

침지형 평막 막분리 활성슬러지법에 의한 하수의 고도처리

○ 고희용, 정유진, 김부길*, 장성호**, 김형석***, 성낙창,

동아대학교 환경공학과, *동서대학교 환경공학과, **밀양대학교 환경공학과, ***신라대학교 환경학과

I. 서 론

현재 우리나라 하수관거는 대부분이 오래된 합류식 하수관거로 이루어져 있기 때문에 하수처리에 많은 어려움을 겪고 있다. 즉, 노후화된 관거와 우수 및 지하수 유입으로 인한 유기물질 농도저하는 기존 활성슬러지 공법에 의한 부유물질 및 유기물질 제거는 가능¹⁾하나, 생활수준 향상에 따라 수질 및 환경에 대한 욕구가 점차 높아 가고 있으며, 법규도 점차 강화되어 가고 있는 추세로 볼 때, 고도처리 공정 절실히 필요한 실정이다.

또한, 하수처리 공정의 대부분을 차지하고 있는 활성슬러지법은 다른 수처리 방법들에 비해 경제적 이고 안전하다는 측면 때문에 도시 하수 처리뿐만 아니라 유기성 산업폐수처리에도 널리 이용되고 있지만, 가장 큰 문제점은 미생물의 침강성과 관련된 문제이다. 플러의 침강성이 악화되어 팽화나 거품 발생(forming)현상이 발생하면 침전조에서 미생물 유실이 일어나 처리수의 수질이 나빠지게 되며 장기적으로 반응조의 미생물 농도가 감소하게 되어 처리 효율이 떨어지게 된다.

따라서, 현재의 처리시설의 유지 및 개선만으로는 이러한 요구에 부응하기 힘든 실정이다. 그러므로 유입수의 수질과 미생물의 특성에 관계없이 안정적인 처리가 가능한 침지형 막분리 활성슬러지 공정과 같은 새로운 기술에 대한 연구 및 도입에 많은 관심이 집중되고 있다.

침지형 막분리 활성슬러지공정은 하수처리 시스템의 고액분리 기능을 향상시키기 위해 기존의 활성슬러지처리장의 침전지 또는 포기조에 설치될 수 있고, 따라서 슬러지 침전능과 관련된 운전억제를 효과적으로 극복할 수 있다. 침지형 막분리 활성슬러지 공정은 높은 biomass농도에서 운전되며, 처리수의 확고한 SS 제거와 우수한 소독성능을 보증하며, 처리용량의 증가 및 높은 슬러지 일령에서 운전으로 슬러지의 최소 생산과 용해성 오염물의 뛰어난 제거효율을 달성할 수 있게 한다.^{2,3)}

본 연구에서는 하수처리 공정의 활성슬러지 공법의 문제점인 침강성 악화를 해결하기 위한 방안으로 침지형 막분리 활성슬러지 공정을 선정해 슬러지 상태와 관계없이 고액분리를 실시하였고, 막분리 공정에서 막분리 여재로 사용되고 있는 MF막을 사용해 운전압력, 처리효율 등을 연구·검토하였고, 시스템을 간헐포기방식으로 운전하여 호기/혐기 조건을 주기적으로 제공해 질산화 및 탈질에 의한 유기물 및 질소의 동시제거 효과를 연구하였다.

II. 실험방법

1. MF 막분리 여재

막분리 여재는 일본 Y사의 Synthetic resin 재질, 0.25 μ m의 공경을 가진 MF막으로 유효면적 0.05m²

[연락처] (우)604-714 부산광역시 사하구 하단2동 840번지 동아대학교 환경공학과

성낙창 Tel : 051-200-7681, Fax : 051-200-7683, E-mail : ncsung@mail.donga.ac.kr

로 제작하였다.

2. 실험장치

1) 활성슬러지의 여과특성 실험

막분리 여재의 여과특성을 알아보기 위해 유효막면적 0.05m^2 인 막모듈을 활성슬러지 포기조에 침지하고, $20\pm 1^\circ\text{C}$ 의 수온에서 흡인여과하여 활성슬러지의 여과실험을 하였다. 각각의 모듈을 포기조(유효용적 40L, 아크릴제)에 침지하고, 이 조의 수위를 일정하게 유지하도록 공급수저류조를 설치해서 공급액을 펌프로 주입하였다. 활성슬러지혼합액을 여과시킬 때는 슬러지가 침전되지 않도록 막분리 여재 하부에 산기관을 이용해서 포기조내의 교반과 조내의 산소 공급, 투입된 공기에 의한 기포상승으로 모듈 주위의 난류가 촉진되고 모듈 표면이 계속 세정되도록 하였다.

또한, 실험에 이용한 막분리 여재의 고유 flux를 측정하기 위해 증류수여과 실험을 수두차 0.3, 0.5, 1m를 두고 실시했다. 또한 MLSS농도 4,000mg/L, 5,000mg/L, 9,000mg/L에서 막모듈의 활성슬러지혼합액 여과실험을 했다. 본 실험에 이용된 장치는 Fig. 1.에 나타났다.

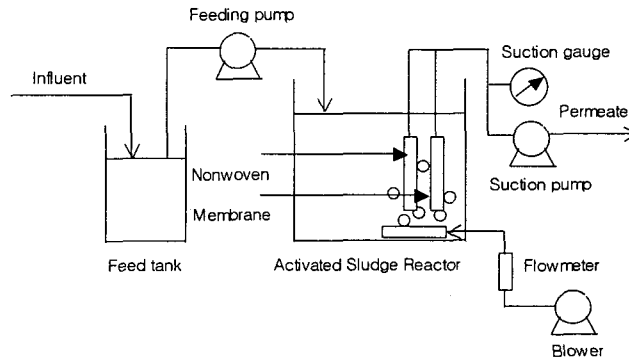


Fig. 1. 실험장치의 개략도

2) 여과저항실험

본 연구에서는 투과유속과 이에 미치는 각 여과저항을 측정하기 위하여 막분리 여재에 오염이 발생하여 압력이 증가하는 시점에서, 막분리 여재를 회수하여 물세정으로 케익층, 스폰지 세정에 의해 겔층, 약품세정(4% NaOCl)에 의한 세공막힘 물질이 제거된다는 가정하에 각각의 여과 저항을 다음 식 (1)에 의해 산출하였다.

$$J_v = \frac{\Delta P}{\mu (R_m + R_c + R_g + R_f)} \quad (1)$$

여기서, ΔP 는 막 양단의 압력차, μ 는 투과액의 점도, R_m 은 막 자체의 고유저항(membrane resistance), R_c 는 케익 층에 의한 저항, R_g 는 겔 층에 의한 저항, R_f 는 용질과 분리막 간의 상호작용에 의한 비가역적인 표면 흡착 또는 세공막힘(pore plugging) 등에 의한 오염저항(fouling resistance)이다.

3) 인공폐수의 제조

본 실험에서는 유입수의 일정한 성상을 유지하기 위하여 인공폐수를 합성하여 사용하였으며, 인공폐수의 조성은 다음과 같다.

Table 2. 인공폐수의 조성

Composition	Concentration(mg/L)	Composition	Concentration(mg/L)
Glucose	120.0	MgSO ₄ ·7H ₂ O	24.0
Peptone	90.0	MnSO ₄ ·5H ₂ O	2.16
Yeast extract	12.0	FeCl ₃ ·6H ₂ O	0.12
NH ₄ Cl	96.0	CaCl ₂ ·2H ₂ O	2.40
KH ₂ PO ₄	17.0	NaHCO ₃	300

III. 결과 및 고찰

다음은 MLSS 5,000mg/L, 포기량 20L/min에서 MF평막을 이용하여 flux를 20L/m²/hr(LMH)로 정량운전한 결과이다.

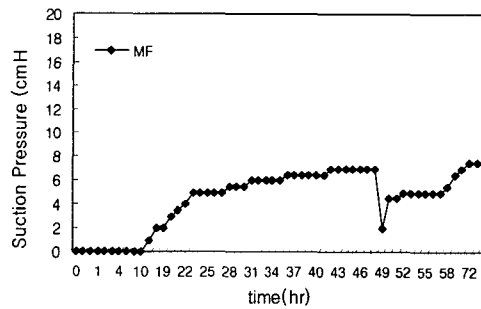


Fig. 2. 20LMH으로 운전시 압력변화

Fig. 2.에 MF 막모듈의 흡입압력 변화를 나타낸 그림이다. 실험 약 70시간 동안 8 cmHg 이하의 낮은 압력으로 운전되었음을 알 수 있다.

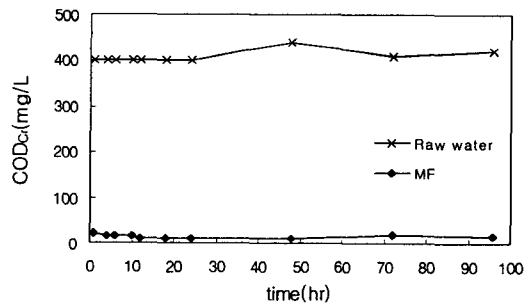


Fig. 3. MLSS 5,000mg/L에서의 COD_{Cr}의 제거경향

Fig. 3은 원수와 MF 막모듈여과 유출수의 COD_{Cr}농도를 나타낸 그림이다. 유입원수 농도는 약 400mg/L 이었으며, 실험초기부터 안정한 COD_{Cr} 제거를 얻을 수 있었다. 실험 전시간에 걸친 평균 COD_{Cr} 유출농도는 약 15mg/L로 96%의 우수한 제거효율을 나타냈다.

IV. 결론

침지형 평막 막분리 활성슬러지법을 이용하여 20LMH로 정유량 운전을 통해 얻은 결과를 다음과 같이 요약할 수 있다.

1. 활성슬러지 여과실험에서 MLSS 5,000mg/L의 농도에서 MF 평막 모듈을 이용해 SS 유출이 없는 완벽한 고액분리를 할 수 있었다.
2. 흡입압력의 경우, 실험 10시간까지는 아주 낮은 압력으로 운전이 가능했으나, 10시간 이후에는 서서히 압력이 상승함을 볼 수 있다. 그러나 8 cmHg의 압력으로 운전됨을 알 수 있다.
3. 실험초기부터 COD_{Cr} 농도는 안정한 제거 경향을 나타냈고, 유입원수 농도는 약 400mg/L 인데 반해, 실험 전시간에 걸친 평균 COD_{Cr} 유출농도는 약 15mg/L로 96%의 우수한 제거효율을 얻을 수 있었다.

V. 참고문헌

- 1) 신항식, 남세용, 강석태, 이상형, “국내 하수처리장 운영 실태 및 개선 방안”, 한국수처리기술연구, 8(3), 42~44. (2000).
- 2) H.Buisson et al. “The Use of Immersed Membranes for Upgrading Wastewater Treatment Plants” Wat.Sci.Tech. Vol.37, No9, pp 89~95 (1998)
- 3) 金富吉, “嫌氣性接觸沈澱法およびろ過分離型バイオクター-による生活排水處理システムの開發に關する研究”, 豊橋技術科學大學 博士學位論文 pp. 63~78 (1992)