

SBR을 이용한 하수 중 질소·인 제거시 유입시간과 폭기간격의 영향

허 목, 한지용*
제주대학교 환경공학과

1. 서 론

SBR의 1Cycle 운전은 유입(Fill), 반응(React), 침전(Settle), 배출(Draw) 및 휴지(Idle)의 5가지 단위공정이 폭기장치와 교반장치가 설치된 하나의 반응조에서 순차적으로 행해지며, 이를 반복 함으로써 처리조작을 계속하게 된다.

SBR은 1Cycle의 주기를 어떻게 운전하는가에 따라 질소와 인 제거를 경제적으로 수행할 수 있으며, 운전이 간단하고 유지관리비가 적게 소요되며, 유량 변동이 심하고 수질변동이 큰 소도시, 농촌, 관광단지 등에서 적절하다. 하수뿐만 아니라 질소 제거효과가 요구되는 분뇨, 축산폐수, 수산가공폐수 등에도 적합하여 앞으로 국제적으로 뿐만 아니라 국내에 대해서도 그 적용범위가 다양화 될 것으로 예상된다.

따라서 본 연구에서는 하수처리장으로 유입하는 하수를 실험에 직접 이용하여, 반응과정중 유입시간과 폭기간격의 조절에 질소와 인의 제거를 효율적으로 달성할 수 있는 운전조건 도출에 목적을 둔 실험적 연구를 수행하였다.

2. 재료 및 실험방법

2.1 실험장치

실험장치는 $20 \pm 0.5^\circ\text{C}$ 의 항온실에 설치하여 운전하였으며, 유입수는 C 하수 처리장에 유입되는 하수를 이용하였다. 1 Cycle 당 처리수량을 10 l로 하였고, 폭기시간에서 DO는 2~4mg/l가 되도록 조절하였으며, 교반시간에서는 폭기를 중단하고 Magnetic Stirrer로 저속교반 하였다. 장치에 설치된 Peristaltic Pump의 운전과 폭기 및 교반 등은 Operation schedule에 의해 Timer로 자동 제어되도록 하였다.

2.2 실험조건

반응조내 MLSS는 $3,500 \pm 500\text{mg/l}$, SRT는 $20 \pm 2\text{day}$ 로 운전 하였으며, Cycle Time은 8시간으로 하여 1일 3Cycle이 되도록 운전하였다.

실험은 2단계로 나누어 진행되었다.

첫 번째 실험은 반응시간 6시간 중 유입시간을 각각 2시간, 4시간, 6시간으로 실험하였다. 여기서 폭기/교반시간의 설정은 1차 실험에서 얻은 유기물 및 영양염류를 제거하기에 가장 효율적 조건인 90분/270분으로 하고, 반응시간을 3회로 나누어 폭기/교반 운전을 반복 하였다.

두 번째 실험에서는 두 번째 실험에서 가장 좋은 제거효율을 나타내는 조건과 비교하기 위해 진행하였는데, 다른 조건은 동일하게 하고 반응시간 중 폭기/교반의 횟수만 6회로 나누어 운전하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 반응조내 DO, pH의 변화

두 번째 실험에서 반응시간 6시간중 폭기의 횟수를 6회 초과하거나 6회로 하더라도 1시간당 15분 이상 폭기했을 경우는 교반시간중 무산소 조건을 유지할 수가 없었다. 즉, 1시간 단위로 폭기/교반을 반복하는 경우 1/4이하로 폭기시간을 유지할 필요가 있다.

유입시간이 짧아질수록 알칼리도 소모율은 커졌으며, 이에 따라 pH도 저하하여 질화, 탈질에 불리함을 알 수 있다. 또, 반응시간 중 폭기/교반의 횟수만 6회로 나누어 운전했을 경우 알칼리도는 39.7% 만이 소모되어 처리수중에 잔존하는 알칼리도는 96.0mg/ℓ로 유지할 수 있었다.

3.2 유기물 제거

유입시간을 길게(6시간) 했을 때 BOD가 92.3% 제거되어 유출수의 농도는 9.4mg/ℓ를 유지할 수 있었으며, 유입시간이 짧은(2시간) 경우 90% 제거되어 유출수 농도는 12.8mg/ℓ를 유지할 수 있었다. 이는 6시간의 반응기간 동안 유입수를 균등하게 유입시킴으로서 유기물 부하를 경감시키는 효과가 있고, 교반시간 중 탈질과정에서의 탄소원 소요에 대해서도 적극적으로 대처할 수 있기 때문에 유기물제거를 효율적으로 달성할 수 있는 것으로 사려된다.

특히, 유입시간이 6시간인 상태에서 반응시간 중 폭기/교반의 횟수만 6회로 나누어 운전했을 경우 BOD로 95.5% 까지 제거되어 유출수의 농도는 5.7mg/ℓ를 유지할 수 있었다.

3.3 질소 제거

암모니아성질소는 유입시간이 길어짐에 따라 제거효율은 감소하여 짧은 시간에 유입시키는 것이 암모니아성질소 제거에 효율적이었다. 탈질의 정도를 나타내는 질산성질소는 유입시간이 긴 경우(6시간) 3.0mg/ℓ가 처리수중 잔존하였으나, 유입시간이 짧은 경우(2시간) 7.8mg/ℓ가 잔존하였다. 유입시간에 따른

총 질소는 유입시간을 길게 했을 때 78.7%가 제거되어 9.9mg/ℓ의 처리수질을 나타냈고, 유입시간이 짧은 경우 72.8%를 나타내고 있어, 결과적으로 유입시간을 길게 했을 때 질소 제거가 효율적이었다.

반응시간 중 폭기/교반의 횟수만 6회로 나누어 운전했을 경우 총 질소는 82.3%가 제거되어 7.6mg/ℓ의 처리 수질을 나타내었고, 처리수중 질산성질소는 1.5mg/ℓ가 잔존하여 탈질의 향상을 나타내었다.

3.4 인 제거

유입시간에 따른 실험에서 총 인의 제거효율은 큰 차이를 나타내지 않아 49%~51%의 제거효율을 나타내었다. 유입시간이 6시간인 상태에서 반응시간 중 폭기/교반의 횟수를 6회로 나누어 운전했을 경우에는 75.9%로 월등하게 향상되었다. 즉, 인 제거의 향상을 위해서는 잔존하는 질산성질소의 농도가 낮아야 함과 동시에 인 섭취(uptake)와 방출(release)이 효율적으로 진행되도록 폭기, 교반을 반복할 필요가 있다.

4. 결론

SBR을 이용하여 하수중의 질소, 인 제거를 위해 유입시간과 폭기간격을 달리 한 본 연구결과에 의하면, 반응시간 6시간 중 폭기/교반시간이 90분/270분인 상태에서 유입시간을 6시간으로 하고 폭기/교반을 6회로 나누어 운전했을 때 유기물과 질소, 인의 제거는 효율적으로 이루어졌다.

즉, 탈질을 위한 교반시간을 충분히 확보하고, 유입시간을 길게 함으로써 부하를 경감함과 동시에 탈질에 소요되는 탄소원에 적극적으로 대처하고, 질화/탈질 촉진을 위한 폭기/교반 운전을 반복한 결과 이상과 같은 결론을 얻었다.

참 고 문 헌

- 서인석 등, 1996, 간헐폭기 활성슬러지시스템에서 C/N비가 질소제거 효율에 미치는 영향, *대한환경공학회 추계발표회*, 549~552.
- Rigel D. et al., 1992. 無酸素條件下での混合を行わない回分式反應器による生物學的リンの除去. *水處理技術*, 33(2). 51~54.
- Schon G. et al., 1993, Influence of DO and ORP on phosphate release and uptake by activated sludge from sewage plants with EBPR, *Wat. Res.*, 27(3), 343~354.
- 八木橋一郎 外, 1984. 活性汚泥の硝化菌および脱窒に関する研究, *下水道協會誌*, 21(245), 38-43