

응집제를 활용한 간헐포기 MBR공정에서 순간플럭스 증가가 분리막에 미치는 영향평가

최송훈 · 조남운* · 한명수

한양대학교 환경과학과, *대한통운(주) 환경사업소

The estimating an effect of rapid flux increase to a membrane in the intermittent aeration MBR process using alum treatment

Choi-Song Ilyu · Cho-nam un* · Han-myong su

Department of Life Science/Environmental Science hanyang university,

* The Environmental of branch the korea express co., Ltd

1. 서론

침지형 분리막 반응조는 고액분리를 주로 중력침전에만 의존하던 기존의 활성슬러지법에 박분리를 이용한 막의 차단효과로 인하여 슬러지체류시간(SRT; Sludge Retention Time)의 극대화가 가능하여, MLSS(Mixed Liquor Suspended Solids)를 최대 15,000 mg/l까지 유지 할 수 있으므로 성장계수가 낮은 질산화세균과 같은 독립영양세균을 고농도로 배양할 수 있으므로 질산화 공정에 효율적이다.[1]

또한 낮은 F/M비를 유지하여 잉여 슬러지 발생을 줄이고, 오·폐수의 특성에 맞는 특정 미생물을 저장 및 유지시킬 수 있다[2]. 그러나 MBR (Membrane Bio-Reactor) 공법의 특성상 SRT를 길게 유지하여 슬러지를 고농도로 유지함으로써 상대적으로 인의 처리가 떨어지는 문제점이 있다.

본 연구는 MBR공법의 포기조에 액체명반을 직접 투입하여, 질소제거 미생물에 영향을 주지 않는 범위에서 인을 제거하기 위한 최적의 액체명반 투입량을 결정하고자 하였으며, 포기조에서 간헐폭기를 통해 에너지를 절감할 수 있는 최적의 호기/무산소(oxic/anoxic) 비율을 조사하고, 호기/무산소(oxic/anoxic) 시간 비율, MLSS 농도, 분리막 사이의 간격, 응집제 투입이 분리막의 투과플럭스 및 투과압력에 미치는 영향을 조사하고자 하였다.

2. 실험장치 및 방법

2.1 분리막 사양

본 연구에 적용한 분리막은 증공사 정밀 어파막(Hollow Fiber Micro-filtration Membrane)이며, 표면은 친수화 코팅이 되어있고, 재질은 폴리에틸렌(PE)이다. 분리막의 내경과 외경은 각각 360 μm , 540 μm 이며 공칭공경(Pore size)은 0.4 μm 이다. 또한 분리막의 공극율은 72 % 이다.

2.2 운전 방법

진소제거를 위한 최적의 운전조건을 찾기 위하여 폭기조를 간헐 폭기방식으로 운전하였으며 처리유량은 1.0 m^3/day 를 처리하였다.

호기/무산소(oxic/anoxic) 비율을 10분/10분, 20분/20분, 30분/15분, 40분/20분으로 운전하였다. Step(1)은 연속흡인과 흡인/비흡인 시간비율에 따른 분리막의 플럭스와 투과압력을 비교하기위하여 연속운전을 실시하였다.

Step-1 ~ tep-3는 연속 폭기를 하였으며 그 외의 Step은 간헐 폭기를 하였다. 운전조건 중 Step-5, 6, 7에서 진소 제거율이 거의 비슷하였으므로 약품주입은 Step 5, 6, 7 조건에서 실시하였다. 응집제를 투입하기 전과 투입한 후의 결과를 비교 하기위해 약품주입 이후의 결과는 Run-1, Run-2, Run-3로 표기하였다. 인 제거를 위한 약품으로는 액체명반(순도 8 %)을 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 운전조건에 따른 투과플럭스 및 투과압력 변화

흡인시간을 조절하여 공기세정시간을 주고 운전한 Step-2, 3, 4에서의 투과플럭스는 운전기간 동안 거의 변화가 없이 초기에 설정한 값을 유지하였다. 운전일 수 30일을 기준으로 투과압력은 Step-2, 3, 4가 각각 17.7 cmHg, 13.3 cmHg, 10.3 cmHg로 나타나 공기세정 시간이 증가할수록 투과압력 상승시간이 지연됨을 확인할 수 있었다. 흡인 시간을 조절하여 운전한 Step 2, 3, 4는 연속 흡인보다 순간플럭스가 각각 19%, 50%, 50% 가증가되어 운전되었으나 플럭스를 하루로 계산하면 하루 동안 투과된 유량은 동일하다. 순간플럭스를 50% 증가시켜 운전하여도 공기세정(air scrubbing) 시간을 충분히 갖는다면 투과플럭스가 감소하지 않고 안정된 플럭스를 유지하는 것으로 조사되었다.

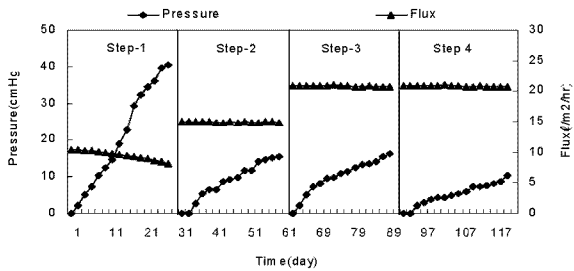


Fig. 1. Variation of flux and pressure in suction/non-suction rate

3.2 응집제가 플럭스 및 투과 압력에 미치는 영향

응집제를 투입하지 않았을 경우 운전개시 시작 후 약 3일부터 투과압력이 증가하기 시작하여 실험이 종료된 50일 이후에는 19.3 cmHg로 운전되었으며, 투과 플럭스는 비소하기는 하나 30일 전후로 약간씩 감소하여 실험 종료 시에는 약 3.5%의 감소율을 보였다.

응집제를 투입하여 실험을 실시한 경우에는 투과압력이 운전개시일 25일 이후부터 증가하기 시작하였으나 증가속도는 응집제를 투입했을 때보다 적었으며, 실험이 종료되는 시점에서는 7.7 cmHg로 운전되었다. 투과플럭스는 매우 안정적이어서 종료 시에도 20.8 $\ell/m^2 \cdot hr$ 를 유지하였다.

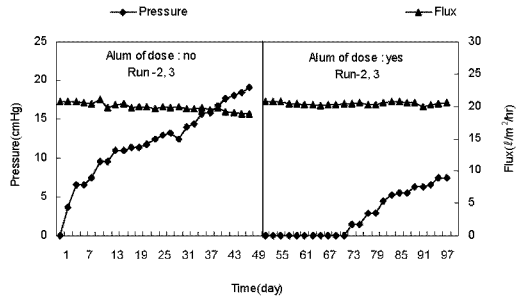


Fig. 2. Variation of flux and pressure to the Alum treatment

3.3 질소 제거

실험기간동안 총질소의 평균 유입농도는 37.3 mg/l였으며, 질소제거효율이 가장 양호한 Step-7에서의 처리수 총질소 농도는 10.2 mg/l이었고 이때 제거효율은 73.3%이었다. 연속 폭기 조건인 Step-1 ~ Step-3에서의 질소 제거율은 각각 61.9%, 62.2%, 61.0% 이었고, 처리수내 총질소 농도는 14.5 mg/l, 13.5 mg/l, 14.1mg/l으로 나타났다.

또한 폭기조를 간헐적으로 폭기 시킨 조건인 Step-4 ~ Step-7의 총질소 제거율은 각각 67.3%, 70.2%, 70.1%, 73.3% 였으며, 이때 처리수내 총질소 농도는 12.0 mg/l, 10.9 mg/l, 11.3 mg/l, 10.2 mg/l이었다.

3.4 인 제거

유입수중의 인 평균 농도는 3.6 mg/l였다. 약품을 주입하기 전 인의 제거효율은 간헐 폭기로 운전한 Step-4~7의 제거효율이 각각 22.2%, 25.7%, 27.0%였으며, 유출수의 인 농도는 2.8 mg/l, 2.6 mg/l, 2.7 mg/l였다. 약품을 주입하기 전의 인 제거량은 모든 Step에서 거의 차이가 없었으며, 미생물의 세포합성이외에는 제거되지 않은 것으로 판단된다. 약품 주입 후 인 제거율은 Step 4, 87.5%, Step-6, 86.8%, Step-7, 87.1%였으며 유출수중의 인의 농도는 각각 0.4 mg/l, 0.5 mg/l, 0.4 mg/l였다. 총인 제거효율은 최저 20%에서 최고 40.9%를 나타냈으나 약품 주입 후에는 86.8%이상 되었으며, 처리수 중의 인의 농도는 0.5 mg/l이하로 검출되었다.

참고문헌

1. M. S. Kang, K. H. Choi S. and S. Song, "A Study on the Treatment of Leachate using combined membrane process," *J. membr.*, **10**, 213(2000).
2. Brindle, K. and Stephenson, T., "The application of membrane biological reactors for the treatment of wastewaters," *Biotech. & Bioeng.*, **49**, 601 (1996)