

## 염료용액의 색도제거를 위한 세라믹 분리막 UF 및 NF 공정에서의 backflushing의 영향

김현기, 양정목, 이병환, 김상용, 김성수\*  
한국생산기술연구원, \*경희대학교 환경응용화학대학

### Effect of Backflushing on ceramic membrane Ultrafiltration and Nanofiltration decolorization process of Dye solutions

Hyun-Gi Kim, Jeongmok Yang, Byunghwan Lee, Sangyong Kim  
& Sung Soo Kim\*

Industrial Ecology Laboratory(NRL), Korea Institute of Industrial  
Technology

\*College of Environment and Applied Chemistry, KyungHee  
University

#### 1. 서론

경제적 성장과 더불어 수자원 부족현상이 심화되어 폐수의 재이용에 대한 요구가 점차 증가하고 있다. 일반적으로 산업폐수는 주로 합성물질로 구성되어 있으며, 특히 염료산업에서 배출되는 폐수의 경우 무기염류를 비롯하여 처리하기 어려운 난분해성 물질을 포함하고 있다. 또한 염료의 경우 50%이상이 섬유에 고착되지 않고 폐수와 함께 배출되므로 심각한 환경문제를 야기한다. 현재 응집, 침전, 산화 등의 물리화학적 방법에 의해 염료폐수를 처리하고 있으나 그 양과 성상이 복잡하여 처리에 많은 어려움이 따르고 있다. 최근 들어, 소규모설치가 가능하고 열적, 화학적으로 안정적인 세라믹 분리막을 활용한 UF 및 NF 공정이 염료폐수 처리분야 확대 적용되고 있다. 본 연구에서는 일반적으로 사용되는 분산성, 반응성 염료 용액을 제조하여 세라믹 분리막 투과 성능을 비교하고자 하였으며, 투과 성능 향상을 위해 cake layer 및 fouling 감소에 미치는 TMP 및 backflushing의 영향에 관하여 연구하고자 하였다.

## 2. 이론

일반적으로 분리막 공정에서 막오염(fouling) 현상을 원활하게 제어하는 방법들은 지속적으로 연구되어져 왔다. 막오염 현상은 크게 막표면에 쌓이게 되는 cake-layer에 의한 막오염과 막표면/내부에 흡착하여 생기는 비가역적인 오염으로 크게 나누어진다. 막오염 정도를 저항(resistance)을 이용하여 표현하는 방법인 Resistance-in-series model은 다음식과 같이 표현된다.

$$J = \frac{\Delta P_T}{\eta R_t}$$

$$R_t = R_m + R_c + R_f$$

$\Delta P_T$ =구동압력(TMP),  $\eta$ =유출수 점도

$R_t$ =총저항,  $R_m$ =막저항,  $R_c$ =케이크층에 의한 저항,  $R_f$ =막내부오염에 의한 저항

막오염은 막 내부오염에 의한 저항( $R_f$ )보다는 주로 케이크층에 의해 발생하는 것으로 가장 중요하게 고려해야 할 사항은 막표면 위에 쌓이게 되는 케이크 층을 적절하게 제거하는 것이다. 따라서 막표면에 전단력을 발생시켜 케이크층을 물리적으로 제어하는 방법이 가장 광범위하게 사용된다. 그 중에서 역세척(backflushing)은 공기, 물, 여과수 또는 세정액을 반대 방향으로 투과하는 방법이다. 현재 가장 효과적인 막세정 방법으로 알려졌지만 막 모듈과 막재질이 지속적인 역세척에 견딜 수 있는 내압구조로 설계, 제작 되어야 하므로 세라믹 분리막이 이에 적합하다고 할 수 있다.

## 3. 실험

본 연구에서 사용된 장치는 MEMBRALOX(Pall Co.)으로 세라믹 분리막은  $\alpha$ -Alumina and zirconia 재질로 기공크기 0.005, 0.05 $\mu$ m의 관형으로 사용하였다. 구동압력은 1-3 bar로 운전하였고 역세척(backflushing)은 3m $\ell$ 의 공기를 4bar의 압력으로 주입시켰고 세척시간과 주기를 다양하게 변화시키면서 실험하였다. 염료용액은 일반적으로 많이 사용하는 분산성, 반응성 염료를 선정하여 사용하였다. 색도 및 유기물 제거 성능을 분석하기 위해 UV spectrophotometer(DR4010, HACH, USA), TOC Analyzer(Multi N/C 3000, Analytikjena, Germany)등의 기기를 사용하였다.

#### 4. 결과 및 토론

세라믹 분리막 UF 및 NF공정을 이용하여 염료용액의 색도 제거 성능을 조사하였으며 안정적인 제거 성능을 나타냄을 확인하였다. Cake layer에 의한 fouling에 영향으로 시간이 경과함에 따라 permeate flux가 감소하므로 TMP를 증가시킴으로써 투과성능이 개선되는 것과 동시에 색도제거 효율도 다소 우수함을 확인할 수 있었다. 또한 역세척(backflushing)이 permeate flux에 미치는 영향을 통해 cake layer 제거를 위한 효과적인 최적의 조업조건으로 얻을 수 있었다.

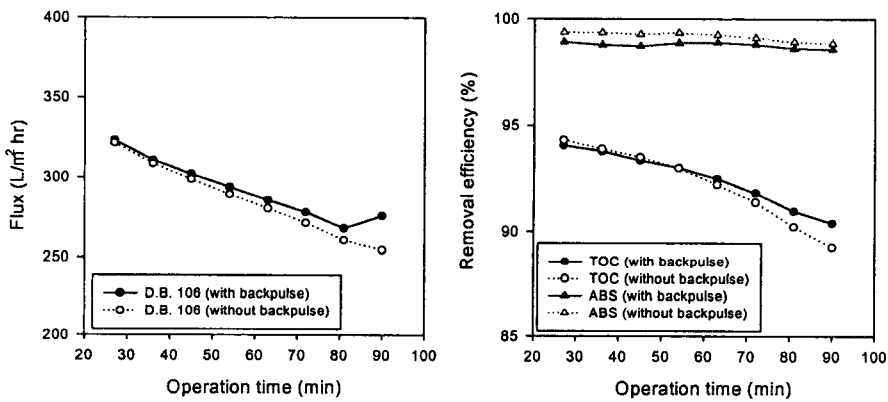


Fig 1. Effect of backflushing on flux, dye & organic matter removal.

#### 5. 참고 문헌

1. L. Niina, M. David, P. Christophe, T. Nicolas, L. Antero, L. Erkki, and N. Marianne, "Effect of filtration conditions and backflushing on ceramic membrane ultrafiltration of board industry wastewaters", *Separation and Purification Technology*, **24**, 319-328 (2001)
2. R. Weber, H. Chmiel, and V. Mavrov, "Characteristics and application of new ceramic nanofiltration membranes", *Desalination*, **157**, 113-125 (2003)
3. Y. Zhao, J. Zhong, H. Li, N. Xu, and J. Shi, "Fouling and regeneration of ceramic microfiltration membranes in processing acid wastewater containing fine TiO<sub>2</sub> particles", *J. Mem. Sci.*, **208**, 331-341 (2002)
4. C. Tang, and V. Chen, "Nanofiltration of textile wastewater for water reuse", *Desalination*, **143**, 11-20 (2002)