

SBR을 이용한 하수 중 질소·인 제거시 폭기/교반시간 변화의 영향

허 목, 한지용*
제주대학교 환경공학과

1. 서 론

연속회분식 활성슬러지법(Sequencing Batch Reactor Activated Sludge Process; SBR)은 단일의 반응조에서 폭기, 침전, 처리수의 배출 등을 행하는 효과적인 방법으로, 국내의 경우 실 시설에 적용한 예는 그다지 많지 않으며, 대부분의 폐수처리 기법이 유기물 제거를 목적으로 한 활성슬러지법, 또는 살수여상법 등의 처리공정이기 때문에 질소 및 인의 제거능력은 부족한 실정이다.

1996년도 부터는 질소와 인이 배출규제항목으로 포함되어 총 질소(T-N) 및 총 인(T-P)의 규제농도가 각각 $60\text{mg}/\ell$ 및 $8\text{mg}/\ell$, 청정지역의 경우 $30\text{mg}/\ell$ 및 $4\text{mg}/\ell$ 로 적용되고 있다. 그러나 이 기준은 일반적인 우리나라 도시하수의 농도보다 높은 것이며, 미국, 일본, 스위스 등의 관계법규와 비교시 5배 이상 높은 농도이기 때문에 점차 국내 규제도 강화될 것으로 사려되는바, 대규모 처리 시설 뿐만 아니라 중·소규모 처리 시설에 있어서도 질소와 인의 제거가 요구되고 있다.

이상과 같은 상황을 볼때, SBR은 국내실정에도 유리하다고 생각되어지며, 국내의 하수특성에 적합한 설계인자의 도출 및 경제적이고 효율적인 공정개발이 시급한 과제이다. 따라서 본 연구에서는 SBR을 이용하여 하수중의 질소와 인을 제거하기 위한 1차적 실험으로 반응공정중 폭기시간과 교반시간의 변화에 따른 영향을 검토하였다.

2. 재료 및 실험방법

2.1 실험장치

실험장치는 $20\pm 0.5^\circ\text{C}$ 의 항온실에 설치하여 운전하였으며, 유입수는 C 하수처리장에 유입되는 하수를 이용하였다. 반응조의 유효용적은 유입공정 종료후 20ℓ , 배출공정 종료후 10ℓ 가 되도록 하여, 처리수량을 $10\ell/\text{Cycle}$ 로 하였다. 활성슬러지는 C 하수처리장의 폭기조로 유입하는 반송슬러지를 사용하였다. 폭기시간에서 DO는 $2\sim 4\text{mg}/\ell$ 가 되도록 조절하였으며, 교반시간에서는 폭기를

중단하고 Magnetic Stirrer로 저속교반 하였다. 장치에 설치된 Peristaltic Pump의 운전과 폭기 및 교반 등은 Operation schedule에 의해 Timer로 자동 제어되도록 하였으며, 반응조내는 DO meter 및 pH/ORP meter를 설치하여 연속측정하였다.

2.2 실험조건

반응조내 MLSS는 유입완료시를 기준으로 $3,500 \pm 500 \text{mg}/\ell$, SRT는 20 ± 2 day로 운전 하였다. Cycle Time은 8시간으로 하여 1일 3Cycle이 되도록 운전하였다. 반응후 침전시간과 배출시간은 각각 1시간씩 두었으며, 각 Run에서 침전시간 전 15분 동안의 무폭기 교반(Mixing) 시간을 두어 탈질화를 극대화 시켰다.

실험은 반응시간 6시간중 폭기/교반시간을 각각 90분/270분, 180분/180분, 270분/90분, 360분/0분으로 하여 실험 하였다. 여기서 폭기시간 및 교반시간의 설정은 반응시간 전체를 3회로 나누어 폭기/교반 운전을 반복 하였고, 이때 유입시간은 반응시간 전체에 해당하는 6시간으로 설정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 반응조내 DO, pH의 변화

반응시간 6시간 중 폭기/교반시간을 90분/270분으로 운전하더라도 폭기시간의 DO 농도는 질산화를 위한 농도인 $2 \text{mg}/\ell$ 이상을 정상적으로 유지하였다. 그러나, 폭기/교반시간을 270분/90분으로 운전한 경우에는 교반시간에 무산소상태를 확보하는데 어려움이 많았다.

전 운전기간동안 교반시간에는 pH가 증가하고 폭기시간에는 감소하였다. 이는 폭기시간에 질산화 과정에서 생성된 수소이온에 의해 pH가 낮아지며, 교반시간에는 탈질과정에서 생성된 알칼리도 유발물질에 의해 pH가 높아지는 것으로 사려된다. 폭기량이 많아지는 운전조건에서는 pH 6.4 까지 낮아지는데 이는 질화, 탈질 미생물의 작용이 거의 정지하는 수준이다. 그러므로 질화, 탈질의 촉진을 위해서는 충분한 교반시간을 두어야 한다.

3.2 유기물 및 부유물질 제거

반응시간 전체(6시간)를 폭기한 운전조건의 경우 BOD가 94.4% 제거되어 유출수의 농도는 $6.4 \text{mg}/\ell$ 를 유지할 수 있었으며, 폭기시간이 짧은 운전조건(90분 폭기/270분 교반)의 경우도 92% 제거되어 유출수 농도를 $10 \text{mg}/\ell$ 이하로 유지하는데 어려움이 없었다. 즉, 폭기/교반시간 설정에 있어서 1/3 수준으로 폭기시간을 줄이더라도 BOD 제거율은 92% 이상 유지할 수 있었다.

부유물질에 대해서는 모든 운전조건에서 94% 이상의 양호한 처리수질을

나타내고 있는데, 슬러지용량지표(Sludge Volume Index : SVI)는 110~120 정도로 큰 차이를 나타내지는 않았다.

3.3 질소 제거

폭기시간에 따른 총 질소의 제거는, 반응기간중 교반시간이 있는 운전조건에서는 67.9~78.7%의 제거효율 나타내지만 교반시간이 없는 운전조건에서 제거효율은 급격히 하강하여 46% 만이 제거된 21.8mg/l의 처리수질을 나타내었다. 처리수중 질산성질소는 폭기/교반시간을 90분/270분으로 운전했을 경우 3.0mg/l가 잔존하였으나, 폭기시간이 길어짐에 따라 탈질율이 저하하여 360분/0분의 경우는 17.3mg/l가 잔존하고 있다.

3.4 인 제거

폭기시간에 따른 인 제거 실험에서 전체적으로 50% 미만의 낮은 제거효율을 나타내고 있다. 특히 교반시간 없이 폭기만 진행시킨 운전조건에서는 16% 정도로 매우 낮은 제거효율을 나타냈으며, 이때 반응조내 잔존하는 질산성질소의 농도도 17.3mg/l로 높았다.

4. 결 론

SBR을 이용하여 하수중의 질소, 인 제거를 위한 1차적 실험으로 폭기시간을 달리한 본 연구결과에 의하면, 반응시간 6시간 중 폭기/교반시간이 90분/270분인 상태에서 유기물 및 질소의 제거효율은 가장 높았으며, 인의 제거효율은 비교적 낮았는데, 이는 반응조내 잔존하는 산화질소에 의한 영향으로 교반시간을 충분히 두는 것 이외에도 생물학적 탈질을 선행시킬 수 있는 방안을 강구하여야 할 것으로 사려된다.

참 고 문 헌

- 박철휘 등, 1996, 국내 하수특성에 적합한 생물학적 질소·인 제거기술, 環境保全, 18(291), 22~31.
- 小林晴己 外, 1985, 回分式活性汚泥法による實規模でのリン處理, 下水道協會誌, 22(252), 50~59.
- 日本下水道事業團技術評價委員會, 1988, 回分式活性汚泥法の評價に關する第2次報告書.
- Petter J. et al., 1993, Biological phosphorous uptake under anoxic and aerobic condition, *Wat. Res.*, 27(4), 617~624.