

고정화 미생물 반응조의 운전특성 및 생활하수처리 적용

차수길 · 이병헌* · 정승현**

경남보건환경연구원 · *부경대학교 환경공학과 · **주식회사 이엔텍 기업부설연구소

Operational characteristics and application of reactor using entrapped
microorganism in the sewage treatment

Su Gil Cha · Byung Hun Lee · Seung Hyun Jeong*

Department of Environmental Engineering, Pukyong National University

*Research Institute in Affiliation for E&TECH CO., Ltd.

ABSTRACT

Entrapped media with cellulosic triacetate in which activated sludge was applied to induce operating factors and sewage treatment on site. The results are summarized as follows; The treatment efficiency of entrapped media is 92%, 90% and 80% at the size of 5mm, 7mm, and 12mm, respectively. Also, treatment efficient rate was increased by the packed amount of media in less than 30 % packed, while in more than 40 % packed that was decreased. It takes 10day to reach the steady states and it is less than the existing activated sludge method. The slopes of oxygen consumption rate are almost parallel both in the entrapped media and free sludge. When organic loading rate is less than $1.0 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{d}$ on site, it is achieved good removal rate independent of changes of loading rate.

I. 연구배경 및 목적

최근에는 폐수처리분야에서도 바이오테크놀로지를 이용한 폐수처리 시스템이 개발되고 있으며, 특히 이 중에서도 미생물을 고정화한 시스템이 다각도로 연구되고 있다. 고정화 미생물은 반응조에 고농도의 미생물을 유지할 수 있을 뿐만 아니라 폐수의 성상에 맞는 미생물을 선택할 수 있고 독성물질에 대한 저해작용이 적으며, 재래식 활성슬러지법에서 문제가 되고 있는 고액분리가 용이하다. 고정화재료로 천연 고분자물질이 사용되어 왔으나 기계적 강도가 낮기 때문에 현장 적용이 불가능하여 최근에는 합성고분자물질에 대한 연구가 진행되고 있다. 본 연구에서는 Cellulosic triacetate를 고정화 재료로 하여 활성슬러지를 포괄 고정화한 미디어의 운전특성을 파악하고 소규모 생활 하수처리에 적용하여 연속 처리 가능성을 검토하였다.

II. 연구방법

고정화 방법은 분말의 셀룰로즈 트리아세테이트를 염화메틸렌에 용해하여 원심분리한 하수처리장 폭기조 슬러지와 혼합한 후 일정 틀에 부은 즉시 톨루엔에 담근 후 24 시간동안 고형화시켰다. 고형화된 미디어는 적당한 크기로 잘라 물로 세척하였다.

운전특성조사를 위해서 반응조는 유효용량이 2ℓ 이고 공기펌프와 산기석을 이용하여 산소를 공급하며 글루코스와 글루타민산을 주성분으로 한 합성폐수를 기질로 하였다. 미디어 크기에 따른 처리효율, 최적 충전율, 부하율 변화에 따른 제거율 및 활성도 등을 조사하였다. 미디어는 5, 7, 12 mm 크기의 육면체 형태로 만들었으며, 충전율은 반응조 유효용적의 10, 20, 30, 40, 50 %로 충전시켰다. 유기물 부하는 0.3~0.90 kg BOD/m³ · d로 단계적으로 증가시켰다.

또한 현장 오수처리 반응조는 1차 침전지, 생물반응조, 2차 침전지로 구성되어 있으며, 각각의 유효용량은 0.08, 0.11, 0.04 m³ 이다. 생물반응조는 공급되는 공기에 의해 유동시켜 연속적으로 운전되며, HRT를 변화시켜 가면서 처리효율을 조사하였다.

III. 결과 및 고찰

고정화 미디어를 이용하여 수처리 할 경우 미디어 내부에서 기질 및 산소확산의 영향을 고려할 필요가 있다. 미디어의 크기는 이러한 성질에 크게 작용한다고 생각된다. 5, 7, 12mm의 고정화 미디어로 운전된 처리효율은 각각 92, 90, 80%로 5, 7mm에서는 뚜렷한 차이를 보이지 않았으나 12mm에서는 처리효율이 현저히 낮아지고 있음을 알 수 있다.

반응조 유효용량의 10, 20, 30, 40, 50 %로 충전하여 HRT 8시간으로 운전한 결과 충전율을 30%까지 증가시켰을 때는 충전율에 따라서 처리효율이 증가하였으나 40%이상의 경우는 초기에는 처리효율이 증가하였으나 어느 정도 시간이 경과함에 따라 처리효율이 점차 저하되어 60 %이하로 감소되었다. 또한 운전개시 후 10일까지는 50% 이하의 낮은 처리효율을 보이고 있으나 그 이후는 정상상태에 도달하여 안정된 처리효율을 나타내고 있다. 이처럼 고정화 미생물을 이용할 경우 초기 적용기간이 짧은 것으로 나타났다.

유기물 부하를 0.30, 0.42, 0.60, 0.75, 0.90 kgBOD/m³ · d로 단계적으로 증가시키면서 관찰한 결과 90 %이상의 제거효율을 나타내고 있어 부하변동에 의한 영향이 없는 것으로 관찰되었다.

고정화 미생물을 이용한 시스템에서는 고정화 매트릭스에 의해 기질 및 산소확산이 제한되고 반응조내 미생물을 고밀도로 유지하기 때문에 산소공급은 더욱 중요하다. 고정화 미디어와 활성슬러지의 유기물 분해에 대한 단위시간 당 산소소비량은 거의 비슷한 것으로 측정되었다. 따라서 미생물을 고정화시켜도 활성 미생물과 비슷한 유기물 분해속도를 가지며, 고정화 이후에도 미생물의 활성도는 유지된다는 것을 간접적으로 나타내고 있다.

현장 오수처리를 위한 반응조는 유효용적이 0.11 m³이며 고정화 미디어를 30 %정도 충전하였다. 유입되는 원수는 BOD 60~120 mg/ℓ, SS 30~50 mg/ℓ 의 범위로 농도 변화가

심하다. HRT 8, 6, 4.5, 3.5, 2시간에서 각각 30 일간으로 운전한 결과 실험개시 7일까지는 점차 감소추세를 나타내며 정상상태로 도입되어 16일 이후부터는 90 %의 처리효율을 보이고 있다. HRT 3.5시간까지는 유기물 부하에 관계없이 BOD, SS 모두 10mg/ℓ 이하의 안정된 처리수를 얻을 수 있었다. 그러나 HRT 2시간으로 변화시킨 결과 처리효율이 40~72 %사이에서 불안정한 경향을 나타내었다.

IV. 결 론

1. 고정화 매디아의 크기에 따른 처리효율은 5mm, 7mm, 12mm에서 각각 92%, 90%, 80%이며, 운전 개시후 정상상태에 도달되는데 10일정도의 기간이 소요되었다.
2. 매디아 충전량을 10, 20, 30, 40, 50%로 변화시켰을 경우 30%까지는 충전량에 따라 처리효율이 증가하지만 40%이상에서는 초기에는 증가하나 시간경과에 따라 감소하였다.
3. 유기물 부하를 0.3~0.9kgBOD/m³·d까지 단계적으로 증가시켜도 90%이상의 제거율을 보였다.
4. 고정화 매디아의 산소 소비속도는 활성슬러지의 산소 소비속도 함수의 기울기와 거의 평형을 이루고 있다.
5. 현장 오수처리에 적용한 경우 HRT를 8~2시간으로 단계적으로 변화시키면서 운전한 결과 HRT3.5시간까지는 부하변동에 관계없이 BOD, SS 모두 20mg/l이하의 양호한 처리효율을 나타내었다.