



# 수질관리기술사 문제풀이

? 산소로 제조한 오존에 의한 하수의 2차처리수 살균에 대하여 기술하십시오.

## 1. 경제성

오존의 보급이 지연되는 이유중의 하나가 공기를 원료로 하여 오존을 생산할 경우 전력소비가 많아 경제적인 부담이 커지기 때문이었다. 그러나 최근의 기술개발에 의해 오존발생장치의 대형화가 생산된 오존의 고농도화가 보다 저렴한 방법으로 공급할 수 있게 되었다.

## 2. 기술

- 1) 원료공기의 건조기술 향상
- 2) 방전전극의 가공정밀도 향상
- 3) 냉각효율의 향상
- 4) 방전전극의 단위면적당 투입면적의 증가

## 3. 생산단가

오존 1kg 생산단가도 소요전력이 35kwh에서 20kwh로 약 40% 절감되게 되었다.

- 오존농도는 원료기체가 공기의 경우 :  $12\sim 20\text{g}/\text{m}^3(13\text{k조}/\text{kg}-\text{O}_3)$
- 원료기체가 산소의 경우 :  $30\sim 60\text{g}/\text{m}^3(6\text{kwh}/\text{kg}-\text{O}_3)$

## 4. 산소의 제조

PSA (Pressure Swing Adsorption)에 의해 공기중의 산소를 90~95% 정도까지 농축이 가능하게 되었다.

## 5. 방전전력

관형 오존 발생기에서 공기를 사용할 때와 산소를 사용했을 때 방전전력의 차이를 검토하면 오존농도는 그 차이가 엄청나게 크다.

공기 : 최대  $20\text{g}/\text{N}-\text{m}^3$

산소 : 최대  $120\text{g}/\text{N}-\text{m}^3$

이와 같은 이점으로 하수처리의 2차처리에 오존의 활용에 대한 경제성이 더욱 커지고 있으며 염소소독에 의한 할로겐화 유기물의 2차 오염물질 생성의 우려를 감안할 때 더욱 신중히 고려해볼만한 문제이다.

이러한 견지에서 현행 염소에 의해 살균처리하고 있는 하수처리공정에 적용될 수 있는 오존에 의한 처리(소독)방법의 공정도는 다음과 같다.

## 6. 설치, 운용방법

주입방법은 기존의 염소 투입실에 산소 발생기와 오존 발생기를 설치하여 오존을 발생시키고 오존의 투입은 기존 염소 투입장치를 이용



하여 투입시키며 염소 접촉조(오존 접촉조)를 복개하여 반응후 배출되는 배오존은 송풍기(Blower)와 연결시켜 송풍기를 이용하여 폭기조로 투입시킨다.

### 7. 적용시 유리한 점

1) 현재 대다수 하수처리장에서 시행하고 있는 염소에 의한 살균은 공공 수역에 방류되는 처리수의 위생학적 관점에서 살균처리하고 있으며 예전의 하수처리수에 대한 대장균 군수 3000개/ml 이하의 규정은 현재 수질환경 보존법 시행규칙(40조)에서는 삭제되어 있다. 그러므로 법적근거가 대장균수에 대한 규제였으므로 더욱 효과가 높은 오존에 의한 살균도 경제성만 있다면 시행해 볼 수도 있다.

2) 오존을 접촉시키고 난 후 배오존을 송풍기를 통해 폭기조에 주입시킴으로써

① 2차 처리 공정의 효과 제고

② 난분해성 오염 물질의 생물학적 처리 촉진

③ 고분자 물질의 저분자화, 입자표면의 전하 변경으로 응집효과에 의한 2차 침전조의 침전효과 상승 등 생물학적 처리 효율 향상에 도움이 된다.

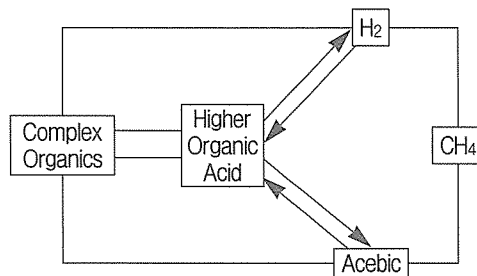
3) 근래에 들어서 하수처리수에 대한 질소와 인 등의 농도규제가 강화되어 3차처리에 대한 필요성이 대두되고 있어서 토기공정의 오존에 의한 전처리와 3차 처리를 연계하여 고도 처리를 시행함으로써 강화된 수질기준에 대응할 수가 있는 것이다.

## ? 혐기성 소화조 이론에 대하여 기술하십시오.

### 1. 장점

- 1) 처리과정에서 메탄가스 생성 → 유효 이용 가능
- 2) 소화후 슬러지 생산량이 적고(감량화)
- 3) 장기간 체류로 살균효과
- 4) 호기성 처리공법에 비해 운영비의 소요가 작다.
- 5) 고농도의 폐수처리 가능
  - 슬러지 생산량 - 호기성 : 50~60% / 혐기성 : 5~20%

- 1) 장기간 체류되므로 시설비가 커지며
- 2) 소요부지가 넓게 소요된다.
- 3) 사용되는 미생물의 주어진 환경요소에 민감하게 반응하기 때문에 운전관리가 어렵다.
- 4) 처리수의 농도가 고농도이다.



### 2. 단점



### 3. 기본원리

1) 제1단계(이화작용) → 시스템내 수소 분압이 충분히 낮을 때

- 제1단계는 기질(Complex Organics)이 H, 아세트산, 고급유기산(프로피온산, 뷰티르산, 에탄올)등으로 바뀌는 단계이다.

① 기질 → CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub> + 아세트산

② 기질 → 프로피온산 + 뷰티르산 + 에탄올  
여기서 수소의 분압이 높을 때는 ①의 경로에서는 생성된 아세트산과 H가 환원되어 고급유기산으로 되기도 한다.

2) 제2단계

- 첫째 단계에서 생성된 고급 유기산(프로피온, 뷰티르, 에탄올)이 아세트산으로 바뀌는 단계이다.

고급유기산 → 아세트산 + HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> + H<sup>+</sup> + 3H<sub>2</sub>

3) 제3단계

- 둘째 단계에서 생성된 아세트산 및 수소가 메탄생성세균과 기타 세균에 의해 메탄으로 변환되는 과정이다.

① 4H<sub>2</sub> + CO<sub>2</sub> → CH<sub>4</sub> + 2H<sub>2</sub>O

② 아세트산 + H<sub>2</sub>O → CH<sub>4</sub> + HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> + 에너지  
또한 여기서 중탄산은 다시 이산화탄소로 전환되는데 그 비율은 pH에 따라 다르다.

4H<sub>2</sub> + HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> + H<sup>+</sup> → CH<sub>4</sub> + 3H<sub>2</sub>O + 에너지

여기서 수소의 분압이 높아지면 ②의 반응이 3단계에서 ①의 경로를 제외한 대부분의 메탄생성은 ②를 통해 이루어지는데 이 반응은 혐기성 반응전체를 좌우할 만큼 중요하다.

또한 이 반응은 시스템 내의 수소를 제거하고 그 분압을 낮게 유지함으로써 아세트산 생성을 가능케 하는 역할을 하기 때문이다.

만일 수소의 분압이 10<sup>-4</sup>기압을 초과하면 아

세트산 생성이 중지되고 기타의 산의 생성되기 때문이다.

### 4. 혐기성 반응의 환경인자

1) pH 값

- 메탄 생성을 위한 반응조의 적정 pH 는 6.8~7.4이다.

산생성 세균의 증식속도는 메탄 생성세균보다 빠르므로 기질 부하량이 커지면 유기산이 증가되고 탄산수소산의 pH 완충능력이 깨지면서 pH는 낮아진다.

그러면 에탄생성균의 증식이 억제되고 반응조의 기능이 정지된다.

2) 온도

- 메탄생성균은 혐기성 반응조내의 타세균보다 온도변화에 더 민감하다. 그리고 타세균은 번식속도가 비교적 빠르므로 온도변화가 있을 때 반응조의 pH 등 환경조건은 메탄생성세균보다 불리해질 수 있다.

적당한 소화온도는 증온 35℃ 내외, 고온 55℃ 정도이다.

3) 영양물질

- 혐기성 세균에 필요한 영양물질은 질소와 인 그리고 무기질 이온이며 부하되는 물질 중 생물분해 되어 합성될 때 이러한 영양물질이 필요하게 된다.

4) 독성물질

- 혐기성 반응에 있어 반응조내의 많은 물질은 일정수준의 농도를 넘어서면 그 독성으로 세균의 증식을 억제한다. 이 억제의 정도를 나타내는 지표로서 메탄가스 발생속도의 감소와 휘발산 농도의 증가를 들 수가 있는데 두 가지 지표가 동시에 고려할 때 유효하다.