

폐·하수처리장의 공정 설계 기법

(2)



배재식

(한국종합기술개발공사 상무이사)

목 차

1. 서언
2. 폐·하수처리시설 기본계획
 - 2.1. 기초자료 및 관계계획 조사검토
 - 2.2. 폐·하수처리시설의 기본적 사항
 - 2.3. 계획하수량 및 계획수질
 - 2.4. 수질분석 및 모형시험
 - 2.5. 처리공정 선정.
3. 폐·하수처리장 기본설계
 - 3.1. 처리장 위치 선정
 - 3.2. 관로계획
 - 3.3. 설계 폐수량 및 설계수질
 - 3.4. 폐·하수 처리공정 및 설계기준
 - 3.5. 처리시설 설계
 - 3.6. 처리시설 배치계획 및 공원화 계획
4. 정책과제별 주요시책
 - 4.1. 도시하수와 공단폐수의 통합 처리방안 검토
 - 4.2. 하수처리장과 분뇨처리장과의 연계방안 검토
5. "A" 공단 폐수처리장 설계 개요

3. 폐·하수처리장 기본설계

3.1. 처리장 위치선정

3.1.1. 처리장 위치 선정시 고려사항

- 1) 처리구역의 지형, 지세, 처리장 입지현황
 - 2) 폐하수 차집의 용이성 등 자연적 조건
 - 3) 방류수역의 이수현황 및 주변의 환경조건
 - 4) 처리장의 부지면적은 장래확장 및 향후 고도처리 계획 등을 예상하여 계획하여야 한다.
 - 5) 처리시설 이상 수위에서도 침수되지 않는 지반 고에 설치하여야 한다.
 - 6) 처리구역의 지역 발전 등의 특성을 고려한다.
 - 7) 건설비 및 유지관리비 등의 경제성과 유지관리의 난이도 및 확실성 등을 고려하여야 한다.
- 3.1.2. 처리장 위치선정을 위한 비교검토 항목
- 1) 입지 현황
 - 토지이용 현황 및 장래 계획
 - 장래 확장 가능성
 - 침수 위험여부 및 방지대책
 - 2) 방류수역의 현황
 - 방류수역의 이용현황 및 장래 계획
 - 방류수역의 환경수질 등급
 - 3) 폐·하수의 차집
 - 차집관로의 연장 및 중계 펌프장 개소수
 - 관로 매설지점의 공사의 용이성 및 지질상태
 - 4) 관련 계획 및 시설과의 연관성
 - 도시계획 및 하수도 정비 기본계획 등의 관련 계획과의 연관성 검토
 - 분뇨처리장 및 쓰레기 매립장 등의 관련시설과의

유기적인 운전관리 가능성 검토

5) 환경 영향 검토

○주거지역과의 이격거리 및 환경문제로 인한 민원 발생 가능성 검토

○방류수역의 환경영향 검토

○공사기간중의 소음 및 대기오염에 의한 환경영향 검토

6) 기술적인 면과 공사의 용이성

○차집관로의 매설지점에 따른 기술적 문제

○도로 및 하천 등의 횡단 개소 등의 공사 용이성

○처리장의 입지조건에 따른 공사의 용이성

7) 경제성 검토

○전반적인 공사비

○유지관리비(분뇨처리장과의 통합운영 포함)

○부지 매입비

3.2. 관로 계획

3.2.1. 관로계획시 고려사항

1) 우수관로는 계획시간 최대 우수량을 기준으로 계획한다.

2) 합류식에서 하수의 차집관로는 우천시 계획 우수량을 기준으로 한다.

3) 분류식과 합류식이 공존하는 경우 분리하는 것을 원칙으로 하고 부득이 합류시킬 경우에는 분류식 지역의 우수관거는 합류식 지역의 우수토질 보다도 하류의 차집관거에 접속하여 합류관거에 접속하는 것은 절대로 피해야 한다.

4) 우수관거와 우수관거가 교차하여 역사이핀을 피할수 없는 경우에는 우수관거를 역사이핀으로 하는것이 바람직하다.

5) 관거는 원칙적으로 암거도 하며, 수밀한 구조도 하여야 한다.

3.2.2. 설계기준

1) 유량계산

○유량계산에 사용하는 유속공식은 맨닝(Manning)공식 또는 쿠티(Kutter)공식을 사용한다.

○관거의 단면적 계산에 적용되는 수심은 원형관은 만류 직사각형거는 높이의 9할, 마제형거는 높이의 8할로 하여 계획유량을 충분히 유하시킬 수 있도록 단면을 정한다.

○개거의 단면 결정시 여유고는 개거의 깊이(H)의

0.2H 이상으로 하며 최소 0.6m 이상으로 한다.

2) 유속 및 경사

○유속은 일반적으로 하류로 흐름에 따라 점차커지고 관거의 경사는 점차 작아지도록 유속과 경사를 결정한다.

○우수관거 유속은 계획 하수량에 대하여 0.6m/s ~ 3.0m/s로 한다.

○우수관거 및 합류관거 유속은 계획하수량에 대하여 0.8m/s ~ 3.0m/s로 한다.

○우수관거, 우수관거 및 합류관거의 이상적인 유속은 1.0m/s ~ 1.8m/s 정도이다.

3.3. 설계 폐수량 및 설계수질

설계 폐수량은 처리장 유입 폐수량에 처리공정에서 발생하는 반송수량 즉 농축조의 상징수(Supernatants)와 탈수기의 탈리어액(Filtrate)을 포함한다.

하수량 및 오염부하량은 물질수지도 (Flow Material Balance Diagram)에서 얻어지며 처리장의 단위조작별 설계시에 적용할 설계 폐수 수량과 설계수질을 설정한다.

3.4. 폐·하수처리 공정 및 설계 기준

3.4.1. 방류수의 수질결정

방류수의 수질은 수질 환경보전법에 의해 고시된 수역별 수질환경기준에 적합하도록 결정하는 방법과 하수처리장의 배출 허용기준에 따르는 방법이 있으며 이들의 요구수질과 수역의 현재 수질을 검토후 결정하여야 한다.

3.4.2. 처리공정 검토

결정된 방류수질을 만족시킬 수 있는 처리공정이 선정되어야 하며 방류하천의 장애 이용계획 변경 또는 방류수 배출허용기준의 강화가 예측 될 경우에는 고차 처리시설 부지를 감안한 배치계획이 요구된다.

3.4.3. 설계기준

선정된 처리공정에 대한 단위조작 및 단위 공정별 설계기준을 모형시험에서 얻어진 시험결과, 그리고 관련전문 문헌 등을 종합적으로 검토하여 설계기준을 설정한다.

3.5. 처리시설의 세계

3.5.1. 물리화학적 처리시설

물리화학적 처리시설에서 물리학적 단위조작은 조대 고형물, 부유 및 부상 고형물, 그리고 휘발성 유기물질 등을 제거하는데 사용되고 화학적 단위조작은 부유성 또는 콜로이드상 물질의 침전 하수의 살균, 냄새의 조절 등에 사용된다.

물리화학적 처리시설 공정별 기능은 다음과 같다.

공정	기능
조대스크린	차단에 의한 조대물질의 제거, 예비처리
분쇄기	수로내에서 고형물의 분쇄, 예비처리
침사지	모래, 자갈의 제거, 보통 스크린과 분쇄기 이후에 설치 예비처리
유량의 조정	후속의 처리시설에 걸리는 유량 및 수질부하(BOD, SS)를 균등하게 함
기타 예비처리 조작:	
전포기	용존산소공급, 수리학적 분배를 개선
응집	부유물질의 침전특성을 개선
침전	침전성 고형물과 부유성 물질의 제거
기타 고형물 제거 조작:	
부상분리	중력식 침전의 대용으로 사용되거나 고형물이나 부유성 물질의 제거를 개선시키기 위하여 일차침전전에 사용됨
미세스크린	중력식 침전의 대용으로 사용됨: 예비처리에서 그릴 제거에 사용될 수도 있다.
화학적 침전	침전성 고형물, 콜로이드성 고형물과 인의 제거. 하수의 독립된 물리화학적 처리의 첫번째 단위공정으로 사용됨
염소화합물에 의한 살균:	
염소살균	주로 하수의 살균에 사용. 악취조절에도 사용
탈염소	처리후 염소살균된 유출수의 염소제거
기타 살균방법	브롬화염소, 오존, 자외선에 의한 살균
후포기	처리된 유출수에 용존산소 첨가
탈취시설	여러 처리시설에서 나오는 악취의 제거 및 경감시 사용되는 공정

3.5.2. 생물학적 처리시설

하·폐수 처리에 활용되는 주요 생물학적 처리 시설은 호기성 공정(aerobic process), 준혐기성 공정(anoxic process), 혐기성 공정(anaerobic process), 호기성과 준혐기성 및 혐기성 혼합공정(combined aerobic anoxic and anaerobic process) 그리고 안정화지 공정(stabilization pond process)으로 크게 5개로 분류된다.

각 개의 공정은 처리정도가 부유성장이나 부착성이냐 또는 그 혼합형이냐에 따라 더 세분화된다.

폐·하수 처리에 활용되는 주요 생물학적 공정은 다음과 같다.

종류	일반명	용도
호기성 공정:		
부유(현탁)성장	<ul style="list-style-type: none"> ○활성슬러지공정 계래식(플러그 흐름) 완전혼합 단계포기식(Step Aeration) 순산소 연속회분식 반응조(SBR) 점촉안정 심층조(Deep Tank 90ft) 심층포기(Deep Shaft) ○부유성장 질산화 ○포기 라군 ○호기성 소화 계래식 순산소 	탄소성 BOD제거 (질산화)
부착성장	<ul style="list-style-type: none"> ○살수 여상 저울 고울 ○회전 원판법(RBC) ○충진상반용기(Packed-Bed Reactor) 	탄소성 BOD제거
부유성장과 부착성장의 혼합	<ul style="list-style-type: none"> ○활성생물막공정 Trickling Filter Solids Contact 공정 생물막여상 활성슬러지 공정 살수여상-활성슬러지 연결공정 	탄소성 BOD제거(질산화)
준혐기성(Anoxic)공법		
부유성장	○부유성장 탈질화	탈질화
부착성장	○생물막 탈질화	탈질화
혐기성 공정:		
부유성장	<ul style="list-style-type: none"> ○혐기성 소화 표준울, 1단계 고울, 1단계 2단 소화 ○혐기성 점촉공정 ○혐기성 상향류 슬러지상 혐기성 여과상 공정 ○Expanded Bed 	안정화, 탄소성 BOD제거
부착성장		안정화, 탄소성 BOD제거
		안정화, 탄소성 BOD제거
		탄소성 BOD제거
		탄소성 BOD제거
		탄소성 BOD제거, 폐수 안정화(탈질)
		탄소성 BOD제거, 폐수 안정화

3.5.3. 슬러지처리 및 처분 처리시설

처 리 방 법	기 능
예비조작 슬러지 분쇄 슬러지 그릿 제거 슬러지 배합 슬러지 저장	크기 감소 그릿 제거 배합 저장
농축 중력 농축 부상 농축 원심 분리 중력 벨트 농축 회전 드럼 농축	부피 감소 부피 감소 부피 감소 부피 감소 부피 감소
안정화 석회 안정화 열 처리 혐기성 소화 호기성 소화 퇴비화	안정화 안정화 안정화, 질량감소 안정화, 질량감소 안정화, 생성물 회수
탈수 진공 여과기 원심 분리기 벨트형 가압 여과기 가압 여과기 슬러지 건조상 라 균	부피 감소 부피 감소 부피 감소 부피 감소 부피 감소 저장, 부피 감소
열 건조 플래쉬 건조기 분무 건조기 회전 건조기 다단효과 증발기 가열 감량 다단 소각 유동층 소각 고형 폐기물과 합병 소각 습식 산화	무게 및 부피 감소 무게 및 부피 감소 무게 및 부피 감소 무게 및 부피 감소 부피 감소, 자원 회수 부피 감소 부피 감소 안정화, 부피감소
최종 처분 토지 주입 분배 및 판매 화학적 고정 매립	최종 처분 재 이용 재 이용, 최종 처분 최종 처분

폐수처리공정에서 제거되는 성분들에는 스크린 찌꺼기(Screenings), 그릿(Grit), 스크움(Scum), 슬러지(Sludge) 등이 포함된다. 폐수처리 공정의 운전에서 생성되는 슬러지는 폐수처리 공정 및 운전방법에 따라 다르나 보통 액체 혹은 반고형 액체(Semisolid Liquid)로서 중량비로 0.25~12%의 고형 물질을 함유한다.

폐수처리시 발생하는 것 중 슬러지는 매우 큰 피부를 갖는 것으로서, 슬러지의 최종 처리 및 처분은 폐수처리분야에서 기술자가 당면하는 가장 복잡한 문제중 하나가 될 것이다.

슬러지 처분 문제의 복잡한 이유는 다음과 같다.

1) 슬러지는 주로 미처리 폐수의 악취발생 등의 불쾌감을 유발시키는 물질로 이루어져 있다.

2) 생물학적 처리과정에서 생성된 슬러지는 폐수내의 유기 물질이 다른 형태로 존재하는 것으로서 처분이 필요하다. 슬러지도 분해되어 냄새나고 취급하기 싫은 것으로 된다.

3) 슬러지 중의 적은 부분만이 고형물질이다.

슬러지의 처리 처분에 이용되는 중요한 공법인 농축(Thickening), 개량(Conditioning), 탈수(Dewatering), 건조(Drying) 등의 공법은 일차적으로 슬러지의 수분을 제거하는데 이용된다.

소화(Digestion), 퇴비화(Composting), 소각(Incineration), 습식공기산화(Wet Air Oxidation), 등은 슬러지중의 유기물질을 처리하거나 안정화 시키는데 이용된다.

3.6. 처리시설 배치계획 및 공원화 계획

3.6.1. 처리시설의 배치계획

1) 각 시설물은 유지관리가 용이하고 기능이 충분히 발휘될 수 있어야 한다.

2) 처리시설은 수밀성과 내구성이 있는 구조로 한다.

3) 처리장의 주요시설은 2계열 이상으로 설치한다.

4) 단계적 시공을 감안하여 배치한다.

5) 주변의 환경을 고려해서 정한다.

6) 동력손실의 최소화

7) 관리동선의 최소화

3.6.2. 처리장의 조경 및 공원화 계획

폐·하수처리장의 위치는 대부분 하천 하류지역의 주거지역과 멀리한 곳에 위치하였으나 도시의 발달로 시가지의 확대로 인근 주민들의 민원이 야기될 뿐만 아니라 도시미관에도 악영향을 미칠 수 있다.

따라서 처리장시설의 일부를 복개하고 공원을 조성하여 공공시설로 활용함으로써 도시 경관 보존, 토지이용의 효율화 민원 발생 예방 등을 기대할 수 있다.

1) 복개대상시설

- 최초 침전지
 - 포기조
 - 최종 침전지
 - 혼합 슬러지 농축조
 - 소화 슬러지 농축조
- } FRP COVER

2) 복개형식

- 1단 복개
- 2단 복개

3) 공원화 계획

- 연못, 팔각정 및 분수대 등 휴식 시설
- 수영장 및 테니스장 등의 운동시설
- 외부에서 아무런 절차없이 자유롭게 출입할 수 있도록 배치하여야 한다.

4. 폐수, 하수 및 분뇨처리의 연계성

4.1. 도시하수와 공단폐수의 통합처리 방안 검토

4.1.1. 처리현황

- 1) 도시 하수→하수 처리장→방류
- 2) 공장폐수
 - 공단폐수처리 구역내 폐수→공단폐수처리장→방류
 - 하수처리구역내 폐수→자체방지시설→하수처리장→방류

* 폐수배출허용기준에 의한 배출수질

4.1.2. 문제점

1) 하수와 폐수처리장의 개별 처리는 통합 처리에 비하여 비경제적이다. 도시 하수 처리장과 공단폐수 처리장이 같은 지역내에서 각각 별개의 유입관거와 처리장시설이 설치되고 다른 관리체계로 운영되고 있으므로 시설비 및 운영비 등 경제적인 측면에서 통합처리에 비하여 비경제적이다.

2) 공사의 위치에 따른 처리비 부담 상이

- 공단폐수처리구역내 공장
 - 배출 부과금 : 방류수 수질기준 준수에 따른 시설물 감가상각비 및 운영비 부담(환경관리공단)
 - 하수도 사용료 : 지방자치단체 납부
- 하수처리구역내 공장
 - 자체방지시설 : 시설투자비 및 자체 운영비
 - 하수도 사용료 : 지방자치단체 납부

4.1.3. 하수와 폐수의 통합처리와 개별처리에 대한

검토

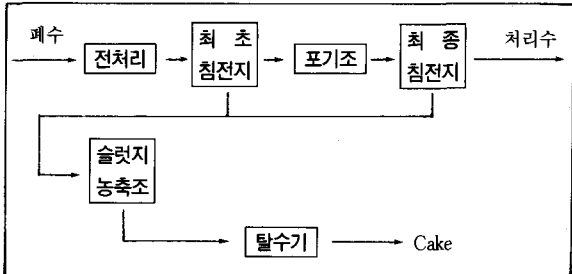
1) 검토의 전제

처리장의 위치, 규모 및 폐수의 수질성상 등 많은 조건에 따라 상이하므로 공단폐수 처리장과 하수처리장이 인접한 L시의 경우를 전제로 하여 비교 검토하기로 한다.

2) 시설현황

(1) 폐수 처리장

- 가)처리장 부지 : 24,000m²
- 나)처리 공정



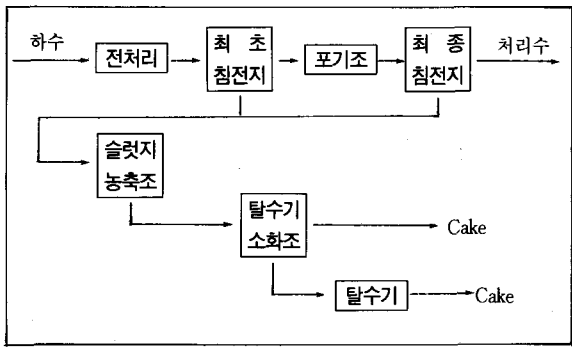
다)시설 용량 : 40,700m³/일

라)설계 수질

- 설계수질 : BOD 450mg/l
- COD 360mg/l
- SS 430mg/l
- 처리 수질 : BOD 30mg/l
- COD 50mg/l
- SS 40mg/l

(2) 하수처리장

- 가)처리장 부지 : 53,465m²
- 나)처리 공정



다) 시설 용량 : 50,000m³/일

라) 설계 수질

-설계 수질 : BOD 197mg/l

SS 192mg/l

-처리 수질 : BOD 20mg/l

SS 25mg/l

3) 통합처리와 개별처리에 대한 비교검토

구분	통합처리	개별처리
1) 시설개요	통합처리장 (폐수 및 하수)	-폐수처리장 -하수처리장
2) 처리공정	하수처리공정	상기 "다"항의 처리공정
3) 처리용량	폐수 90,700m ³ /일 하수	-폐수 : 40,700m ³ /일 -하수 : 50,000m ³ /일 계 90,700m ³ /일
4) 소요부지면적	70,000m ² /일	-폐수 : 24,000m ² (소화조제외) -하수 : 53,465m ² 계 77,465m ²
5) 사업비	19,822백만원	-폐수 : 7,758백만원(소화조제외) -하수 : 12,785백만원 계 20,543백만원
6) 유지관리비	1,027백만원	-폐수 : 976백만원/년 -하수 : 649백만원/년 계 1,625백만원/년
7) 유지관리인원	50인	-폐수 : 26인 -하수 : 40인 계 66인
8) 기술적	-생물학적 처리효율에 장애를 주는 독극물 또는 중금속이 함유된 폐수가 유입될시에는 전체 처리장의 처리효 율에 막대한 지장을 초래할 수 있다. -처리장의 운영에 문제가 발생할 경 우 원인규명과 대처가 어렵다. -무기물질 농도가 높은 폐수가 유입 될시에는 소화효율이 낮아져 GAS의 발생이 적어 연료사용량이 많아지며 슬러지 생산량이 증가되어 처리에 어 려움이 따른다.	-수질의 특성에 적합한 처리공정과 기준을 도입함으로써 처리효율이 좋 으며, 유입수질의 변동상황에 대처가 용 이하다. -슬러지의 특성에 적합한 처리공정으 로 처리하게 되므로 경제성이 높으며 슬러지 कै의 활용에도 유리하다.
9) 유지관리	-통합처리장을 단일체제로 운영하게 되므로 전문인력 확보가 용이하며, 관 리인력의 절감을 기할 수 있다.	-폐수 및 하수처리장은 환경관리공단 관 시 건설과에서 관리하게 되며 처리 장별로 전문인력을 확보하여야 하므로 불리함

4.1.4. 대안 제시

1) 하수와 폐수처리의 개별 또는 통합처리

(1) 검토결과와 같이 통합처리는 경제적인면과 유

지관리면에서 유리하며, 개별처리는 처리장 운영상의 기술적인 면에서 유리한 점을 감안하여 아래와 같은 제안을 제시한다.

가) 폐수의 성상이 하수와 혼합처리가 어려울 경우 : 동일부지 내에 공장폐수 처리시설과 하수처리시설을 별도의 처리공정을 거치게 하면 관리건물, 탈수기실 및 송풍기실 등의 부속건물 및 시설등을 공동으로 사용하며 전체적인 관리운영은 일원화한다.

나) 폐수의 성상이 하수와 혼합처리가 가능할 경우 : 공장폐수와 하수를 동일관로에 의해 차집하여 혼합처리공정을 도입하여 공장별 배출폐수에 대한 처리가능성을 검토하여 원폐수를 유입처리한다.

다) 공단폐수처리장과 하수처리장이 계획되어 있는 경우 : 공업단지 폐수의 특성에 맞는 공단폐수처리장이 가동중인 지역은 현행대로 유지하며, L시의 경우와 같이 2개 처리장이 인접해 있을 경우에는 유지관리 체계를 일원화시켜야 한다.

2) 공장의 위치에 따른 처리비 부담 상이

공단폐수처리구역 또는 하수처리구역에 따라 전체 처리비용 부담이 다른 점은 법적, 제도적 보안을 통하여 개선하여야 한다.

3) 하수처리장과 폐수처리장의 효율적인 운영과 관리요원의 전문화를 위하여 별도의 관리기구를 신설 관리하여야 한다.

4) 공장폐수의 배출상태를 감시할 수 있는 감시기구의 기능강화를 위한 제도적 보안이 요구된다.

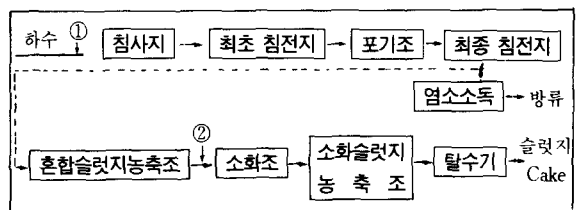
4.2. 하수처리장과 분뇨처리장의 연계방안 검토

4.2.1. 연계운영 방안 설정

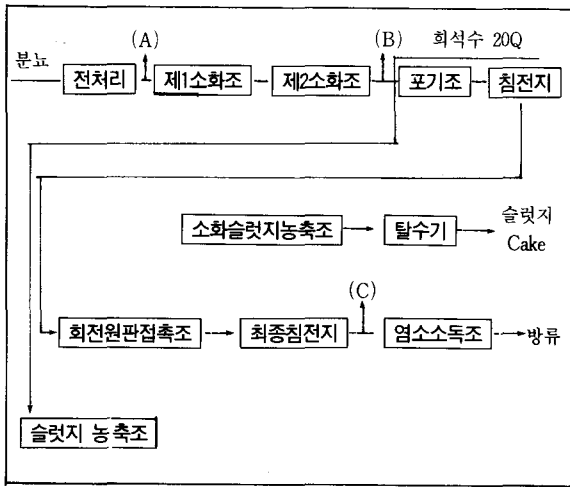
하수처리장의 정상 가동시 분뇨처리장의 통합 운영을 위한 각단위 공정상의 연결성, 운영체계 및 유지관리 효율 등을 검토하기 위한 비교안을 K시의 경우를 전제로 하여 아래와 같이 설정하였다.

1) 처리 공정

(1) 하수처리장



(2) 분뇨처리장



2) 비교안 설정

(제1안) : (A)→②

(제2안) : (B)→①

(제3안) : (C)→①

4.2.2. 대안별 비교검토

구분	제1안	제2안	제3안
1. 처리공정	전처리한 분뇨를 하수처리장 소화조에 투입함	제2소화조의 상정수를 하수처리장 침사지로 이송하여 처리함.	최종침전지 상정수를 하수처리장 침사지로 투입
2. 폐기되는 분뇨처리장의 시설물	전처리 시설을 제외한 전체 시설물 -제1,2 소화조 -회석수, 양수, 펌프 -포기조 -침전지 -회전원판집축조 -최종침전지 -농축조 -염소소독조 -탈수기	-회석수 양수 펌프 -포기조 -침전지 -회전원판집축조 -최종침전지 -염소소독조	

구분	제1안	제2안	제3안
3. 하수처리장에 부가되는 오염부하량	BOD : 980kg / 일 SS : 1,400kg / 일	BOD : 287kg / 일 SS : 406kg / 일	BOD : 42kg / 일 SS : 72kg / 일
4. 절감 및 유지 관리비(전기료 및 약품비)	22,700천원/년 -전기료 : 15,000천원/년 -약품비 : 15,000천원/년	10,000천원/년 -전기료 : 5,000천원/년 -약품비 : 5,000천원/년	5,000천원/년 -약품비 : 5,000천원/년
5. 장단점 비교	가. 시설물의 활용도 전처리시설 이후의 모든 단위공정이 분뇨되며 하수처리장 시설용량에 부가시키게 되므로 시설의 활용면에서 매우 불리함.	2차처리시설만 폐기되며 하수처리장에 부가되는 용량은 순수 분뇨량 뿐이므로 (20배 회석수량제외) 유리함.	염소소독 시설만 분뇨되므로 가장 유리함.
나. 유지관리의 효율	전처리만 거친 분뇨를 하수처리장에서 이송처리함으로써 유지관리면에서는 유리함.	분뇨처리공정상에서 가장 큰 문제점인 처리 분뇨량의 20배 회석수를 인근 하천으로부터 양수하지 않고 하수와 혼합처리하므로서 효율적인 유지관리가 가능함.	처리 분뇨량의 20배 회석수가 포함된 유량수를 하수처리장으로 이송처리함으로써 유지관리면에서 가장 효율적임
다. 운영체계	분뇨처리장에는 전처리시설만 남겨둠으로 하수처리장 운영체계 통합 운영이 가능함	소화조 상정수의 처리시설만 폐기되므로 현재의 폐기처리장 운영체계를 조정하여 통합 운영이 가능함.	현재의 분뇨처리장 운영체계가 필요함.
6. 통합평가	-분뇨처리장이 가동을 시작한 기간이 4년정도인 점과 분뇨처리장의 시설을 폐기시켰을 때 같은 량의 부하가 하수처리장으로 이관되는 시설의 폐기는 제외하고 분뇨처리공정상 20배 회석하여 처리할 수 밖에 없는 불합리한 점을 개선할 수 있는 제2안을 추천함. -제2안의 경우 운영체계는 분뇨처리장의 운영체계를 일부 조정하여 통합 운영이 타당할 것임.		

* 본 고의 필자인 배재식 씨는 한국종합기술개발공사 전무가 아니라 상무이사이므로 이를 바로 잡음

환경오염 내일없고 오염방지 계절 없다