

## Acrylic폐수의 전처리 및 UF/RO공정의 적용

이 광 현  
동의대학교 화학공학과

Pretreatment of Acrylic Wastewater and Application of UF/RO  
Processes

Lee Kwang-Hyun  
Dept. of Chemical Engineering, Donggeui University, Pusan  
614-714, Korea

요 약 : 본 연구는 acrylic폐수의 COD제거를 위한 전처리 공정 및 전 처리된 acrylic폐수를 한외여과 증공사형 모듈과 역삼투 나권형 모듈에 적용하여 투과 플럭스를 고찰하였다. 이로부터 한외여과 및 역삼투 막의 적정 역세척 시간을 결정하고, 운전시간에 따른 막오염을 고찰하였다. 12시간을 기준으로 한외여과 증공사형 모듈에서의 flux가 급격히 떨어지고 있으며 역삼투 나권형 모듈도 비슷한 경향을 나타내고 있다. CaO 및 활성탄으로 전처리된 처리수의 COD, TDS는 한외여과 및 역삼투 공정만으로는 배출허용기준치 이하로 제거하기 어려우므로 UF/RO 공정 적용을 위한 전처리 공정의 개선이 필요하다.

Abstract : Acrylic wastewater flux was discussed using modules of ultrafiltration hollow fiber and reverse osmosis spiral wound. The optimum backflushing times of membranes were decided and the degree of fouling was discussed with operating time. Permeate flux was decreased rapidly at 12hrs. Separation processes with ultrafiltration and reverse osmosis membranes were not suitable to remove COD and TDS. The improvement of pretreatment processes was needed.

### 1. 서론

본 연구는 acrylic폐수에 한외여과 증공사형 및 역삼투 나권형 모듈을 사용하여 분리막의 적용가능성을 고찰하고자 하였으며, 분리막의 성능을 저하시키는 막오염의 해석으로 효율적인 막분리 공정을 구성하고자 한다. 높은 COD의 제거를 위해서는 한외여과 및 역삼투막 만으로는 방류수 배출

허용기준을 충족시키지 못할 것으로 예상되므로 화학약품을 이용한 전처리를 거친 후 UF/RO공정에 적용하였다.

## 2. 이론

일반적으로 막분리 공정에서 발생하는 여과 저항과 투과선속(Permeate flux,  $J$ )은 직렬여과저항 모델(Resistance-in-series model)에 의해서 다음과 같이 표현될 수 있다.

$$J = \frac{\Delta P}{R_m + R_b + R_f} \quad (1)$$

여기서,  $\Delta P$ 는 막간 압력차(TMP, Transmembrane pressure),  $R_m$ 은 막자체의 고유저항,  $R_b$ 는 경계층에 의한 저항,  $R_f$ 는 막오염에 의한 저항이다. 순수를 대상으로 한 분리막의 경우에는  $R_b$ 와  $R_f$ 는 존재하지 않으므로 식은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$J = \frac{\Delta P}{R_m} \quad (2)$$

또, 식(1)과 (2)를 이용하여  $R_b+R_f$ 에 대해 정리하면 식(3)과 같다.

$$R_b + R_f = \frac{\Delta P}{J} - R_m \quad (3)$$

식(3)을 이용하여 구한  $R_b+R_f$ 값을 시간에 대하여 도시한 후, 여과초기에 시간에 대하여 그 값이 선형적으로 증가하는 구간에서 최적 직선식을 구하고  $t=0(R_f=0)$ 에서의 값이  $R_b$ 가 된다. 이렇게 구한  $R_b$ 를  $R_b+R_f$ 에서 빼주면 시간 변화에 따른  $R_f$ 값을 구할 수 있다.

## 3. 실험방법 및 내용

### 3.1 한외여과 및 역삼투 모듈set

본 실험에서 사용된 한외여과 모듈들은 (주)SAMBO GLOBE의 GUF 3050이며 역삼투 모듈들은 (주)새한의 RO 11-50의 모듈이다.

### 3.2 화학적 전처리

Acrylic 페수를 UF/RO공정에 적용하기전 전처리로 CaO를 원페수에 투입시켰으며 활성탄으로 처리한후 처리된 원페수의 슬러지를 제거하기 위해 섬유filter를 사용하여 처리하였다.

### 3.3 실험 방법

본 연구에서의 실험 방법은 다음과 같다.

한외여과 중공사형 모듈의 적용압력을  $2.0\text{kgf/cm}^2$ 으로, 역삼투 나권형 모듈은  $5.0\text{kgf/cm}^2$ 으로 고정시키고 막오염에 따른 투과 플럭스의 변화를 관

찰하기 위해 2시간에 한번씩 투과 플럭스의 양을 측정하였다. 한외여과 막의 투과액은 역삼투막 공급용 저장조로 연결되는 관으로부터 직접 수작업으로 유량을 측정하였고 배제액의 유량은 배제액 관과 배제액 by-pass관으로부터 각각 수작업으로 측정한 후 합산하여 구하였다. Sampling은 유량 측정과 동시에 수행하였다.

#### 4. 실험결과

##### 4.1 순수투과 플럭스

Deionized water를 한외여과 증공사형 모듈GUF 3050 및 역삼투 나권형모듈 RO 11-50에 적용하였을 경우 적용압력이 증가함에 따라 순수 투과 flux는 선형적으로 증가하였다. 이러한 선형적인 증가는 막의 상태가 구멍이나 누수가 없는 실험 가능한 상태임을 확인 할 수 있었다.

##### 4.2 폐수투과 플럭스

Acrylic폐수의 화학적 처리수를 한외여과 증공사형 모듈에 적용한 결과 운전시간에 따른 플럭스의 변화를 Fig. 1에 나타내었다. 초기 12시간 이전의 운전시간에서는 플럭스의 변화가 거의 없으며 12시간 이후에는 막오염으로 인하여  $R_f$ 값이 급격히 증가하는 것을 알 수 있었다. 이로부터 한외여과 증공사형 모듈의 적정 역세척시간은 12시간 정도임을 알 수 있었고, 역삼투 나권형 모듈에서도 이와 비슷한 결과를 나타내고 있다.(Fig. 2)

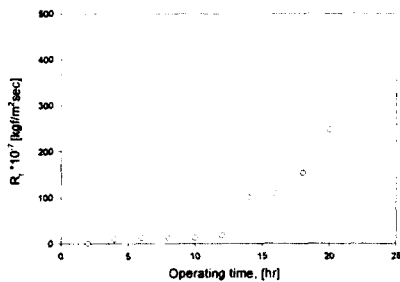


Fig. 1.  $R_f$  versus operating time for UF module.

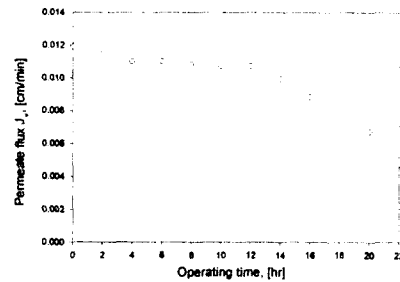


Fig. 2. Permeate flux versus operating time for RO module.

##### 4.3 pH

화학적 처리수의 pH는 약 12로 강염기성(원폐수의 pH는 8.73)을 나타내고 있으므로 이를 한외여과 증공사형 모듈과 역삼투 나권형 모듈에 적용하기 위해서는 중화공정이 필요하다.

#### 4.4 COD

Acrylic페수의 화학적 처리수를 한외여과 증공사형 모듈에 적용하여 COD를 측정된 결과 한외여과 증공사형 막의 경우 약 20%이내의 제거효율을 나타내므로 COD의 제거효과는 거의 없는 것으로 나타났다. 한외여과 막 투과액을 역삼투 나권형 모듈에 적용한 결과 65~83%의 제거 효율을 나타내었다. Acrylic원페수의 COD값은 980ppm이고 화학적인 전처리를 거치고 난 후의 값은 320ppm이므로 화학적 전처리 공정에 의한 COD의 제거효율은 약 67%임을 알 수 있었다.

#### 4.5 TDS

일정한 공급유량 하에서 화학적 처리수를 한외여과 증공사형 모듈들에 적용한 결과 제거효율은 5~23%의 값을 나타내므로 한외여과 증공사형 모듈로 TDS를 제거하기 어려운 것으로 나타났다. 투과액을 역삼투 나권형 모듈에 적용한 결과 TDS의 제거 효율은 45~75%의 값을 나타내고 있다.

### 5. 결과

화학적 처리를 거친 acrylic페수를 한외여과 및 역삼투 나권형 모듈에 적용한 결과 12시간을 기준으로 플럭스의 큰 변화를 보이고 있으며 이로부터 막들의 적정 역세척 시간을 12시간 정도임을 알 수 있었다. 운전 시간에 따른 COD, TDS의 분리 특성은 뚜렷한 변화를 나타내고 있지 않았다. COD, TDS는 배출허용기준을 초과하는 값을 나타내고 있어 전처리 공정의 개선이 필요하며, pH는 강염기성을 나타내고 있어 중화공정이 필요함을 알 수 있었다.

### 6. 참고문헌

1. 노수홍, "분리막을 이용한 수처리 기술의 국내현황," 첨단 환경기술, 11, 10(1995)
2. Lee, K. H., "Design and Application of Membrane Separation Processes," *Membrane J.*, 3, 2, 41-50 (1993).
3. Kim, K. J., "Membrane Technology in Water Treatment," *J. of KSEE*, 17, 5, 413-420 (1995).
4. Park, J. Y., "Lake Water Treatment Using a Ultrafiltration Membrane Process of Hollow Fiber Type," *membrane J.*, 7, 1, 39-47 (1997).
5. Lee, H. I., Lee, S. K., Choi, K. S., Lee, H. G., and Kim, C. W., "Removal of Solid Particle using Continuous-Backwash Upflow Sand Filter," *J. of KSEE*, 21, 4, 617-625 (1999).