

일반강연 II-12

관형 세라믹 분리막으로 제지폐수 처리시 주기적 역세척 효과

김 은 실, 박 진 용

한림대학교 생명과학부 환경학전공

Effect of Periodic Backflushing in Paper Wastewater Treatment Using a Tubular Ceramic Membrane

Eun Sil Kim, Jin Yong Park

Dept. of Environmental Science, Hallym University.

1. 서론

본 연구에서 사용한 무기계 세라믹막은 유기계 고분자 막에 비해 내약 품성, 내열성, 강도가 뛰어나 역압 세정이 가능하고, 투과유속 저하시약품 세정에 있어 약제의 선택이 넓은 등의 특징을 가지고 있다. 이러한 세라믹 분리막을 이용한 폐수처리에 대한 연구가 활발히 진행되고 있는데, Scott과 Smith [1]는 아이스크림 제조 회사의 폐수를 대상으로 세라믹 정밀여과막과 생물반응기를 연계하여 처리하는 방법을 시도하였다. 또한, 계면활성제를 포함한 폐수를 대상으로 세라믹 한외여과를 수행한 연구 결과를 Gadell 등[2]이 발표하였다. 한편, Si-Hassen 등[3]은 금속 부유 용액을 대상으로 세라믹 정밀여과막을 사용하여 향류식 여과의 최적 조건에 대한 연구를 수행하였으며, Nazzari와 Wiesner [4]는 세라믹 정밀여과막을 사용하여 수처리시 물의 pH와 이온의 세기가 미치는 영향을 살펴 보았다.

세라믹 분리막을 포함한 대부분의 분리막에 의한 폐수처리에서 해결해야 할 과제가 막의 오염에 의한 처리 효율의 감소이다. 이러한 문제를 해결하기 위한 다양한 기술이 연구되어 왔는데 그 중에 한 방법이 Taylor 와 류를 이용한 동역학적 여과이다[5, 6]. 또한, 회전판형 모듈을 이용한 막오염 방지 기술에 대한 연구도 이루어지고 있다[7]. 한편, 오일 함유 세척수의 한외여과 처리시 질소기체에 의한 역세척으로 막오염을 최소화하는 연구가 진행되고 있다[8].

본 연구에서는 이러한 특징을 가진 세라믹 분리막을 이용한 장치로 제지공장 2곳에서 배출되는 폐수를 대상으로 연구를 수행하면서, 원수 및 처

리수의 수질을 평가하기 위하여 부유 고형물질 (SS)과, 총용존 고형물 (TDS), 화학적 산소요구량 (COD)을 조사하였다. 이러한 제지 폐수를 한외여과 처리할 때 분리막 표면에서 발생하는 농도 분극 현상으로 막이 오염되어 투과 플럭스를 감소시킬 것으로 예상되었다. 따라서, 이러한 막오염 현상을 최소화하기 위해서 질소기체로 세척수를 가압하여 주기적으로 역세척을 수행하였다. 또한, 다른 역세척 주기 조건에서 한외여과하면서 처리수량과 수질을 비교하여, 각 폐수에 대한 최적 운전 조건을 규명하고자 하였다.

2. 한외여과 실험

2.1 실험 장치

본 실험에 사용된 세라믹 막은 동서산업에서 알루미늄 재질로 제조한 기공의 크기가 0.02 μ m인 관형 분리막을 사용하였다. 본 연구실에서 세척수에 의한 주기적 역세척 운전이 가능하게 설계한 실험 장치는 Fig. 1에서 보는 바와 같다.

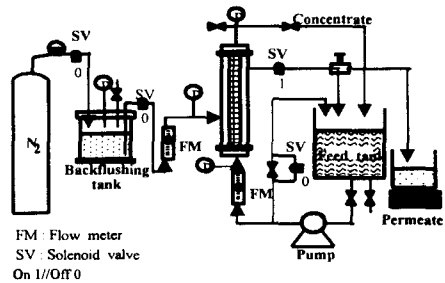


Fig. 1 Apparatus of ultrafiltration with periodic backflushing

Table 1. Water quality of source used in this study.

	A company		B company	
	Range	Average	Range	Average
SS (mg/l)	7.5~17.5	13.8	2.5~10	6.3
COD (mg/l)	39.6~85.7	65.8	19.6~28.8	24.1
TDS (mg/l)	60.0~76.0	70.3	118~145	133

2.2 제지폐수의 특성

본 연구에서는 두 회사의 제지 폐수를 대상으로 실험을 수행하였다. A 제지 회사의 경우 제품의 원료로 폐우유팩을 사용하여 폐수의 상태가 우유팩에 남아 있는 우유찌꺼기 및 인쇄 글씨의 색소로 인해 매우 혼탁하였다. 반면 B제지 회사의 폐수는 골판지와 포장지 등을 주원료로 사용하며 폐수의 상태가 매우 양호하여 응집 침전 처리수를 공정에 재순환하여 세정에 사용하고 있었다. 본 연구에서 사용한 두 제지 회사의 폐수에 대한 수질을 조사하여 Table 1에 제시하였다.

2.3 실험방법

공급탱크에 5 l의 폐수를 채우고 역세척 시간을 3초로 일정하게 설정하고 이들 각각의 경우에 대해서 정상운전시간을 15초, 30초, 60초로 변화시키면서, 운전시간에 따른 투과 플럭스의 변화 거동을 관찰하였다. 또한, 역세척을 하지 않고 투과실험을 하여, 역세척을 한 결과와 비교하였다. 원수의 농도를 일정하게 유지하기 위하여 역세척수가 유입된 양과 동일한 양을 투과수를 제거하여 주었으며, 막투과 압력은 1.55 kg/cm², 역세척 압력은 1.00 kg/cm²로 일정하게 유지하였다. 본 연구에서 역세척수는 1차 증류수를 사용하였다.

실험이 종료된 후 사용한 폐수를 배수한 후, 5 l의 증류수로 10-15분 동안 주기적 역세척 운전을 하면서 세라믹을 세척하였다. 그 다음, 모듈에서 세라믹막을 탈착하여 20% 질산 수용액에 2-3일간 방치하여, 막 기공내의 오염물질이 용해되어 나오도록 하였다. 새로운 운전 조건에서 가동하기 전에 막을 모듈에 설치한 후, 1차 증류수로 정상 운전하면서 세척하면서, 투과 수량을 측정하여 막 성능의 회복 여부를 확인하였다.

3. 결과 및 고찰

응집 침전수와 방류수를 시료로 하여 정상운전만 하였을 경우와 역세척 시간 3초에 대한 정상운전 시간을 15초, 30초, 60초로 변화시키면서 실험하여 얻은 결과로부터 부유 고형물 및 총용존 고형물, 화학적 산소요구량의 배제율을 구하였다.

3.1 제지 폐수에 대한 세라믹막의 여과 특성

A회사의 응집 침전 처리수를 대상으로 했을 때, 역세척 주기가 15초로 가장 짧은 경우 (BT/FT=0.2, BT: backflushing time, FT: filtration time) 부유 물질의 제거율이 가장 우수하였다. 그러나, 화학적 산소요구량의 배제율은 역세척 주기가 30초인 경우 (BT/FT=0.1)가 가장 높았으며, 총용존 고형물의 배제율은 역세척 주기 30초와 60초 (BT/FT=0.05)에서 유사한 값을 보였다. 반면에, B회사의 응집 침전 처리수를 대상으로 한 결과를 보면, 수질이 상대적으로 양호하여 본 연구에서 사용한 세라믹막으로는 부유 물질의 농도가 변화가 거의 없었다. 그러나, 화학적 산소요구량의 배제율은 A회사의 경우와 같은 조건인 역세척 주기 30초에서 가장 높았으며, 총용존 고형물의 배제율은 역시 역세척 주기 60초에서 가장 탁월하였다.

3.2 투과 플럭스에 대한 역세척 주기의 영향

운전시간에 따른 투과 플럭스의 변화를 조사하여, 역세척이 막오염의 진행에 미치는 영향을 조사하였다. 그 결과, Fig. 2에서 보는 바와 같이 A회사 및 B회사의 응집 침전 처리수 모두 역세척을 하였을 때 투과 플럭스가 서서히 감소하였고, 3시간이 경과하여 투과 플럭스가 거의 일정해졌을 때 정상 운전시 보다 높은 값을 나타내었다. 그러나, 가장 높은 투과 플럭스를 유지하는 조건은 A회사의 경우 역세척 주

기가 60초일 때이었으나, B회사의 경우 30초일 때로 다른 결과를 보였다. 이것은 본 연구에서 사용한 폐수의 수질이 다르기 때문에 발생한 결과로 추정되며, 따라서 수질에 따라 최적 역세척 주기 조건이 변할 수 있다는 것을 의미하는 것이다.

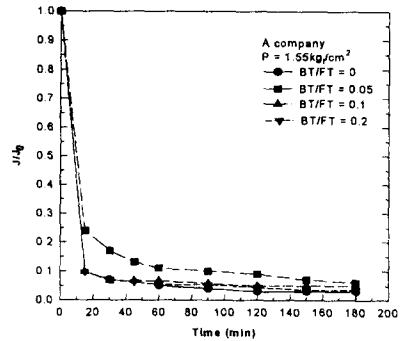


Fig. 2. Change of dimensionless permeate flux according to backflushing period during operation for A plant wastewater.

4. 참고문헌

1. J.A. Scott and K.L. Smith, *Water Research*, **31**, 69 (1997).
2. F. Gadelle, W.J. Koros, and R.S. Schechter, *Ind. Eng. Chem. Res.*, **35**, 3587 (1996).
3. D. Si-Hassen, A. Ould-Driss, M.Y. Jaffrin, and Y.K. Benkahla, *J. Membrane Sci.*, **118**, 185 (1996).
4. F.F. Nazzal and M.R. Wiesner, *J. Membrane Sci.*, **93**, 91 (1994).
5. J.Y. Park, C.K. Choi and J.J. Kim, *J. Membrane Sci.*, **97**, 263 (1994).
6. C.K. Choi, J.Y. Park, W.C. Park, J.J. Kim, *J. Membrane Sci.*, **157**, 177 (1999).
7. 장진호, 노수홍, *대한환경공학회지*, **21**, 217 (1997).
8. 김종표, 전명석, 김재진, 정건용, 전성덕, *멤브레인*, **8**, 94 (1998).