

생물학적 하·폐수처리 실제(1)

— 생물학적 폐수처리 시 고려해야 할 사항

이 문 호

이호환경컨설팅 대표이사
(한국과학기술원 생물공학 석사)

■ 목차

1. 생물학적 폐수처리의 관리에 고려해야 할 사항
2. 산업폐수별 폐수특성과 처리에서의 문제점
3. 생물학적 폐수처리의 이상현상 발생과 결과
4. 별킹의 발생과 실제
5. 거품, 스크의 발생과 실제
6. 슬러지부상, 해체, 슬러지형성 불량 등의 문제

생물학적 폐수처리는 연속 또는 연속회분으로 배양된 미생물을 이용하여 폐수중의 부유물이나 용존물질을 흡착, 산화와 동화, 고액분리시켜 처리하는 방법으로서 주로 유기성폐수를 정화하는 방법으로 이용되어 왔으나 최근에는 질소와 인을 제거하는 방법에도 널리 이용되고 있다.

생물학적 폐수처리의 주역은 살아있는 미생물이므로 환경조건의 지배를 절대적으로 받는다. 따라서 처리장을 관리한다는 말은 결국 폭기조(각종 반응조)의 환경을 조절한다는 것이다. 그렇다면 조절이 가능한 환경조건에는 어떤 것이 있으며 이들 환경조건을 조절할 때 고려해야 할 사항은 어떤 것이 있는지 살펴보도록 한다.

1. F/M비

F/M비가 높으면 BOD제거속도가 빨라서 체류시간을 줄일 수 있고 따라서 폭기조의 크기를 줄일 수 있다. 그러

나 F/M비가 높으면 슬러지의 침강성이 불량해지게 되는 문제점이 있다. 그래서 슬러지 침강성에 문제가 없는 범위 내에서 되도록 F/M비를 높여 운전하게 된다.

그러나 현장의 운전에서는 F/M비를 조절해주는 데 이처럼 여유가 있는 경우가 오히려 드물다는데 운전의 어려움이 있다. F/M비를 높여주고 싶어도 높일 수 없는 여건, F/M비를 낮추고 싶어도 낮출 수 없는 여건이 충분히 있을 수 있다. 이런 경우에 F/M비가 너무 높거나 너무 낮을 때 결국 슬러지 이상현상이 발생할 수 있다.

F/M비가 너무 낮을 때는

- 핀플럭
- 탈질에 의한 슬러지 부상
- 슬러지 해체
- 별킹
- 방선균 증식—)거품, 스크

F/M비가 너무 높을 때는

- 분산증식—)처리수 혼탁
- 핀모층류 과다 증식
- 처리수 BOD, SS 상승

F/M비가 너무 낮을 때는 폭기조 MLSS농도를 줄이는 방법이 있는 데 여러 가지 여건상 지나친 감소가 어려울

때는 폭기량을 줄이거나, 폭기시간을 단축(간헐포기)시키는 간접적인 방법도 생각할 수 있다.

F/M비가 너무 높을 때는 물론 폭기강도를 높이는 게 당연하겠지만 폭기조가 여러개 있을 때 폭기조유입원수를 폭기조-1,2 등으로 나누어 주입하는 방법도 고려해 보자하다.

2. 수온

폐수처리에 가장 적절한 수온은 20-28℃ 범위이지만 일반적으로 폐수처리에서 수온조절을 거의 불가능하므로 폐수에 따라서는 수온이 가장 중요한 환경인자로 되는 경우가 많다.

수온이 12℃ 이하로 되면

- 폐수처리효율이 급감하게 되고
- 질산화와 탈질이 거의 중단되며
- 미생물의 증식속도가 느려지므로 폭기조 MLSS가 감소

수온이 38℃ 이상으로 되면

- 미생물의 증식속도가 빨라져 분산증식→처리수 혼탁
- 원생동물이 사멸→플럭형성이 미약→슬러지 침강성 불량
- 미생물 증식이 빠르므로 산소부족, 영양염류 결핍→별킹

뜨거운 폐수가 생산공정에서 발생하는 처리장에서 여름철에 폭기조의 수온이 38℃보다 훨씬 높게 되는 경우가 흔하다. 물론 이런 경우에 처리가 불량해지는 건 당연하다고 볼 수 있다. 수온을 내려주는 게 가장 좋은 대책이겠지만, 처리수가 혼탁해지거나 또는 슬러지침강성이 불량해지는 것이 고온에서의 문제이므로 한시적으로 응집제를 적정량 사용하는 것도 대책으로 보아진다.

3. 영양염류

영양염류의 결핍은 이주 사소한 환경인자로 보여지지만 실제 결핍이 일어났을 때 일어나는 이상현상은 의외로 심각하게 나타날 수도 있다.

영양염류가 결핍될 때

- 별킹 유발(특히 점액성별킹)
- 슬러지 점성→침강성 불량, 탈수 곤란
- BOD처리효율 저하

영양염류가 과다로 투입되었을 때

- 탈질에 의한 슬러지 부상
- 질산화에 의한 처리수의 pH저하
- 처리수의 TN, TP 규제기준 초과
- 잔존하는 요소→CODMn으로 나타남

영양염류가 결핍되어 이상현상이 발생될 경우 적정량의 영양염류를 올바른 방법으로 폭기조에 투입할 경우 그 효과는 매우 현저하게 나타나게 된다. 따라서 산업폐수처리에서는 염류의 결핍이 일어나고 있는지 꼭 확인할 필요가 있다. 원수내에 이미 질소성분이 다량 함유되어 있을 때는 침전조에서의 슬러지부상 등의 문제가 발생될 수 있는 데 앞으로는 질소와 인의 규제를 적용받는 처리장이 많아지므로 고도처리를 한다면 질소과다로 인한 문제는 거의 없을 것으로 본다.

4. 산소농도

현장 관리인이 가장 신경쓰는 환경조건이 바로 폭기조의 DO로 보여진다.

폭기조의 DO가 매우 높을 때

- 질산화→pH저하, 탈질에 의한 슬러지 부상
- 갑각류 Moina 과다증식→침전조 수면이 적색으로 변화

- 핀플럭
- 슬러지 해체

폭기조의 DO가 너무 낮을 때

- 처리효율 저하
- 슬러지 부패→흑색의 슬러지 부상
- 악취 발생

에너지소비 측면으로 봐도 굳이 폭기조의 DO를 너무 높게 유지할 필요는 없다. 필요한 양 이상으로 너무 DO를 높여 운전하면 득보다는 오히려 실이 많으며 이상현상이 일어날 수 있다. 가장 일반적인 것은 핀플럭이지만 F/M 비가 매우 낮으면서 폭기를 많이 했을 때는 슬러지 해체가 지 일어날 수 있다.

염소농도가 매우 높은 폐수(젓갈, 수산물가공 등)에서 폭기조의 DO가 낮을 때는 슬러지부패가 일어날 수 있으며 악취가 발생될 수 있다.

5. pH

하수나 오수 등에서는 별로 중요한 환경인자가 아닐 지 모르나 화학폐수처럼 폐수의 성분이 단순한 폐수일수록 pH는 매우 중요한 환경인자이다. 때로는 폐수처리가 진행되면서 pH가 상승되거나 저하되는 변화를 일으키는 폐수가 있으므로 주의가 필요하다.

pH를 상승시킬 수 있는 요인

- 요소과량 투여→암모니아 생성
- 암모니아수 투여
- 유기질소의 분해→암모니아 생성
- 특정오염물질의 분해→pH 상승

pH를 저하시킬 수 있는 요인

- 고농도의 당 함유폐수→유기산 생성

- 질산화(암모니아)→질산

pH의 조절은 산이나 염기의 투입으로 해결될 문제이지만 때로는 투입량이 너무 많아 운전비용 증가가 유발되고, 화학폐수 등 특정폐수에서는 pH변화로 가스를 발생하는 성분이 있어서 잘못 pH를 조절하다 보면 일시에 폭기조의 슬러지가 부상하는 현상이 일어날 수도 있어 주의가 요망된다.

6. SRT

SRT의 조절도 폐수처리에서 매우 중요하다. 특히 난분해성물질이 대부분 함유되어 있는 산업폐수의 경우 SRT는 처리효율을 좌우하게 된다.

SRT가 길 때

- 폭기조의 미생물상이 안정→처리수질이 안정
- 방선균이 증식 가능→거품, 스크 발생
- 미생물의 자기산화→잉여슬러지 생산량 감소
- 핀플럭

SRT가 짧을 때

- 처리효율 저하(처리수 혼탁)
- 과부하, 쇼크부하에 대한 소화력 부족→처리수질 불안정
- 잉여슬러지 생산량 증가

난분해성물질(COD)이 많이 함유되어 있는 폐수일 경우에는 SRT를 길게 하여야 한다. 그러나 이런 경우 자칫 잘 못하면 방선균이 증식될 수 있어 항상 주의가 필요하다. 장차 슬러지처분이 문제로 대두될 것으로 본다면 SRT를 길게 하여 잉여슬러지의 발생량을 줄이는 것도 매우 바람직한 처리기술이 될 것이다. 무엇보다 SRT를 길게 하면 처리수질이 안정화된다는 건 큰 장점이다. 그러나 자칫 핀플럭 등으로 처리수의 SS증가가 일어날 수도 있다.