

일반강연 1-4

Nanofiltration을 이용한 염료폐수처리와 농축특성

The Characteristics of Treatment and Concentration of Dye Manufacturing Wastewater using Nanofiltration

변기수 · 고상열 · 노수홍 · 이종철*

연세대학교 환경과학과

LG 엔지니어링*

1. 서론

분리막공정을 폐수처리에 적용시 적용되는 각 폐수의 특성과 조건에 따라 공정의 안정성 및 경제성에 많은 영향을 받게 된다. 특히 폐수에 대한 농축도는 공정의 경제성과 밀접한 관계를 갖고 있는 중요한 인자이다. 폐수중에 염류 및 난분해성 유기물의 농도가 높을 경우 최종 처리수의 양을 줄이지 않으면 추가로 농축수에 대한 처리비용이 증가하기 때문에 폐수에 대한 분리막의 농축특성을 실험을 통하여 충분히 고려하여야 한다.

난분해성 폐수의 일종인 염료폐수는 고농도의 유기물과 높은 염류를 함유하고 있어 분리막공정을 이용하여 처리시 농축도의 증가와 함께 폐수의 특성변화로 막의 성질을 변화시킬 수도 있다. 더불어 과포화된 무기이온성분에 의하여 막표면에 scale을 유발시킬 수 있으므로 농축에 따른 적절한 무기이온성분의 제거는 농축도를 높이는 중요한 인자라고 볼 수 있다. 본 연구에서는 2가 이온에 대한 선택적 배제가 가능한 nanofiltration계열의 분리막을 이용하여 염료폐수를 대상으로 처리효율, cold crystallization공정을 응용한 농축실험 및 세척효과에 관하여 연구하였다.

2. 실험 및 방법

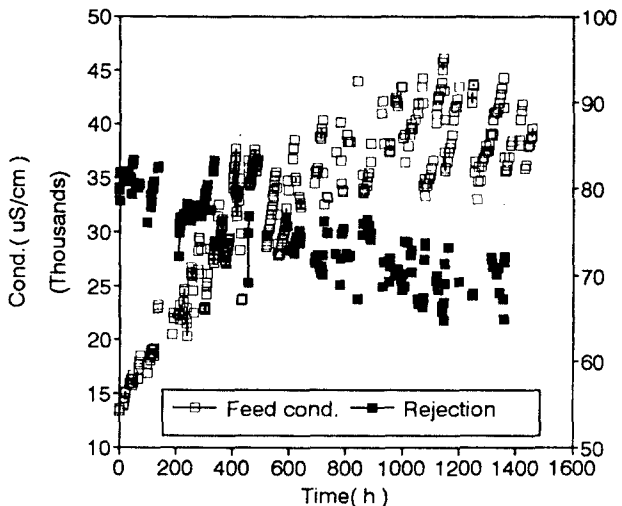
Pilot실험에 적용한 폐수는 L염료제조공장의 원폐수를 이용하였다. 전처리는 자체적으로 응집/침전을 하였으며 실험에 사용한 분리막은 tubular형의 NF계열 MPT-34 분리막을 이용하였다. 실험장치는 가로 3 m, 세로 7 m, 높이 2.5 m의 컨테이너에 설치되었으며 On-line으로 연속적 측정이 가능하게 설계되었다.

투과수 및 농축수에 대하여 전기전도도, 탁도, pH, 온도, 유량을 측정하였고 IC(Ion Chromatography)를 이용하여 이온분석 및 COD를 측정하였다. 농축에 따른 MPT-34의 투과율 변화 및 처리효율에 대해 조사하였으며 cold crystallization 공정을 적용, 농축공정시 과포화된 무기이온성분을 침전시켜 회수율을 95 %까지 높이는 실험을 진행하였다. 세척실험을 통하여 농축공정시 발생하는 막의 오염에 대한 세척효율을 측정하였다.

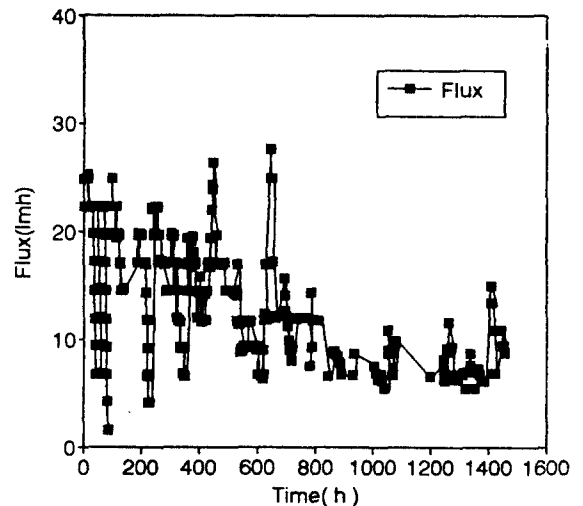
3. 결과 및 고찰

실험에 적용한 염료원폐수는 pH가 약 2 - 3, 전기전도도는 12,000 - 15,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 의 범위를 보였으며 COD는 약 4,000 ppm으로 나타났다. 막의 순수투과율은 25 $^{\circ}\text{C}$, 20 atm에서 50.6 l/h, NaCl 배제율은 76.5 %로 측정되었다.

lime과 alum을 이용하여 응집/침전처리를 한 폐수에 대하여 유량을 21 l/min으로 농축 실험을 진행하였다. 초기 투과율은 22.3 l/h($\text{l}/\text{m}^2\cdot\text{h}$)로 나타났으며 농축에 따라 점차 투과율이 감소하였다. 초기 전기전도도 배제율은 82.9 %, COD 제거율은 90.3 %로 나타났으나 농축도가 높아짐에 따라 Donnan효과에 의한 투과수의 Cl^- 농도 상승으로 전기전도도 배제율은 초기와 비교하여 18 % 감소하였다. 최종적으로 약 20 배 농축하였을 때 투과율은 초기와 비교하여 79.8 % 감소하였다. <그림 1>과 <그림2>에 MPT-34막의 농축에 따른 전기전도도 배제율과 투과율변화를 나타내었다.



< Fig.1 > The effect of concentration on conductivity rejection



< Fig.2 > Flux variation for NF concentration

Cold crystallization을 이용한 농축실험시 전기전도도 30,000 $\mu\text{s}/\text{cm}$ 범위에서 미세한 무기물질이 침전되었으며 상등수의 전기전도도가 감소하는 것을 확인하였다. 그러나 농축이 계속 진행되면서 폐수내의 Ca^{2+} 이온은 cold crystallizer에서 CaSO_4 로 일부분 제거되었으나 상대적으로 과량인 SO_4^{2-} 이온은 계속적으로 농축되어 농축수의 전기전도도가 47,000 $\mu\text{s}/\text{cm}$ 까지 상승하였다.

농축공정중 막의 오염에 대한 세척제의 세척효율을 측정한 결과 세척수의 온도를 40 $^{\circ}\text{C}$ 까지 상승시켜 detergent로 세척시 93 %의 세척효율을 나타내었다. 본 실험에서 NF계열의 분리막을 이용, 염료폐수를 약 20 배까지 농축이 가능하였으며 적절한 운전조건 및 cold crystallization 공정을 최적화시킬 경우 20 배 이상으로 폐수를 농축, 최종농축수의 부피를 크게 줄일 수 있으리라 생각된다. 또한 투과수에 대해서는 직접 생물학적 처리를 하거나 또는 적절한 후처리를 한다면 재활용이 가능할 것으로 사료된다.