

## 수질관리기술사 문제풀이

### ? 부유물 접촉 침전지에 대하여 기술하시오.

#### 1. 개요

- 본 침전장치는 고속응집 침전지, 고속접촉 침전지, 접촉응집 침전지 등으로 불리우며 원래는 경수의 연수화장치로 Spaulding에 의해 개발됐으며 근래에 들어 침전지로 응용되게 되었다.

특징은 동일 조내에서 약품혼화와 Flog 형성, 침전분리가 동시에 이루어지고 종래의 수평류식 침전지의 2~3배 정도의 수면적 부하율을 얻을 수 있는 게 특징이다.

처리원리는 이미 생성된 대형의 Flog이 밀집된 Flog 형성부분에 미소 Flog을 도입시켜 모 Flog에 흡착시킴으로써 Flog 형성시간을 크게 단축시키는데 있다.

이렇게 형성된 모 Flog군은 거의 같은 큰 침강 속도를 갖기 때문에 높은 수면적 부하율을 갖는 상향류식 침전지로 사용될 수가 있다.

#### 2. 침전지의 종류

##### 1) 슬러지 순환형

- 어떤 일정범위 농도를 가진 슬러지를 항상 지내에 순환 시키면 새로 유입된 원수와 응집제는 이 광도의 슬러지와 혼합해서 대형 Floc으로 성장된다.

대형 Floc을 포함한 순환류는 분리실에서 청등수 상승과 슬러지 하강으로 서로 분리되며 슬러지는 다시 아래 Slit로 유입되어 순환된다.

- 본 방식은 원수의 변화가 심하거나 여러 성분의 현탁질에 비교적 광범위하게 적용할 수 있다.

- 수질변화에 따라 교반속도와 슬러지 순환량을 변화시켜 탄력적으로 조절이 가능하다.

##### 2) 슬러지 Blanket 형

- 중앙의 혼합반응실에서 기존 슬러지와 혼합하여 대형 Floc을 만드는 점은 슬러지 순환형과 동일하나 분리실의 방출은 조아래에서 행하여 상승시킨다. 상승유속은 단면이 커짐에 따라 차차 작아져서 침강하려는 대형 Floc의 상승속도와 평형을 이루어 결과적으로 수중에 정지하는 슬러지 Blanket가 층을 형성한다.

- 혼합 반응실에서 방출된 대형 Floc은 슬러지 Blanket층을 통과하면서 청정화되어 트라프를 이용 유출된다.

- 원수 수질이 일정한 범위내에 있고(탁도 3000°이하) 처리수량의 변동이 크게 없을 때는 유리하나 슬러지 Blanket 계면은 어지럽혀져도 슬러지 순환에 의해 곧바로 회복되는 이점이 있다.

##### 3) 복합형

- 이 방식은 슬러지 순환형과 슬러지

Blanket형의 혼합방식으로써 슬러지의 응집은 슬러지 순환형으로 하고 슬러지의 분리는 슬러지 Blanket형으로 하여 두 가지 방식의 장점을 겸하고 있다.

4) 맥동형

- 맥동형 접촉 침전지는 슬러지 Blanket형의 변형된 침전지로써 유입수를 진공탑에서 진공에 의하여 흡상시키고 주기적으로 탈 진공시켜 형성된 맥류로 유입시키며 이 방식은 중간농도의 균일하고 비교적 가벼운 Floc에 흔히 이용된다.

3. 부유물 접촉 침전지의 장단점

1) 장점

- ① 장치용량이 재래식에 비해 적다.(1~2시간 체류)
- ② 통상의 탁도 범위내에서 수질부하변동은

어느 정도 흡수된다.

③ 약품량이 절약된다.(20% 약품량 절감)

2) 단점

- ① 과부하(Shock Load)에 약하다.
- ② 고탁도시에 슬러지 배출로 인한 손실이 크다.
- ③ 저탁도시 모 Flog의 유지가 힘들다.
- ④ 대류에 의해서는 모 Flog이 유출되기도 한다.

4. 유지관리시 주의사항

- 1) 운전관리의 숙련과 원수 수질변동에 대한 명확한 자료 요구
- 2) 원수의 탁도는 5~10° 정도 유지
- 3) 최고 탁도는 약 1000~3000° 이하일 것
- 4) 탁도 변동의 폭이 너무 크지 않을 것
- 5) 처리수량의 변동이 작을 것

**? 혐기성 생물학 공법에 대하여 기술하시오.**

1. 개요

- 혐기성반응은 낮은 세포생산 계수 때문에 반응조내의 세포농도가 낮아지고 반응기간이 길어진다. 이러한 단점은 보완하기 위해 혐기성 접촉프로세스가 개발되었지만 이것 또한 용해성 기질만을 처리하는 경우 세포의 분리가 곤란하고 적당한 고형물이 있는 경우 분리는 가능하나 역시 반송해야 하는 번거로움이 뒤따른다.

이러한 현탁증식방법의 결점을 보완시키기

위해 시도 된 것이 혐기성 생물막공법이다.

2. 혐기성 생물막 공법의 종류

1) 혐기성 침지여상

- 이 방법은 호기성 침지여상의 경우처럼 액상에 미생물매체를 완전히 침지 시킨 것인데 산소의 공급이 없고 조내의 흐름이 상향류인 것이 다르다. 사용되는 매체는 호기성 침지여상의 경우와 같다.

- ① 미생물들은 침지된 매체의 표면에 부착하



거나 매체 사이의 공극에 현탁하면서 증식된다. 상향류이므로 조의 바닥 가까이에서 미생물이 내호흡 상태로 존속하게 된다.

② 이 방법은 조내의 미생물이 많고 안정되어 있으며 수리학적 체류시간을 짧게 하면서도 매우 긴 슬러지 일령을 유지할 수 있다.

③ 적용 경우는 고농도의 유기성 기질, 저농도의 기질제거용 또한 20℃ 정도의 저온 처리용으로 시도되고 있다.

④ 장점

a. 높은 기질 부하율

b. 부하율 변동과 충격부하에 강하다.

c. 환경변동에 대한 적응력, pH, 온도 등의 일시적 변동에 회복력이 크다.

d. 구조가 간단하고 운전이 쉽다.

e. 적은 슬러지 발생량, 유효가스의 생산, 적은 영양물질 소요 등 혐기성 프로세스의 모든 장점을 갖춘다.

⑤ 단점

a. 매체 공극이 막히기 쉽다.(현탁 고형물이 있는 폐액처리에는 적합하지 않다.)

b. 수로화(Channelization)의 문제가 있다.

- 수로화란 공극이 막히면서 조내흐름이 제한 받고 고정되는 현상을 말하며 흐름의 제 분산이 제한 받고 단로흐름이 생기며, 기질과 미생물의 접촉이 제한되어 전반적인 기질 제거율이 떨어진다.

c. 매체층의 폐색을 방지하는 청소방법이 확립되어 있지 못하다.

⑥ 양호한 매체층 또는 매체 매트릭스 조건

a. 비표면적이 크고

b. 공극내 양질의 미생물 Floc을 유지할 수 있고

c. 흐름을 최대한도로 재분산 시킬 수 있고

d. 막히지 않을 것

2) 상향류 혐기성 슬러지 블랭킷 프로세스

① 본 시스템은 Upflow Anaerobic Sludge Blanket 이라 하며 다른 생물막 공법과는 달리 미생물이 부착하는 매체가 없다.

기질이 상향류되는 반응조내에서 미생물 스스로가 덩어리되면서 1mm 전후의 과립을 형성하고 모여서 층을 이루는데 미생물과 접촉하고 이것을 슬러지 블랭킷이라 부른다.

② 기질은 슬러지 블랭킷을 통과하면서 미생물과 접촉하고 그 대사활동에 의해 제거된다.

③ 반응조의 윗부분에서 입상슬러지는 상향류 속과 동일한 속도로 침강하므로 상등의 분리되어 경계면을 이룬다.

반응조의 윗부분은 기액분리장치가 있으며 유동층생물막 반응조와 달리 유출수의 재순환이 없다.

④ 이 반응조는 10g/l (10,000mg/l)이상의 MLSS를 유지할 수 있으며 다단식의 경우 100,000mg/l 의 MLSS도 가능하다. 그러므로 최근에는 탈질산화용으로 시도되는 경향이 있다.

⑤ 장점

a. 높은 기질부하율

b. 부하율변동, 충격부하, 환경변화 등에 대한 강한 저항력

c. 공극이 막히는 어려움이 없다.

d. 유출수의 재순환이 없다.

e. 혐기성 프로세스의 모든 장점

⑥ 단점

a. 미생물 과립의 형성이 쉽지 않다.

- 과립의 형성은 체포의 다당물질의 분비에 의존하나 폐수의 성분에 따라 성공률이 다르다.

b. 슬러지 블랭킷을 안정화 시키고 과립의 유실은 방지해야 된다.

c. 안정된 조작방법이 확립되어 있지 않다.

## ? 침전조 운전에 영향을 주는 인자에 대하여 기술하시오.

1) 폐수량의 정확한 추정과 최대유량으로 설계수량 결정

2) 유입속도 유지(농축조의 밀도류에 의한 단회로 방지)

3) 고형물 부하량 유지

- 침전지(1차) - 1.7~34.2kg/m<sup>2</sup> · 일

침전지(2차) - 5.86~87.8kg/m<sup>2</sup> · 일

- 농축조 - 60~90kg/m<sup>2</sup> · 일

4) 체류시간의 적정

① 침전지 : 2~4 시간

② 농축조 : 12~24 시간

5) 수면적 부하량

① 침전지 : 20~40 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> · 일

② 최종지 : 15~35 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> · 일

6) 원료부하 유지

- Weir 전반부에 균일하게 설치

- 침전지 - 100~190 m<sup>3</sup>/m

7) 유입부에 단회로와 와류를 방지하기 위해 정류판을 설치한다.

8) 슬러지의 재부상을 방지하기 위해 감속기의 선속도를 1~2 m/분으로 한다.

9) 와류 및 장방향 침전지의 편류 방지

## 대기관리기술사 문제풀이

### ? 다이옥신 저감을 위한 단계적 기술 전략에 대하여 논하시오.

생활폐기물 소각시설(MSW in(erator)에서 다이옥신류의 생성 · 배출저감을 위해서는

① 쓰레기의 균질화 및 균일화

② 쓰레기 연소과정에서 다이옥신류의 생성 억제 및 제거

③ 보일러 및 에코아이저, 공기예열기, 수분

사 냉각장치 등 연소가스의 열회수 · 가스 냉각 과정에서 다이옥신류의 재합성 억제

④ 집진 및 산성가스 제거 등 배기가스 처리 과정에서 다이옥신류의 고효율 제거 등 4가지로 요약할 수 있다.



### 1. 쓰레기의 균질화 균일화

- 쓰레기의 균질화, 균일화 작업은 쓰레기의 연소속도와 발열량을 일정하게 유지함으로써 안정적인 연소관리를 위해 쓰레기의 파봉 및 파쇄작업과 강통 등 불연물을 분리수거 및 선별작업 등이 필요하다.

### 2. 다이옥신 발생의 최소화(연소과정에서 다이옥신 생성 억제 및 제거)

- 소각로 내의 안정연소(Stable Combustion) = 우수연소관리(GCP: Good Combustion Practice)에 의한 완전연소(Complete Combustion)가 이루어져야 한다.

- 3T의 우수연소조건 = 온도(Temperature), 체류시간(Time), 혼합(Turbulence)을 적절히 유지

### 3. 다이옥신 재합성 억제

① 냉각설비 및 폐열회수시설 등에 비산재가 최적되지 않도록 하고

② 연소가스를 급속냉각시켜 다이옥신류의 재합성 억제

③ 배가스는 냉각설비를 설치하며 200~250℃이하로 급냉하여 다이옥신 재합성을 최대한 억제

(전기집진기내 300℃ 정도의 온도에서 가장 재합성율이 높음.)

### 4. 집진 및 산성가스 제거 등 다이옥신 고효율 제거

- 다이옥신을 효율적으로 제거하는 최종단계로서 적정방지시설의 선정 및 운전, 방지시설로 유입되는 연소가스 온도의 통제 등이 중요하다.

한편 국내 생활쓰레기 소각시설의 다이옥신 저감을 위한 입증된 기술 (Proven Technology)은 다음과 같다.

- 다이옥신 제거 효율 평균 99% 이상 유기 가능

- 반건식 소석회에 의한 HCl제거 : 당량비3에서 80~95%

- 집진장치의 저온화가 상대적으로 용이하고 포집분진의 흡착작용에 의한 중금속 제거효율도 높다.(Mg 50~70% 그 외 거의 100% 제거 가능)

## ? 다이옥신 및 질소산화물 동시처리 기술에 대하여 기술하십시오.

### 1. 다이옥신 및 질소산화물 배출 규제

① 폐기물 관리법과 대기환경보전법에서는 소각시설 보일러 및 발전시설에서 배출되는 다

이옥신과 질소산화물의 배출허용기준이 2003년 및 2005년 단계별로 강화된다.

② 대형 폐기물 소각시설의 경우 다이옥신 배출농도를 0.1ngTEQ/m<sup>3</sup>이하로 낮추어야 하

며 질소산화물은 신규발전시설의 경우 현재 400ppm에서 2005년 부터는 최고 50ppm 이하로 배출되도록 하여야 한다.

③ 따라서 기존의 일반적인 발생저감 및 대기오염 방지 설비로는 기술적인 한계가 있기 때문에 현재까지 개발된 최고의 기술 적용의 해서만 이러한 배출허용기준을 달성 할 수 있다.

## 2. 다이옥신과 질소 산화물의 제거 기술

① 다이옥신 및 질소산화물은 물에 잘 녹지 않으며 매우 안정된 형태의 화합물이기 때문에 습식처리가 곤란하고 고효율로 제거하기가 어려운 대기오염물이다.

② 따라서 이러한 오염물질들은 촉매를 이용하여 완벽하게 처리하는 기술이 주도적으로 보급되고 있는 것이 전 세계적 추세이다.

③ 촉매를 이용한 다이옥신 분해기술은 효율이 높지만 몇 개의 기술선이 촉매기술을 독점하고 있으며 가격이 고가라는 단점이 있다. 그

러나 촉매를 사용하는 경우 다이옥신이 부독성의 물질로 완전 분해가 되고 제거율도 매우 높으며 부수적으로 질소산화물(NOx)도 분해가 가능하기 때문에 선호되고 있다.

④ 다이옥신 및 퓨란류는 300℃의 촉매반응기에서 산소와 산화반응하여 수증기와 이산화탄소, 미량의 염화수소 완전분해가 된다.

⑤ 반면 질소산화물은 환원제로 첨가되는 암모니아와 촉매상에서 환원반응하여 질소와 수증기로 완전히 분해가 된다. 즉 같은 촉매반응하여 질소와 수증기로 완전히 분해된다. 즉 같은 촉매반응기에서 다이옥신류는 산화반응 NOx 환원반응에 의해서 처리가 된다.

⑥ SCR에 의한 다이옥신류의 제거효율을 두고 현재 분해 메커니즘을 두고 약간의 논란이 있으나 De-Dioxin용으로 V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 함량을 높힌 산화촉매는 다이옥신을 산화시키는 효과가 있으며 210~260℃의 낮은 온도에서 운전하는 것이 일반적으로 알려져 있다. (SCR에 의한 Dioxin 제거효율 : 최고 93%, 평균 89%)

[한국산업기술협회 환경연수부]

# (사)한국환경기술인연합회 임회

- 문의: (02)852-2291 ~ 3(연합회 사무국)
- 자격: 지역협의회 가입하지 않은 준회원