

변형 혐기성 여상 반응조에서 교반강도가 유기물 제거효율에 미치는 영향

정병근¹, 이현모², 윤종호³, 정형숙⁴, 양병수⁴

¹군산대학교 해양환경학과

²동의공업전문대학교 환경공학과

³신성전문대학교 환경공학과

⁴부경대학교 환경공학과

생물학적 폐수처리 공정은 이용하는 미생물의 특성에 따라 호기성 처리와 혐기성 처리로 대별할 수 있다. 활성슬러지 공법을 비롯한 호기성 처리공법은 운전이 쉽고 부하변동에 강하며 유출수 기준을 만족시킬 수 있다는 점 때문에 1960년대 후반부터 대부분의 폐수처리에 적용되어 오고 있다. 그러나 호기성 처리공법은 일반적으로 처리장의 운영비가 과다하고 에너지 비용이 클뿐만 아니라 폐수처리 후 생성되는 폐슬러지의 처리문제가 폐수처리비용을 더가중시키고 있다.

전형적인 호기성 처리공법에 있어서 공기요구량은 BOD 1kg당 33-55m³ 정도이다. 즉, 약 0.3kg의 BOD를 분해시키는데 1MJ의 에너지가 필요하게 된다. 그러나 혐기성 공정에서는 1MJ당 2.6kg의 BOD를 분해시킬 수 있으며, 또 호기성 공정은 분해된 BOD의 40% 이상이 슬러지로 전환되는데 비해 혐기성 공정에서는 약 5%가 슬러지로 생성된다. 그 외에도 혐기성 처리공정은 유용가스인 메탄을 생성할 수 있다.

전전까지는 혐기성 폐수처리공정은 농축폐수 및 슬러지의 안정화 등에만 가능한 것으로 생각되어져 왔으나, 고품질 체류시간(SRT : solid retention time)만 잘 조절하면 매우 낮은 농도의 폐수도 높은 제거효율로서 처리가 가능하다. 이와 같이 SRT를 조절하는 방법으로서 최근에는 반응조내에 미생물을 보유시킴으로 해서 수리학적 체류시간(HRT : hydraulic retention time)과 SRT를 분리시키는 방법들이 많이 연구되고 있다.

이러한 연구결과 여러 새로운 형태의 혐기성 반응조가 개발되었는데 그 중 혐기성 여상과 슬러지상 반응조가 가장 장래성이 있는 공정으로 생각되어 진다. 이들 상향류식 반응조와 관련된 가장 중요한 운전상의 문제는 단회로현상과 공극폐쇄현상이며, 이와 같은 현상은 불균일한 흐름분포에 의해서 일어나는 것으로 알려져 있다. 또 Heertjer et al.(1978)에 의하면 상향류식 반응조내에서 유체흐름의 동력학과 슬러지 운동은 상호의존적으로 공정효율에 영향을 미치며 슬러지 입자의 대부분이 슬러지상으로서 반응조 밑바닥에 축적되기 때문에 슬러지상 내에서의 혼합은 좋지 않은 것으로 보고하고 있다. 또한 이에 따른 혼합이 부적당한 경우 단회로 현상의 가능성이 커지며 따라서 COD 제거효율 및 가스생성율에 큰 영향을 미치게 된다. 이러한 현상은 유출수를 바닥전체에 균일하게 분포시킴으로서 최소화시킬 수 있다. 따라서 이와 같은 문제를 극복하고 폐수와 미생물간의 접촉정도를 높이기 위해서는 혼합이 필요한데 이러한 혼합은 기계적 교반, 생성가스에 의한 혼합, 폐수의 반송 등에 의해서 이루어질 수 있다. 생성가스에 의한 혼합은 처리중 생성가스에 의한 자연적인 혼합으로 유기물부하가 높은 경우에는 충분하나 유기물 부하가 낮은 경우에는 충분하지 못하며, 특히 슬러지 상에서의 혼합은 좋지 않은 것으로 알려져 있다. 반송에 의한 혼합은 독성물질의 존재 pH 변화와 같은 문제에 대해서는 대

단히 유리하나 이에 따른 반응조 용적증가문제를 수반하게 된다. 한편 기계적 교반은 장치 및 운전이 간단하며, 슬러지상을 직접 교반시킬 수 있다는 장점이 있으나 교반강도가 너무 낮으면 폐수와 미생물간의 접촉효율이 좋지 못하고 너무 강한 교반은 플록의 파괴 및 분산을 가져오므로 적정 교반속도의 선택이 대단히 중요하다.

본 연구에서는 혐기성 여상과 UASB공법(upflow anaerobic sludge bed process)의 장점을 취해 만든 반응조를 이용하여 도시하수 수준의 저농도 폐수처리의 가능성을 검토하여 슬러지상 내에서의 기계적 교반강도가 처리효율에 미치는 영향을 조사하여 최적 회전수를 찾아내는데 그 목적이 있으며 얻어진 결론은 다음과 같다.

1. 혐기성 공정의 start-up시 과립상 슬러지의 소량 첨가와 미디어 표면에 slime층을 형성 시키면 반응조 start-up 기간을 상당히 단축시킬 수 있으며, 교반강도에 따른 start-up 기간의 변화는 거의 없었다.
2. 유입 COD 125-500mg/l 범위의 저농도 폐수에 있어서 유기물 제거효율은 일정 유기물 부하에서 유입수 농도에 의해 영향을 받는 것으로 나타났다.
3. 반응조 교반강도는 유기물 부하 2kg COD/m³ day까지는 큰 영향을 미치지 않았으나 이보다 높은 유기물 부하에서는 교반강도의 영향이 비교적 크며, 본 실험에서 사용한 교반속도에서는 50rpm이 최저치로 나타났다.
4. COD 125mg/l의 저농도 폐수를 체류시간 6시간에서 처리한 결과 T-COD 제거효율은 85%정도였으며, 유출수 중의 SS농도는 20mg/l정도로서 낮은 편이었다.