

# 수질관리기술사 문제풀이

## ? 슬러지의 호기성 소화이론과 장단점에 대하여 기술하시오.

### 1. 슬러지 처리의 목적

- 생 슬러지는 자연상태에서 불안정하며 곧 부패되어 악취를 발생시킨다. 이러한 슬러지의 처리목표는 안정화(2차오염 유발방지)무해화(살균) 용적의 감소이며 사실상 슬러지의 1차 목표는 부피의 감소에 있으며 슬러지를 안정화 시키므로써 그 결과로 고액분리가 용이하게 되고 최종처리 처분이 쉽게 된다.

이러한 목적을 수행하기 위해 슬러지의 소화 과정이 필요하며 소화의 방법에는 혐기성 세균에 의한 분해작용을 이용한 혐기성 소화방식과 호기성 미생물에 의한 분해 흡착반응을 이용한 호기성 방식이 있다.

소화조 내 분해가능한 VCC의 총 변화속도  
= 소화조내에 있어서 분해가능한 VSS의 유입속도  
- 소화조로부터 분해가능한 유출속도

호기성 소화조내의 호기성 혹은 임의성 미생물이 산소를 이용하여 분해 가능한 유기물, 세포질을 분해시키며 에너지를 얻으며 양분이 제한된 상태에서 미생물을 폭기시키면 자기산화하에 분해되고 다른 미생물의 먹이가 되는 유기물을 방출한다.

호기성 소화의 최종생성물은 탄산가스, 물, 미생물에 의해 분해되지 않는 유기물 등으로 되며 소화중 생기는 암모니아는 아질산 또는 질산으로 산화된다.

### 2. 소화이론

1) 대부분의 호기성 소화조는 연속흐름의 완전혼합 폭기장치이며 휘발성 현탁 고형물(VSS)의 감소를 기준으로 설계된다. Aolams가 제시한 호기성 소화이론의 모델에 의하면 내생 호흡에 의한 분해 가능한 휘발성 고형물(VSS의 일부)의 감소는 1차 반응 관계식을 따른다고 하였다.

### 2) 물질 수지식

### 3) 호기성 소화에 대한 장단점

#### ① 장점

- a. 생물학적으로 인정한 최종 생성물이 얻어진다.
- b. 최종 생성물은 냄새가 없으므로 토양 처분이 가능하다.
- c. 건설비는 혐기성 소화조 보다 저렴하다.
- d. 호기성 소화 슬러지의 일반적인 탈수 특성은 좋다.
- e. 생물학적 슬러지에 있어서 VSS의 감소율은 혐기성과 동일하다.

f. 상등액의 BOD (용해성)농도가 100mg/ℓ 정도로 혐기성 보다 낮다.

\*상등액 특성 (대표적인 것)

pH : 7.0	COD : 2,600mg/ℓ
BOD5 : 500mg/ℓ	SS : 100~300mg/ℓ
용해성BOD5 : 51mg/ℓ	질소 : 170mg/ℓ
총인 : 98mg/ℓ	용해성인 : 26mg/ℓ

g. 시스템이 간단함으로 운전상 문제가 적으며 숙련된 기술이 필요치 않다.

h. 호기성 소화 슬러지의 퇴비화가 혐기성 슬러지 보다 훨씬 쉽다.

② 단점

a. 호기성 소화조의 운전에 있어서 폭기에 의한 산소공급이 필요하며 이에 따른 동력비 소요 때문에 운전 비용이 높다.

b. 고형물 감소 효율이 온도에 영향을 받므로 겨울철에 처리효율이 떨어진다.

c. 슬러지의 생산량이 많아서 퇴비화 하는데는 문제가 없으나 매립 등의 최종처분에는 불리하다.

d. 산소 전달속도의 제한 때문에 고농도의 슬러지 처리에는 부적당 하며 최대 50,000mg/ℓ 이나 대개 25,000~35,000 mg/ℓ 정도가 적당하다.(이 때문에 1차 침전 슬러지의 소화는 무리가 있으나 활성 잉여 슬러지의 처리에 적합하다.)

e. CH<sub>4</sub> 등과 같은 유용한 부산물 생성은 없다.

f. 대규모 처리장에서의 적용 실적이 있다.

☞ 일반적으로 호기성 소화는 하수를 1차 침전지 없이 호기성 생물학적 방법으로 처리하기 위해 채택되며 이때의 폭기는 낮은 유기물 부하와 긴 체류시간에서 시행된다.

이런 과정에서는 산소요구량이 낮기 때문에

슬러지 폭기에 비용면의 큰 부담이 없으며 슬러지 생성량도 내호흡으로 인해 상당히 적게 된다.

때문에 하수처리장에서

1차 슬러지 → 중력식 농축 → 혐기성 소화

2차 슬러지 → 부상식 농축 → 호기성 소화

공정도 생각해 볼 수 있다.

4) 호기성 소화조의 운영

① 산소요구량

a. VSS 1g에 대해 2~4mg/ℓ 의 산소 소요 (잉여 슬러지) - 혼합 슬러지의 경우 몇 배 소요

b. 산소 전달율 - 표준치의 60~70%

c. 순수한 폭기를 위해 15~20m<sup>3</sup>/분 - 공기 (소화조 1,000m<sup>3</sup> 당) 혼합을 위해 20~30 m<sup>3</sup>/분 - 공기(소화조 1,000m<sup>3</sup> 당)

d. 산기식 포기관 사용시 열전달(폭기기의) 때문에 효율이 좋다.

② 체류기간

a. 폐활성 슬러지의 소화에 있어서 대략 15 일 정도

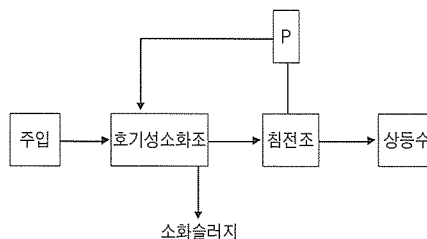
b. 10일 정도 소화시 탈수성이 좋다.

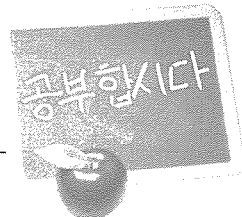
c. 20℃ 정도에서 실제적인 체류시간을 16~20일 정도가 된다.

③ 전용 침전지 필요

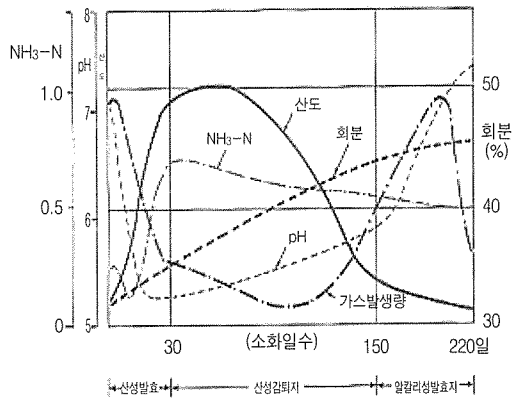
a. 연속적인 소화조 운영을 위해

b. 고형물 농도가 상등수를 얻기 위해 필요





## ? 유기성 배수의 혐기성 소화과정에 대하여 기술하시오.



쾌한 냄새가 발생된다.

또한 이 시기에는 거품현상이 일어나서 고풍 물의 상당부분이 부상되며 pH는 점차 알카리 측으로 이동, 6.0~6.5에 달하고 폐수내 BOD는 최고조에 달한다.

### 3. 알카리성 발효

- 혐기성 소화의 최종관계로서 이제까지의 축적된 유기물이 거의 분해, 가스화 된다. 즉 산성 발효기에서 생성된 각종의 저급지방산, 미분해 된 아미노산 등이 메탈과 탄산가스 암모니아로 분해되며 또 Cellulose, 질소 유기화합물도 거의 완전하게 분해된다. 이 시기에는 배수의 산도는 극단적으로 저하하며 알카리도를 증가시키고 pH는 7.5이상으로 상승하고 BOD도 급격히 감소해 혐기성 소화는 종료한다.

배수의 혐기성 소화(부패)는 이상과 같이 산성발효기, 산성감퇴기, 알카리성 발효기의 3단계로 나누어지지만 세균학적으로는 2단계로 구별된다.

#### 1) 1단계(산성세균에 의한 산성 발효)

- 배수성분으로서의 탄수화물, 지방, 단백질 종류가 1단계로 산생성균(Acid Former Bacteria)에 의해 저급지방산, Aldehyde 및 Alcohol 따위의 저분자 유기물로 분해된다. (주로 가수분해작용, 탈아미노 작용)

#### 2) 2단계(메탈 세균에 의한 메탈 발효)

- 혐기성 소화의 제2단계는 주로 산생성균의 효소작용으로 생성된 저급지방산이 작용기

### 1. 산성발효기

- 유기성 배수의 유기물 농도가 일정 이상이 되고 대기중으로 부터의 산소공급이 차단되면 폐수는 혐기성 상태로 되어 유기물의 부패가 시작된다.

이와 같은 조건하에서 산성발효가 급격히 진행되며

- 1) pH는 5.0~6.0으로 급격히 저하되고 부패취 발생
- 2) 탄수화물의 분해와 연속해서 단백질이 분해된다.
- 3) 소화액의 조성상태는 초산, 프로피온산, 탁산 등 저급지방산이 농축하게 축적된다.

### 2. 산성감퇴기

- 발효기를 지나게 되면 유기산과 질소, 유기화합물의 분해가 시작되고 암모니아, 아민, 탄산염 및 소량의 탄산가스, 메탈수소, 질소 등의 가스가 발생되며 병행해서 유화수소 등 불

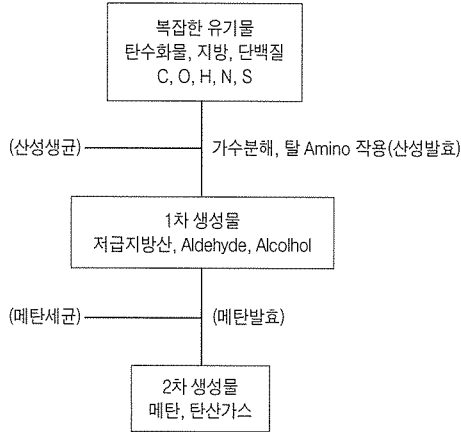
질에 대해 상당히 강한 선택성을 갖는 메탄 세균에 의해 메탈 탄산가스로 분해되는 과정이다.

- 전체적으로 산생성균은 메탄 세균에 의해 pH, 저급 지방산의 축적, 온도의 변화 등 외적 환경인자의 변동에 대해 저항성이 강하고 증식 속도도 크므로 혐기성 소화의 촉진인자는 메탄 세균의 증식 속도라고 말할 수 있다. 메탄 세균 증식의 적당한 pH범위는 6.4~7.4인 중성 부근이고 이 세균은 pH, 저급지방산의 농도, 온도의 변동에 극히 민감하며 또한 증식 속도도 늦다.

이 세균은 30~60℃ 범위를 좋아하는 중온균과 50~57℃의 고온성을 좋아하는 고온균의

2종류가 있다.

#### 4. 복잡한 유기물의 혐기성 대사 경로



### ? 제한부지내에 처리장 계획시 고려사항에 대하여 기술하시오.

#### 1. 개요

- 근래에 들어서 도시지역의 급격한 확대와 지가의 양등에 의해 처리장의 신설이나 확장에 따른 부지매입 비용이 처리장 건설비에서 차지하는 비중이 더욱 높아가고 있는 실정이다.

처리장 신설이나 확장시에 있어서 제한된 부지내에서 처리용량을 크게 하거나 신설에 따른 대책은 시설의 계량에 의한 방법, 처리공정 개선에 의한 방법 등을 들 수 있다.

#### 2. 내용

##### 1) 침전지의 시설 개량

- ① 보통 침전지를 약품침전지로 개량
- ② 보통의 약품침전지를 고속응집 침전지나 경사판 침전지로 개량

##### ③ 다층 침전지로 개량

##### 2) 여과지의 시설개량 (정수장)

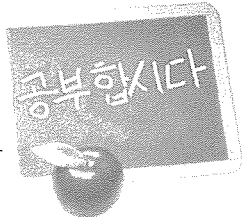
- ① 완속 여과지를 급속 여과지로 개량
- ② 단층 급속 여과지를 다층 여과지로 개량
- ③ 상향류 여과지로 개량

##### 3) 포기조의 시설개량 (하수처리장)

- ① 순산소 포기방식으로 산소이용 효율 제고
- ② 심층 포기방식을 채택하여 최초 침전지 면적 축소 및 포기조 면적 축소

##### 4) 슬러지 처리 공정 개선

- 농축후 슬러지 소화, 탈수 공정 대신 소각 처리 공정, 도입으로 소화조, 발전설비, 열교환 설비를 삭제하면 면적 축소시키는 방안 등이 있다.



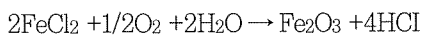
### 5) 시설의 개량이 아닌 유지관리의 방법 개선에 의한 방안

- ① 응집제나 보조제의 변경으로 Floc의 침강 속도 개선
- ② 슬러지를 자주 인출시켜 침전효율 제고
- ③ 중간 정류벽, 도류벽의 설치에 의한 침전 효율 제고
- ④ 중간 트라프 설치에 의한 침전효율 제고

⑤ 전염소, 전폭기에 의한 조류의 사멸로 여과지에 있어서의 여과 지속시간 연장 등이 있다. 시설의 개량에 의한 처리용량의 증가에만 관심을 두게 되면 처리용량 증가에 따른 부대설비의 부하용량 초과가 문제가 되므로 정수장 전체의 균형이 유지되도록 정수 혹은 처리능력을 증가시켜야 한다.

## ? 폐유의 재생기술에 대하여 기술하십시오.

### 1. 원심분리



- 물리적 재생방법으로 폐유를 연료유로 이용하기 위하여 유해한 성분만을 제거하는 간단한 공정이다.

폐유회유를 원심분리 하기 전에 약 80℃로 가온하여 유동성을 주어 불순물을 원심침전시키고 다시 가온시킨 후 2차 고속원심분리 (6,000~8,000 rpm)하여 불순물과 유회유를 분리하는 방법으로 Filtration을 병행하여 더욱 좋은 연료유를 얻을 수 있다.

### 2. 황산, 백토처리방법

- 폐유를 가온하여 (약 150℃) 수분과 경질유를 분리하고 폐유회유 부피에 대하여 4~7%의 황산을 넣어 40℃에서 24시간 반응시킨다.

불순물 및 침전물을 제거한 후 백토를 넣어 남은 찌꺼기나 Colloid성 탄수를 흡착제거하고 여과처리하면 폐유를 재생할 수 있다.

### 3. 감압증류법

- 폐유를 감압증류에 의해 정제하는 원리를 석유정제공정의 제1단계에서 원유를 나프타, 등유, 경유 등의 유분과 잔사유로 분리하는 Topping에 잔사유로부터 고비정유분을 얻는 기술을 응용한 방법이다.

### 4. 공비 또는 추출 증류법

- 비점이 같거나 차이가 적은 탄화수소의 혼합물은 보통의 증류법으로 분별증류하기가 어려우므로 비점이 낮은 제3의 성분을 첨가하여 분리회수하는 방법이다. ◀

