

2축 회전판형 나노여과 막모듈을 이용한 돈사발생 폐수의 분리특성에 관한 연구

박범섭, 최찬섭, 노수홍
연세대학교 환경공학과

Two-Shaft Rotating Disc Modules with NF Membrane for Separation of Piggery Wastewater.

Beom-Sung Park, Chan-Sup Choi, Soo-Hong Noh
Department of Environmental Engineering, Yonsei University.

1. 서론

돈사에서 발생하는 폐수의 처리를 위해 두 개의 축으로 구성된 회전판형 나노여과막 모듈을 사용하여 폐수를 분리, 원수와 막 투과수의 성분과 투과율 변화를 관찰하였다. 나노여과막 추진력은 분리막을 사이에 둔 원수와 투과수쪽의 압력차로 인해 물질전달이 일어나며, 이런 과정 중에 막의 오염이 가역적, 비가역적 형태로 발생한다. 이런 분리막 모듈의 오염현상은 분리막을 이용한 폐수처리 공정에서 처리유량을 감소시키고, 자주 수반되는 세정과 세척으로 분리막의 교환 주기를 짧게 한다.

본 연구는 이러한 돈노 폐수의 분리 공정에 있어, 막오염으로 인한 문제점을 줄이기 위해 회전판형 막모듈을 운전압력을 가하지 않은 상태에서 모듈을 회전하여, 막 표면에 붙어 있는 케이크 층을 분리막 표면에서 탈리되는 현상을 관찰하고 운전 주기를 각각 다르게 하여, 케이크층의 형성 시간과 막투과율 감소의 상관관계를 살펴보고 회전판형 나노여과 막모듈을 이용한 돈사 발생 폐수의 분리의 최적 조건을 결정, RDM 공정에 적용하는데 연구의 목적이 있다

2. 실험

2축 회전판형 막모듈은 TriSep社의 나노여과막을 사용하여 직경 0.22m, 두께 3mm의 ABS판을 지지판으로 하여 제작하였다. 농축 실험에 사용된

돈사 발생 폐수의 성상은 Table 1.과 같다.

회전 및 압력변화에 따른 순수투과율과 염용액의 투과율 및 배제율을 측정하였고, 농축 실험에 있어 압력범위는 5~12kgf/cm²에서 수행하였고, 각각의 압력에서 운전조건의 300rpm 조건에서 가압상태의 운전시간과 무압력 상태에서의 시간주기를 9분-1분, 4분 30초 30초의 주기로 다르게 하여, 투과율 및 배제율을 측정하였다. 원수 탱크로부터 유입된 폐수는 투과수와 농축수의 시스템외로 배출 비율을 80:20으로 하여 전체 시스템의 Recovery를 80%로 유지시켜 주면서 분리실험을 수행하였다.

3. 결과 및 고찰

S농장에서 발생하는 실패수를 사용하여 10±1 Kg_f/cm²의 압력으로, Continuous flow 방식으로 분리공정을 운전하여 실험한 결과를 Fig. 1에 나타내었다. 운전 초기 Feed TOC 농도는 2,113 mg/L에서, 운전 720분 후 농도는 7186 mg/L로 증가하였다. Figure. 2는 원수와 투과수의 TOC 농도를 나타내었다. 적정 운전압력 결정을 위해, 5Kg_f/cm²에서 7.5, 10 Kg_f/cm²로 압력조건을 바꾸어 실험 한 결과 투과율의 운전압력을 높여도 투과율이 상승하지 않게 되는 결과를 얻었다. Figure 3. 결과를 나타내었다.

막 표면의 케이크층 형성에 의한 투과율 감소를 줄이기 위해서, 일정시간 운전후 압력을 막모듈에 가하지 않은 상태에서 모터에 의한 막 모듈의 회전만으로 일정 시간을 운전하였고, 이 가압회전과 무압력 회전의 주기를 짧게 하여, 분리공정을 수행한 결과는 Figure 4에 나타내었다. 초기 9분 가압 운전 1분 무압 회전을 수행한 결과 약 24시간 후 투과율은 약 5LMH로 떨어졌으며, 4분 30초와 30초 무압 회전운전을 한 경우, 약 8LMH에서 유지가 되었다. 이는 회전판막의 회전속도에 의해 유체에 난류가 형성에 의한 케이크층의 막표면에서 형성과 탈리 주기가 짧을수록 투과율 유지에 효율적임을 알 수 있었다.

Table. 1 Characteristic of piggery wastewater

pH	8.6-8.9
TS(mg/L)	11,200-15,000
TDS(mg/L)	7100-8300
Conductivity(mS/cm)	22.1-26.3
CODcr(mg/L)	9000-13,000

원수의 전기전도도 범위는 12mS/cm에서 23mS/cm 이었으면, 투과수의 전기전도도는 배제율은 35~40%로 유지되었다. 분리 실험후 전여과를 거친 지하수를 이용하였고, 막모듈의 회전에 의한 Flushing을 통해 투과율은 초기 투과율에 92% 와 세제로 Cleaning 후 95%의 회복율을 각각 보였다. Flushing에 사용된 용수는 지하수로써 전여과를 거친후 세정에 사용하였으며 전기전도도는 $200 \mu\text{S/cm} \pm 20$ 이었다.

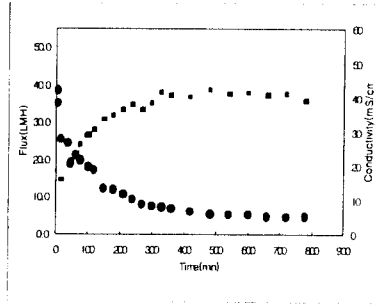


Figure. 1. Variation of permeate flux and feed conductivity following the elapsed time

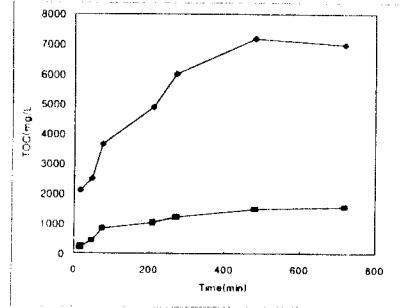


Figure 2. Variation of feed and permeate TOC during the separation of piggery wastewater

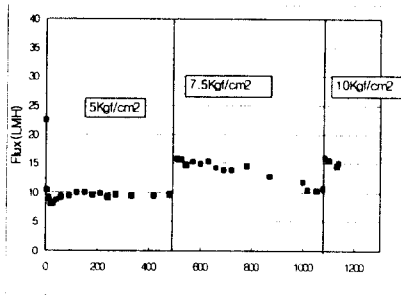


Figure. 3 Variation of permeate flux by the following the operating time with different operating pressure

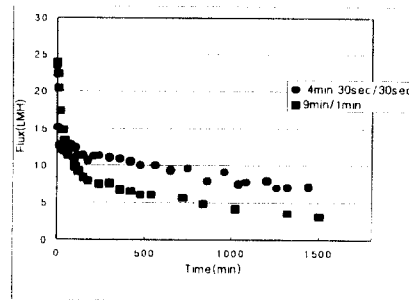


Figure. 4. Permeate flux of nanofiltration membrane about the different sweeping conditions in two shaft rotary disc modules

4. 참고문헌

1. 김제우, “회전판 막모듈을 이용한 Oil emulsion의 분리특성 연구”, 연세대학교 석사학위논문, (1995)
2. N.R. wiesner, J. Engler, “Development of a rotating disk membrane for treating aqueous stream with high solids concentrations”, NAMS '96, (1996)
3. 장진호, “2축 회전판형 막모듈의 오일에멀전 투과모델에 관한 연구”, 연세대학교 석사학위논문, (1997)
4. M.M. Dal-Cin, C.N. Lick, A. Kumar, S. Lealess, “Dispersed phase back transport during ultrafiltration of cutting oil emulsions with a spinning membrane disc geometry”, J. of Mem. Sci., 141 (1998)
5. S. H. Noh, C. S. Choi, J. H. Park and K. H. Lee, “Application of Rotary Disc Membrane Module for NF Separation”. The 2nd Korea-Italy Workshop, pp59-62, (1999)
6. 최승희, 최찬섭, 노수홍, “회전판형 나노여과막을 이용한 잉크세척폐수의 농축”, 한국막학회 추계학술대회, pp97-100, (2000)
8. S. H. Choi, C. S. Choi, S. H. Noh and K. H. Lee, “Treatment of Water-based Ink Cleansing Wastewater by Using Rotating Disc Module with NF Membranes”. Euromembrane 2000, pp72-73, (2000)