(021-047)01(조 준 희) 2014.10.10 7:59 PM 페이지 21 001 2438-670-color

지속가능한 한돈산업의 혁신 로드맵

■ **양돈분뇨 정화처리의 이해**

【조준희 환경팀장 / (주)팜스코】

■ **PED 발생현황과 대처방안**

【이창희 교수 / 경북대학교 생명과학부 동물바이러스학 연구실】

■ **양돈의 지속가능 산업화 전략**

【한병우 대표 / 대녕농장】



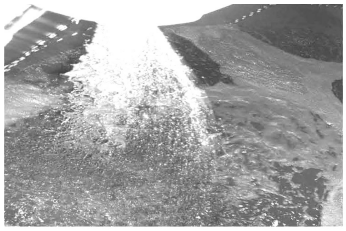
(021-047)01(조 준 희) 2014.10.10 7:59 PM 페이지 22 001 2438-670-color

양돈분뇨 정화처리의 이해



조 준 희 환경팀장
(주)팜스코

양돈분뇨 처리의 방법





퇴비화 **액비화** **정화**

처리 방법별 장단점

처리방법	퇴비화	액비화	정화
장점	농장 자체 처리가능 연중 가동	처리방법 간단 고장 적음	농장 자체 처리가능 처리비용 적음
단점	**수분조절재 수급 문제** 악취발생 개별 퇴비판매 곤란 **퇴비단가 낮음**	악취발생 **운송비 부담** 계절적 제한 **저장능력 필요**	처리방법 복잡 **시설비 부담** 수질관리 능력 필요 **환경법 강화**

(021-047)01(조 준 희) 2014.10.10 7:59 PM 페이지 23 001 2438-670-color

액비 vs 정화 (예 : 20㎥/일)

(단위 : 천원)

처리방식		액 비	정 화
시설비	지하탱크	288,000 20톤×120일×120천원	120,000 20톤×50일×120천원
	기계설비	100,000 브로어, 산기배관, 산기관	300,000 데칸타, 브로어, 산기배관 등
	계	388,000	420,000
처리비	톤당	15~25	8~10
	연간	109,500~182,500	58,400~73,000

정화처리의 원리

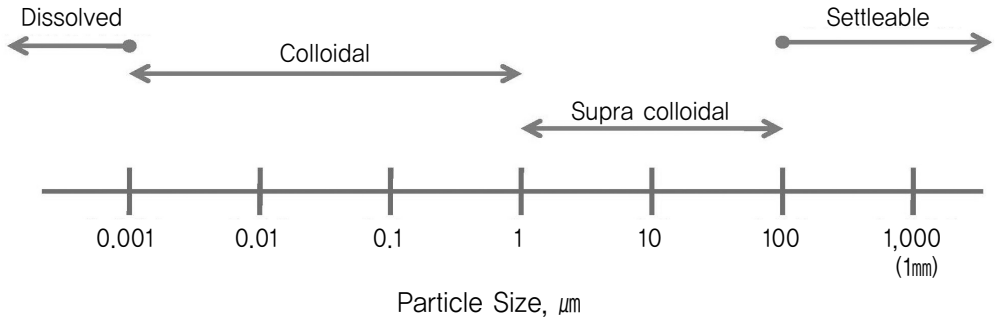
1. 정화처리의 기본원리
2. 정화처리의 기본공정
3. Biological Treatment Process
4. 정화에 대한 잘못된 상식들

1. 정화처리 기본원리



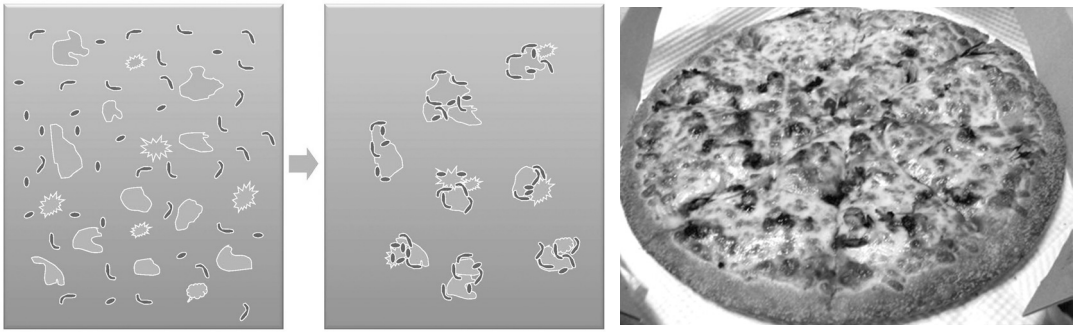
침전되도록 바꾸어 주어라!

❖ 수중 입자의 크기와 성질

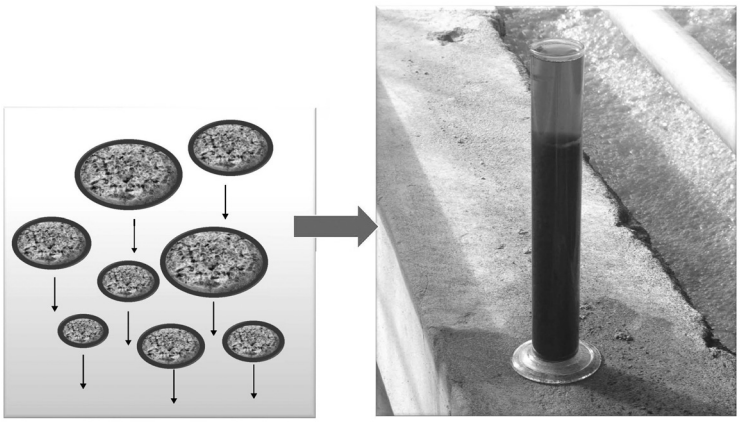


(021-047)01(조 준 희) 2014.10.10 7:59 PM 페이지 24 001 2438-670-color

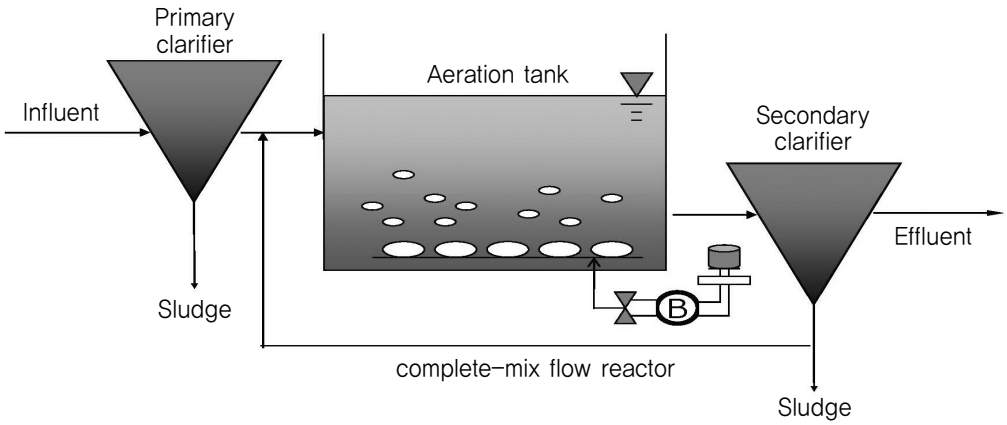
포기조 내 미생물 먹이활동



미생물 덩어리(floc)의 침전



활성슬러지 기본공정



(021-047)01(조 준 희) 2014.10.10 7:59 PM 페이지 25 001 2438-670-color

2. 정화처리 기본공정

전처리	본처리	후처리	고도처리
스크린 밸트프레스 고속데칸타 유동판 스크류프레스 급속부숙기	혐기조 (일반적으로 생략) 무산소조 폭기조 침전조	여과기 가압부상기 필터프레스 분리막 (MF, UF)	활성탄 오존 전기분해 분리막 (NF, RO)

본처리의 역할

❖ 혐기조 : 인(T-P) 제거

❖ 무산소조 : 질소(T-N) 제거(탈질), 유기물(BOD) 제거

❖ 폭기조 : 질소(T-N) 제거(질산화), 유기물(BOD) 제거

❖ 침전조 : 부유물질(SS) 제거, 미생물(MLSS) 유실방지

본처리의 중요성

❖ 미생물의 증식 : 유기물을 섭취하여 성장 및 증식

■ 미생물 증식에 필요한 물질 –
C : N : P = 100 : 5 : 1

❖ 암모니아의 질산화(폭기조)

$NH_3 \rightarrow NO_2 \rightarrow NO_3 \rightarrow N_2O_5$

❖ 질산의 질소가스화(무산소조)

■ $NO_3 \rightarrow N_2\uparrow$

❖ 가장 경제적인 처리공정~!!!

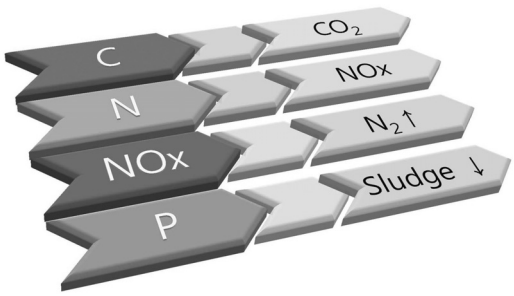
질산화에 영향하는 인자

❖ MLSS : 폭기조 혼합액 부유물질 (미생물량)

❖ HRT : 수리학적 체류시간

❖ pH, 온도, BOD, DO, NH_4-N, NOx free ammonia, nitrous acid

3. Biological Treatment Process



(021-047)01(조 준 희) 2014.10.10 7:59 PM 페이지 26 001 2438-670-color

4. 정화에 대한 잘못된 상식들

☑ 정화란 오염물질이 미생물에 의해서 완전히 분해, 소실되는 것이다?

☑ 오랫동안 폭기시키면 다 정화된다?

☑ 슬러리도 일반적인 고액분리기로 걸러 폭기만 잘 시키면 정화된다?

☑ 미생물은 슈퍼맨?



생물학적 처리 영향인자

1. 활성 슬러지 이상 현상
2. 미생물 활성과 증식의 영향인자
3. 폭기조 상태에 따른 출현 미생물

1. 활성 슬러지 이상 현상

- ❖ 슬러지 미성숙
- ❖ 슬러지 해체
- ❖ 변색 및 변질
- ❖ 슬러지 부패
- ❖ 분산증식
- ❖ 곰팡이, 효모 증식
- ❖ 슬러지 부상
- ❖ 점액성 벌킹
- ❖ 핀플럭
- ❖ Zooloea 벌킹
- ❖ 과산화 슬러지
- ❖ 이상 산화현상

2. 미생물 활성과 증식의 영향인자

❖ 영양인자

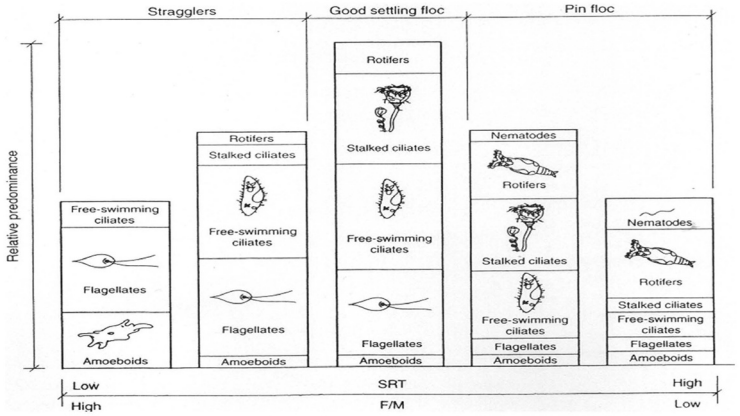
- ■ 유기물부하(F/M비)
- ■ 영양염(N, P) 농도
- ■ 먹이의 종류와 농도

❖ 환경인자

- ■ 산소농도(DO)
- ■ pH
- ■ 수온
- ■ 독성물질
- ■ 슬러지 체류시간(SRT)
- ■ 교반 – 폭기 강도
- ■ 폭기조의 분할
- ■ 빛

(021-047)01(조 준 희) 2014.10.10 7:59 PM 페이지 27 001 2438-670-color

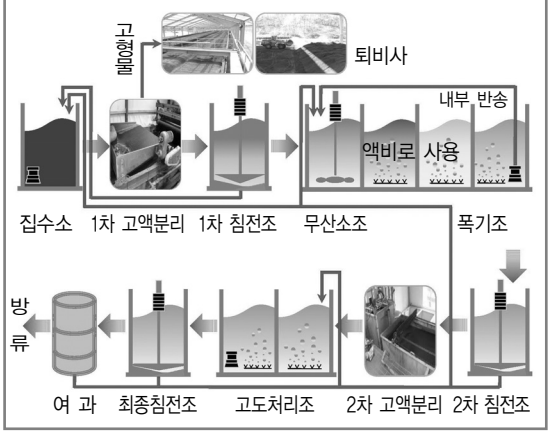
3. 폭기조 상태에 따른 출현 미생물



Relative predominance of microorganisms vs. F/M ration and SRT

정화처리 공정 및 우수사례

정화처리 개략 공정도



화학적(응집) 처리공정

1. 응집의 원리 1단계
2. 응집의 원리 2단계

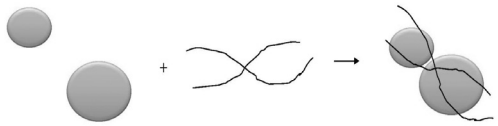
1. 응집의 원리 1단계(무기응집제)



$2FeCl_3 + 3Ca(HCO_3)_2 \rightarrow 2Fe(OH)3\downarrow + 3CaCl_2 + 6CO_2$

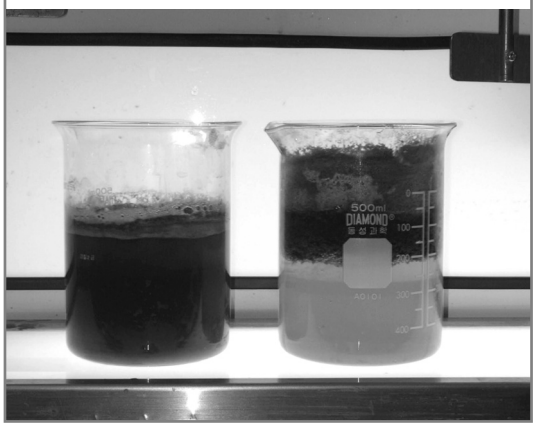
(021-047)01(조 준 희) 2014.10.10 7:59 PM 페이지 28 001 2438-670-color

2. 응집의 원리 2단계(유기성 고분자 응집제)



Colloid 입자 + 고분자 응집제 → 응집

응집된 모습



응집시설의 종류

1. 밸트프레스
2. 고속데칸타
3. 가압부상기

Animal manure Engineering Treatment and Reuse By
CHO JOON HEE

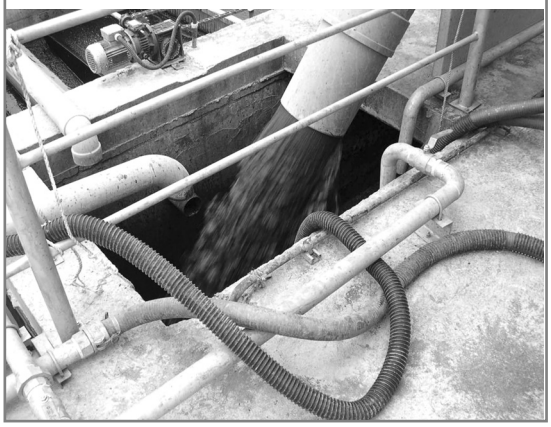
1. 밸트프레스



밸트프레스 운전 동영상



슬러리 투입



(021-047)01(조 준 희) 2014.10.10 7:59 PM 페이지 29 001 2438-670-color

응집반응조



응집슬러지



여과포(벨트프레용)

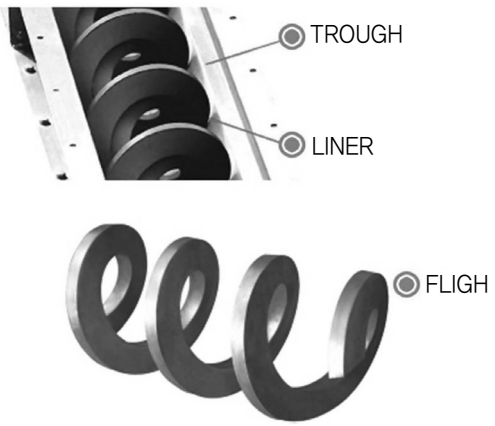


탈 수



스크류 컨베어



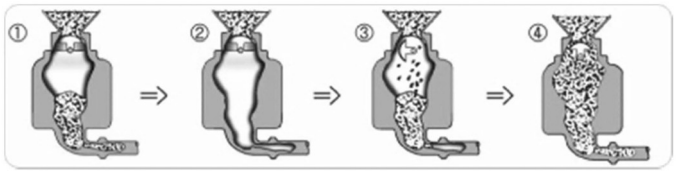


(021-047)01(조 준 희) 2014.10.10 7:59 PM 페이지30 001 2438-670-color

공압 컨베어

→ 어떤 복잡한 경로의 이송도 가능
→ 수송능력이 높다(수직 : 25m/수평 : 200m)
→ 설치가 간단하고 설치면적이 적다.
→ 장비의 수명이 반영구적이다.
→ 주위 환경이 청결하다.
→ 자동 운전 방식으로 무인운전





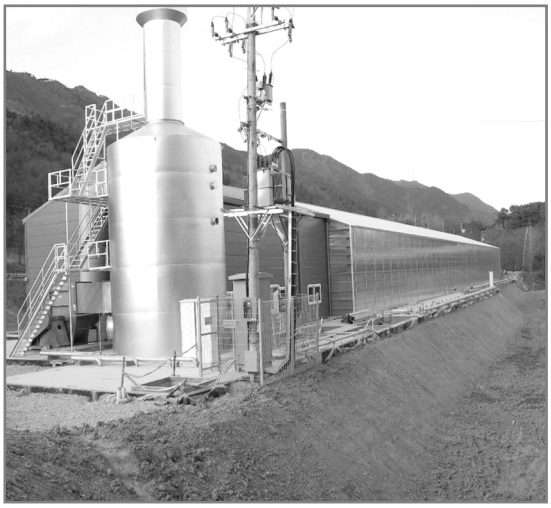
탈수 케익



케익 퇴비화







(021-047)01(조 준 희) 2014.10.10 7:59 PM 페이지31 001 2438-670-color

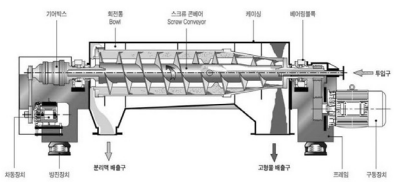




탈리액



2. 고속데칸타(원심분리형)

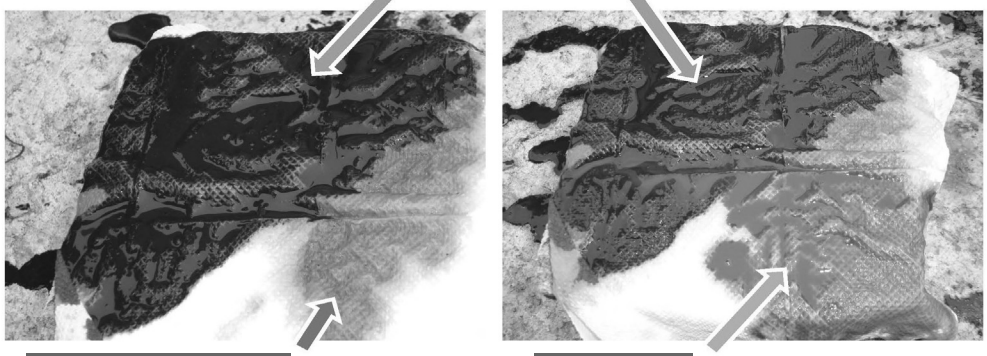




➲ 무인 연속운전이 가능하고 고농도 양돈분뇨에 적합한 원심분리형 고속데칸타 적용
부유물질(SS) 제거율 60~70% 가능

(021-047)01(조 준 희) 2014.10.10 7:59 PM 페이지 32 001 2438-670-color

고액분리 후의 성상변화



대규모 정화시설 설치 예(경기 여주)

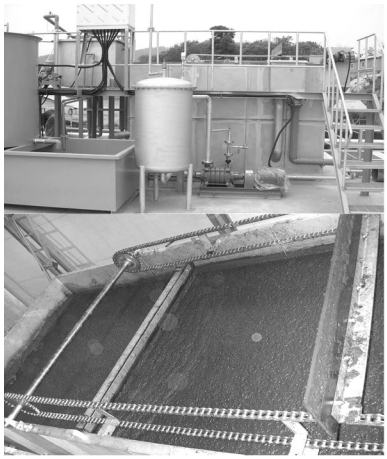


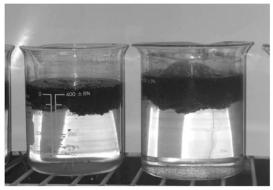
공정별 성상 변화(경기 여주)



(021-047)01(조 준 희) 2014.10.10 7:59 PM 페이지33 001 2438-670-color

3. 가압부상기







생물학적 처리공정

1. 정화처리 공정 설명
2. 처리 공정의 종류

Animal manure Engineering Treatment and Reuse By CHO JOON HEE

1. 정화처리 공정 설명

슬러리 → 1차 고액분리 → 혐기조 → 무산소조 → 폭기조 → 침전조 → 2차 고액분리 → 고도처리 → 방류

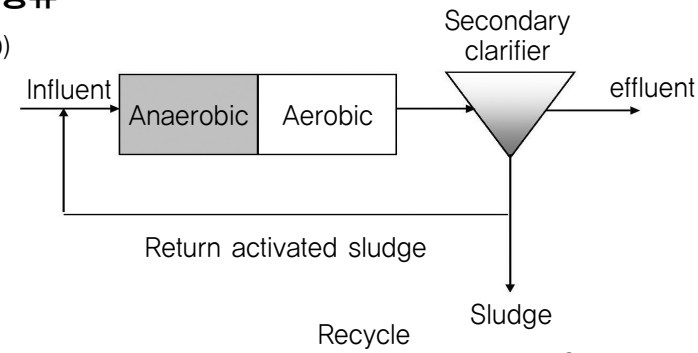
(목적) → 고형분 제거 → 인 제거 → 질소 제거 → 유기물 제거 → 미생물 반송 → 부유물질 제거 → 색도 제거

구분	제거 기전	최종산물
유기물	– 산화과정 : 유기물 + O_2 ⇒ CO_2 + H_2O – △H(35~40%) – 동화과정 : 유기물 + NH_3 + O_2 ⇒ 미생물 + CO_2 – H_2O + △H(60~65%)	미생물 CO_2, H_2O
질소	– 질산화과정 : NH_4^+ ⇒ NO_2 ⇒ NO_3 ⇒ N_2O_5 – 탈질과정 : NO_3 ⇒ N_2	N_2 가스
인	– 인 방출 : 혐기조 미생물 – 인 흡수 : 혐기조에서 방출한 인량의 3~4배 흡수	슬러지 반출

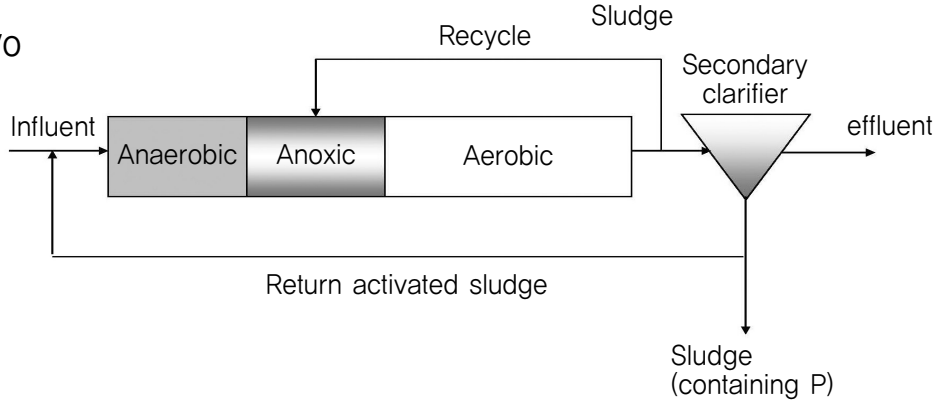
(021-047)01(조 준 희) 2014.10.10 7:59 PM 페이지 34 001 2438-670-color

2. 처리 공정의 종류

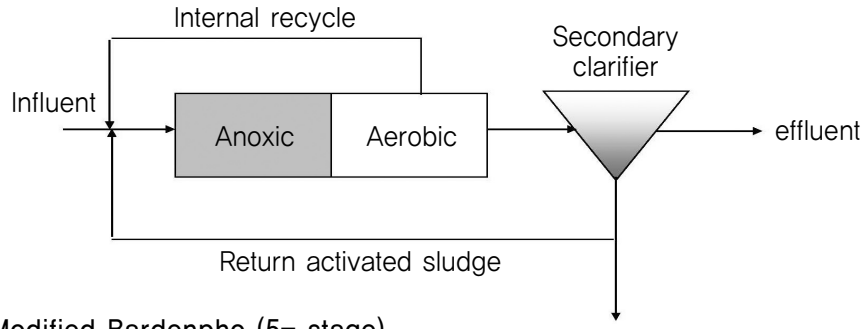
(a) Phoredox(A/O)



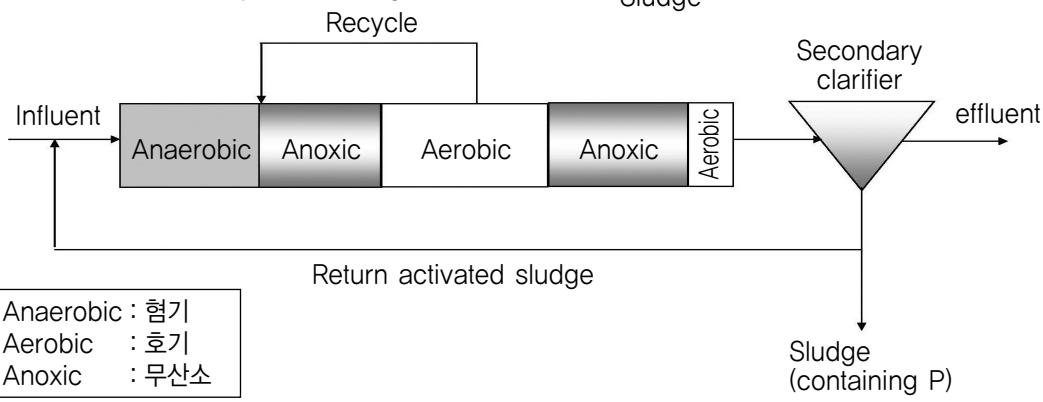
(b) A^2/O



(c) Modified Ludzack-Ettinger (MLE)



(d) Modified Bardenpho (5- stage)



Anaerobic : 혐기
Aerobic : 호기
Anoxic : 무산소

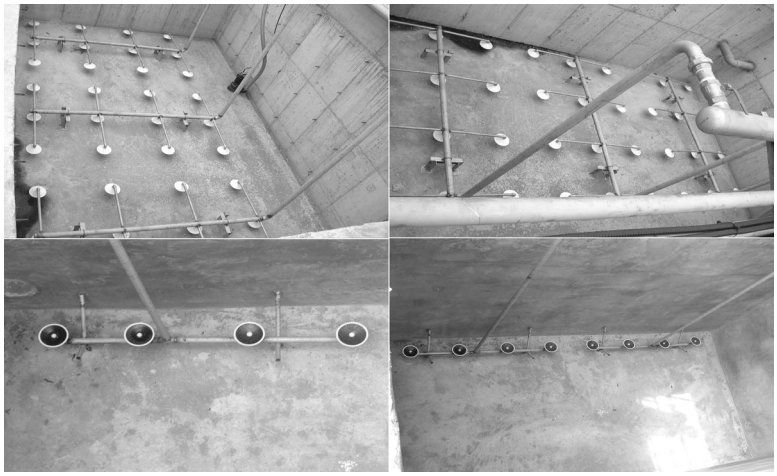
1차 침전부상조



무산소조 회전 원판



폭기조 산기라인



산기관(폭기구) 종류



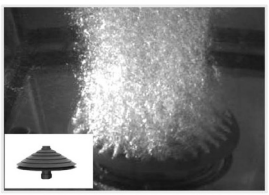
디스크 산기관



멤브레인 디스크산기관



멤브레인 봉산기관



UFO 산기관



산기통

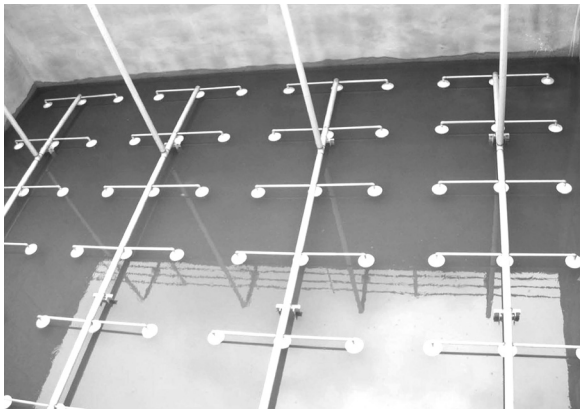


세라믹 산기관

산기관 동영상

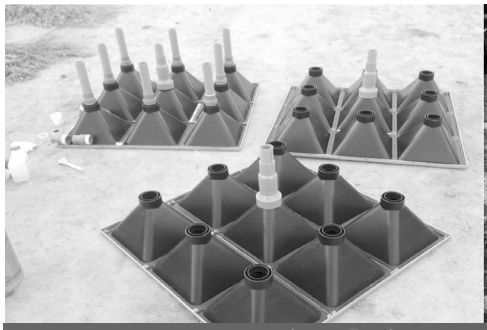


폭기조(호기조) 설계



● 농도가 높은 양돈분뇨를
단시일 내에 정화시키기 위해서는
최대한 많은 공기(산소)가
공급될 수 있는 시설 필요

폭기조 기능 강화



계면 산소용해장치(특허출원)



물과 공기계면 극대화 모습

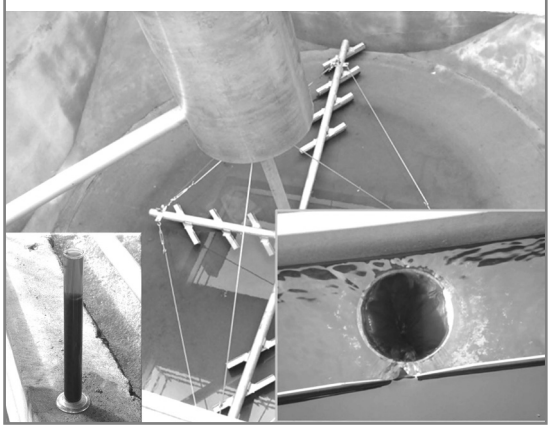
➲ 악취발생을 제어하고 안전한 액비 생산을 위해서는 1차 폭기조에서
산소용존율(DO)을 최대로 높이는 것이 관건이므로 계면 산소용해장치 도입

(021-047)01(조 준 희) 2014.10.10 8:0 P M 페이지 37 001 2438-670-color

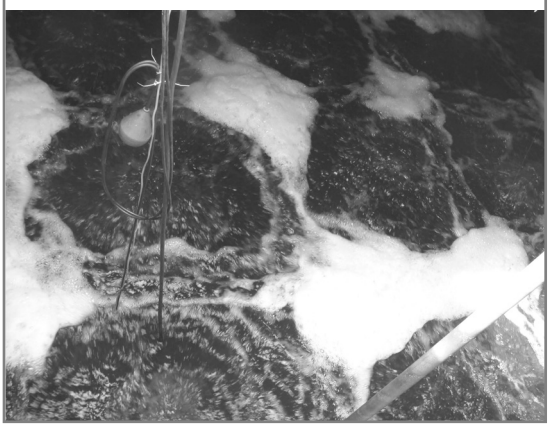
정상적인 폭기조 상태



침전조 및 월류액



생물학적 처리가 완료된 처리수

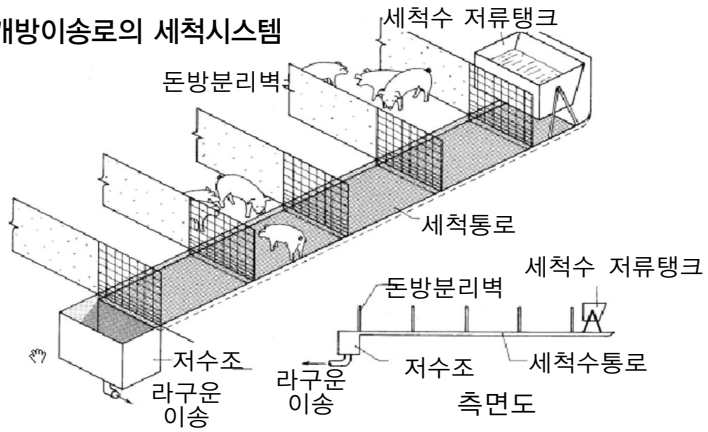


처리수의 재활용

수세식 돈사

플러싱 돈사 구조(MWPS)

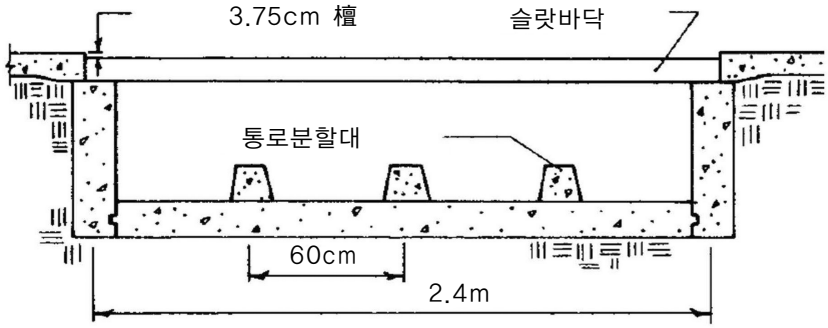
개방이송로의 세척시스템



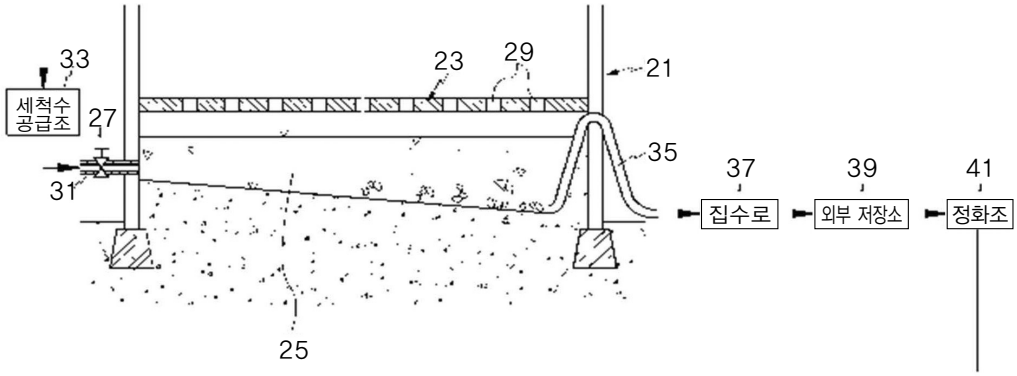
(021-047)01(조 준 희) 2014.10.10 8:0 P M 페 이 지 38 001 2438-670-color

플러싱 돈사 피트구조

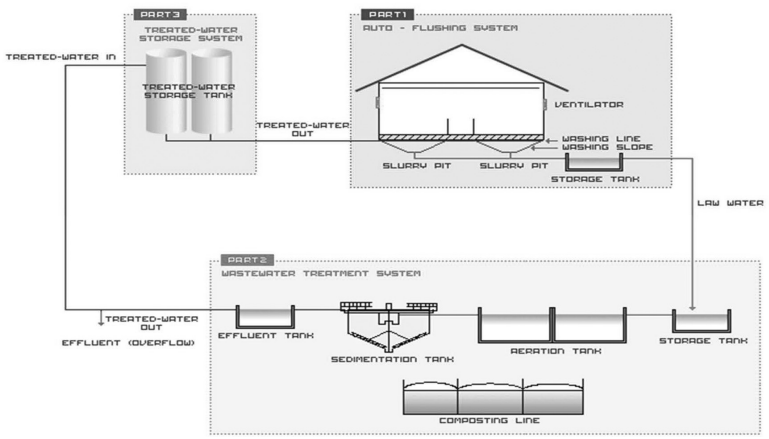
분뇨이송로의 분할 통로화



플러싱 분만 자돈사 피트구조



플러싱 돈사 개략도

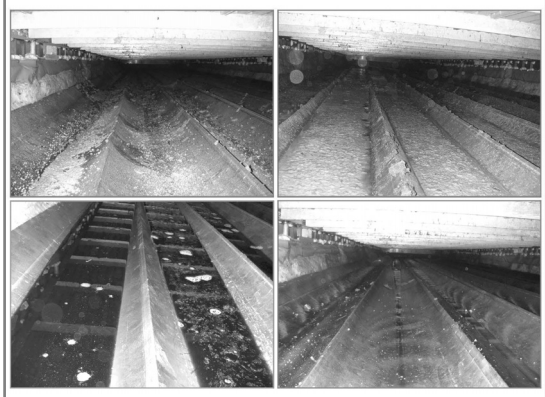


(021-047)01(조 준 희) 2014.10.10 8:0 P M 페이지 39 001 2438-670-color

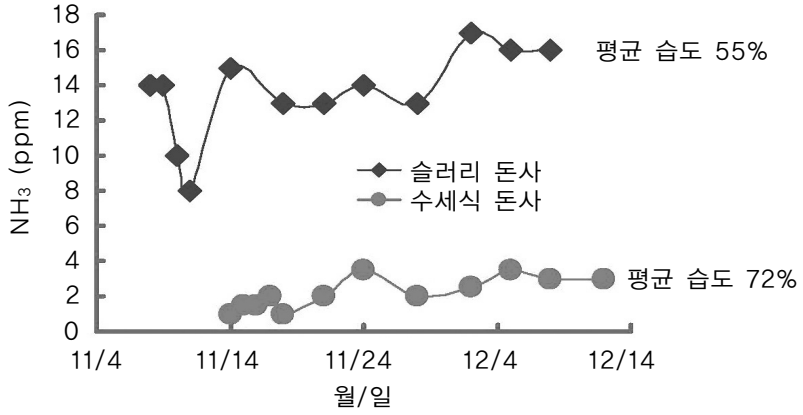
경기 이천 KC농장 컨테이너 자돈사 개조 모습



컨테이너 자돈사 수세 모습



YSW농장 암모니아 농도 변화(1차 시험)



YSW농장 육성률 비교

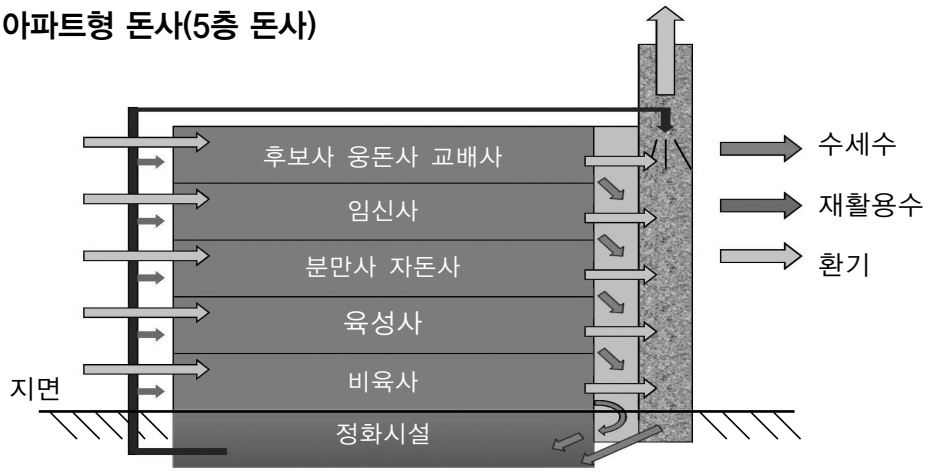
구 분	슬러리 돈사			수세식 돈사		
	입식 (두)	사고 (두)	육성률 (%)	입식 (두)	사고 (두)	육성률 (%)
1차	82	10	87.8	59	6	89.3
2차	118	19	83.9	74	2	97.0
3차	93	20	78.5	106	2	98.0
4차	95	18	81.1	124	5	96.0
5차	85	9	89.4	98	4	95.9
평균	94.6	15.2	84.1	92.2	3.8	95.2

충북 진천 WS, KSR 농장 자돈사 신축 모습



(021-047)01(조 준 희) 2014.10.10 8:0 P M 페이지40 001 2438-670-color

아파트형 돈사(5층 돈사)

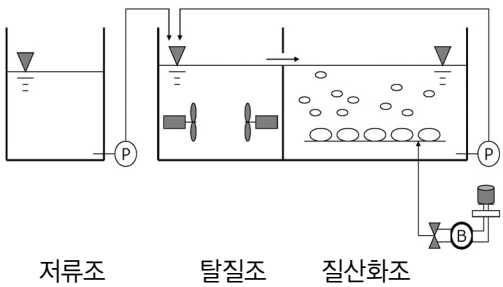


폭기조 시공 주의사항

- ❖ HRT(질소 제거 유무)
- ❖ 공기량
- ❖ 브로어 개수
- ❖ 산기관 개수
- ❖ pH
- ❖ 폭기조 수

질소 제거 공정

• 질산화와 탈질을 두 조에서 수행하는 경우



무산소조 및 폭기조



2차 고액분리

가압부상

(021-047)01(조 준 희) 2014.10.10 8:0 P M 페이지 41 001 2438-670-color

가압부상기



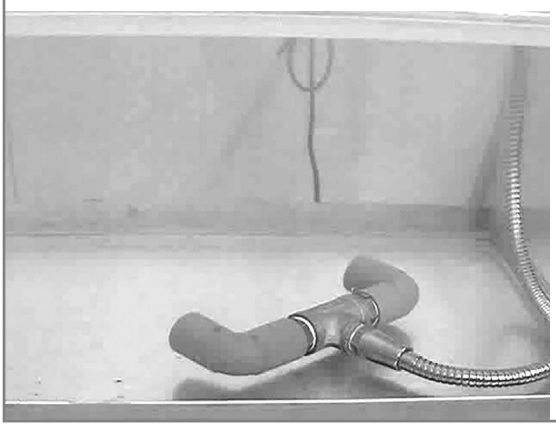
부상된 슬러지



가압부상기 운전 동영상



미세기포 발생 동영상

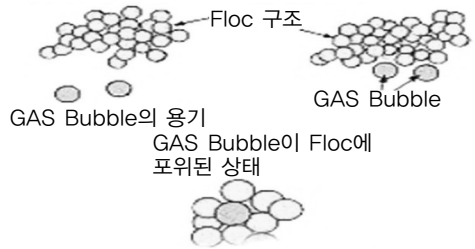




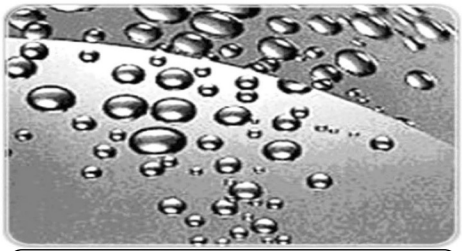
(021-047)01(조 준 희) 2014.10.10 8:0 P M 페이지 42 001 2438-670-color

가압부상 농축시스템 기본 원리

• DAF(DISSOLVED AIR FLOTATION) 범위의 기본원리는 부유고형물(SUSPENDED SOLID)에 미세한 기포(BUBBLE)을 부착시켜(효과적인 부상을 위해 필요한 에너지 공급) 부유물의 밀도를 감소시켜 부력을 증가시키고 부유물의 부상을 유도하는 원리이다. 부상에너지의 공급원인 기포(BUBBLE)는 1차 처리된 용수를 60~90% PSI의 압력탱크 내의 공기와 물을 혼합가압하여 가압상태로 10~15초 정도 체류하면 용해된 가압수가 가압상태로 방출될때 갑작스런 압력감소는 기화되는 현상에 의해 미사적기포(크기 40~70MM)를 발생시킨다.

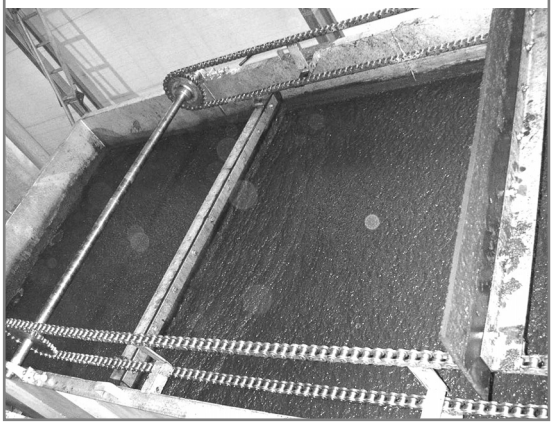


– GAS Bubble 발생과정 –



– 기포(Bubble) –

부상슬러지 제거 스크레퍼



부상슬러지 제거 모습



밀려난 슬러지 형태



부상분리된 처리수



(021-047)01(조 준 희) 2014.10.10 8:0 P M 페이지 43 001 2438-670-color

고도처리

1. 활성탄을 이용한 탈색공정
2. 전기분해 탈색
3. 오존 탈색
4. 분리막(Membrane)

1. 활성탄을 이용한 탈색공정



최종 침전조에서 활성탄 침전



활성탄 여과기



방류 모습

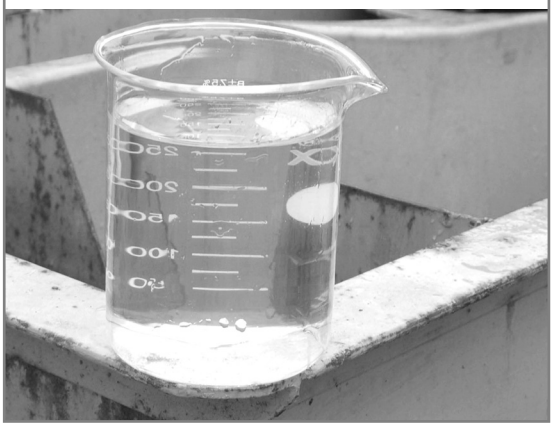


최종 방류수

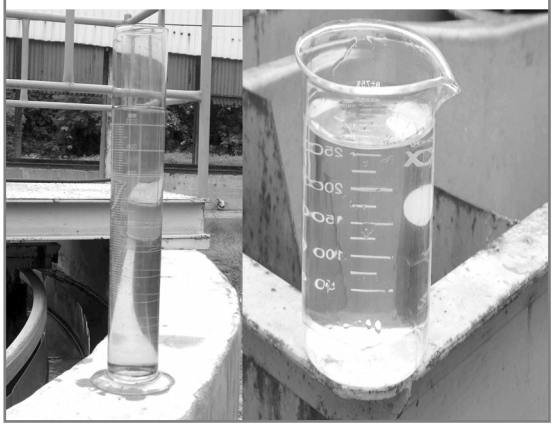


(021-047)01(조 준 희) 2014.10.10 8:0 P M 페이지 44 001 2438-670-color

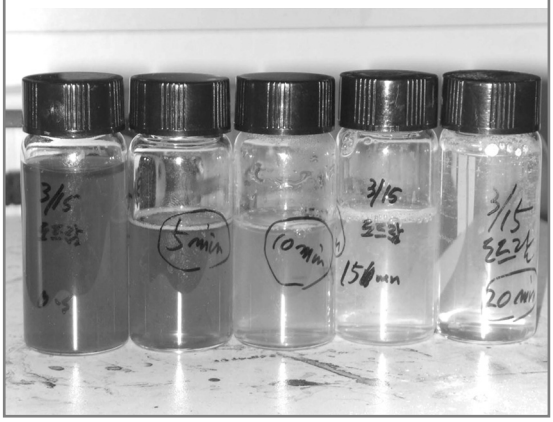
방류수 색도



색도 비교



2. 전기분해 탈색



3. 오존 탈색



4. Membrane is

용어 : 막, 膜, 분리막, 멤브레인, Membrane

막이란?

특정 물질(이온, 고분자, 콜로이드, 입자, 기체 등)은 통과시키면서 다른 물질은 통과시키지 않는 성질을 지닌 물리화학적인 전달체 혹은 방해체 /선택적 분리/반투과막

- 일반적인 필터보다 세공이 더 작다(10 마이크로미터 / 0.01mm 이하).
  80 메쉬 스크린 = 약 0.18㎜, 200 메쉬 스크린 = 약 0.07㎜
- NF, RO의 경우 **색도 성분의 제거가 가능**

막의 종류별 세공 크기

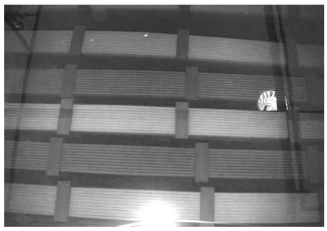
막의 종류	세공 크기(㎛, 마이크로미터)	분리가능물질
MF	0.02 ~ 10	박테리아, 점토
UF	0.001 ~ 0.02	바이러스, 고분자물질
NF	0.0008 ~ 0.002	중금속이온, 저분자물질
RO	0.0001 ~ 0.001	금속이온, 염분

(021-047)01(조 준 희) 2014.10.10 8:0 P M 페이지 45 001 2438-670-color

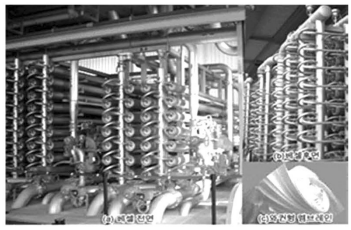
막 분리 대상 입자크기에 따른 분류



경기도 시흥 정수장 : MF막
(Microfiltration Membrane)



경기도 이천 환경사업소 : UF막
(Ultrafiltration Membrane)



프랑스 메리스와즈 정수장 : NF막
(Nanofiltration Membrane)

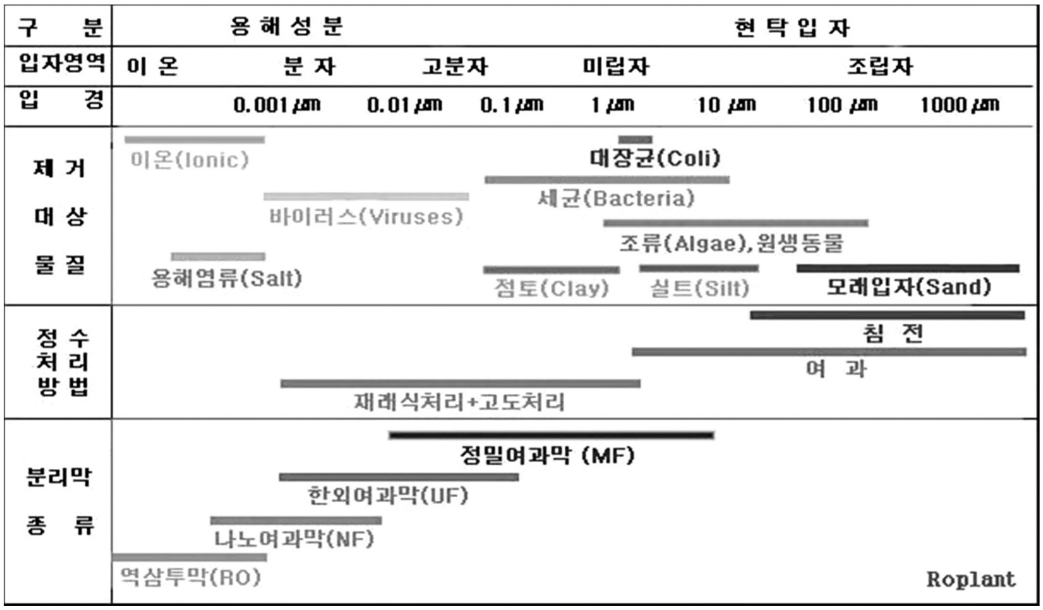


추자도 해수담수화 : RO막
(Reverse Osmosis Membrane)



순수, 초순수 제조를 위한 EDI System
(Electrodialysis : 전기투석법)

Filtration Spectrum



(021-047)01(조 준 희) 2014.10.10 8:0 P M 페이지 46 001 2438-670-color

막 분리 공법(MBR)이란?

일반적인 정화 처리공법

원수 → 협잡물 제거 → 응집 → 탈수 → 생물학적 처리 → 침전조

→ 고도처리 (응집 / 탈수 → 연계 처리 / 단독 방류)
- 펜톤 산화
- 오존 산화
- 막 분리(R/O)

막분리 공법(MBR ; Membrane Bio-Reactor)

원수 → 협잡물 제거 → 응집 → 탈수 → 생물학적 처리 → 분리막 (MF/UF) →

→ 고도처리 (응집 / 탈수 → 연계 처리 / 단독 방류)
- 펜톤 산화
- 오존 산화
- 막 분리(R/O)

KET-RDM 공법(MBR)

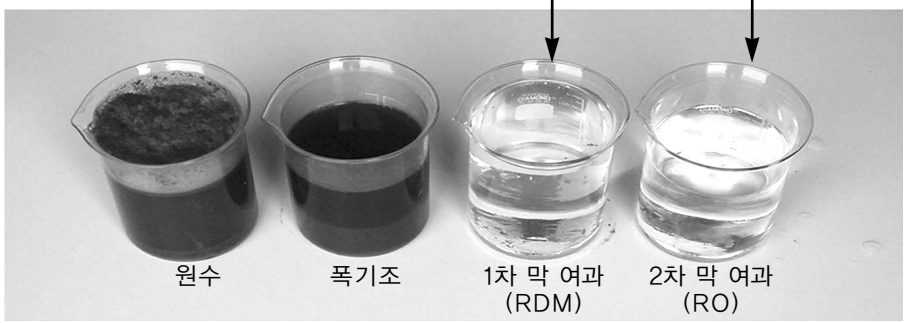
원수 → 협잡물 제거 → 생물학적처리 → RDM → R/O → 단독 방류/ 재이용

처리 수질 및 샘플 사진

가축분뇨처리시설 방류수질기준

	특정지역	기타지역	1차 막 여과	2차 막 여과
BOD	50 이하	150 이하	10-30	0.2-2
SS	50 이하	150 이하	-	-
TN	260 이하	-	100-200	10-60
TP	50 이하	-	5-10	0.1-1.0

처리 단계별 샘플 사진



(021-047)01(조 준 희) 2014.10.10 8:0 P M 페이지 47 001 2438-670-color

그런데…

- ❖ 공정이 너무 복잡한 거 아닌가?
- ❖ 처리비용은?
- ❖ 시설비용은?
- ❖ 처리시설 전담 인원?
- ❖ 악취발생 여부?
- ❖ 처리수질?
- ❖ 장단점?

세상은

상수에겐 놀이터이고

하수에겐 생지옥이다~!

