

## 부상공정과 PAC-MF에 의한 수용액으로부터 색 제거

김 선 일

조선대학교 화학공학과

전화 (062) 230-7219, FAX (062) 230-7226

### ABSTRACT

The permeate flux was lower when PAC was added compared to without PAC system. It can be concluded that PAC is cause of membrane fouling. The effect of flow volume was found not significant for the three samples. But it was shown high rejection rate due to adsorption of organic matter to PAC in the case of adding PAC.

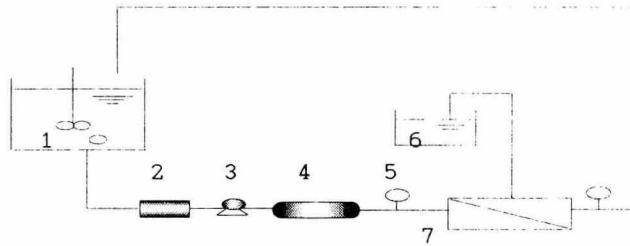
### 서 론

분리막 이용을 기초로한 집합공정은 증류, 용매추출 등과 같은 기존 공정과 역삼투[1], 한외여과[2], 정밀여과 공정[3] 등과 같은 분리막 공정을 병용하는 것이다. 집합공정을 이용하는 것은 보통 집합공정(combination process)이 집합되기 전의 두 공정 즉 기존공정과 분리막 공정을 각각 단독으로 이용할 때보다 처리효과 등이 훨씬 우수하거나 경제적인 때이다. 특히 고농도의 COD, 부유물질이 함유된 경우 유기물 및 미생물이 막 표면에 축적 또는 증식하여 물리적인 방법으로는 투과플럭스의 회복이 불가능하므로 막의 수명을 단축시키는 원인이 된다. 따라서 부유물질의 농도가 높은 염색폐수를 막분리[4] 공정을 실용화할 경우, 막 수명 연장을 위한 막 폐색 억제[5~7]는 해결해야 할 중요한 과제이다. 본 연구에서는 분말활성탄 공정과 세라믹 관형막 모듈(tubular module)의 정밀여과(microfiltration; MF)의 집합공정(PAC-MF)을 이용하여 유량 및 압력의 조작변수에 따른 투과플럭스와 COD 제거율에 미치는 영향을 조사하였다.

### 재료 및 방법

#### 1) 재료 및 기기

세라믹 관형막 및 housing은 DOW DANMARK Co.의 제품을 사용하였으며, 이 막의 pore size는 0.20이며 길이는 229mm, 외부직경이 9.02mm, 내부직경이 6.49mm, 유효표면적은 4.669mm<sup>2</sup>이다. 염색폐수는 원폐수(O/W), 전처리, 즉 부상공정에 의해 응집된 시료의 상등액에 분말활성탄을 주입한 시료(W/PAC)와 주입하지 않은 시료(WO/PAC)를 사용하였다. PAC-MF 공정은 Fig. 1과 같이 설계하여 제작하였다. 온도조절기가 부착된 7L의 저장용기로부터 막모듈로 주입해 주는 feed pump(1 HP, head pump; PROCON Co.), 막모듈의 입구와 출구쪽에 각각 밸브와 압력계를 설치하고 출구쪽의 밸브를 이용하여 막모듈에 추진 압력을 제공하여 투과액을 받아 모을 수 있게 되어있으며, 농축액은 저장용기로 되돌아 가도록 되어있다.



1. PAC contactor 2. Prefilter 3. Pump 4. Heat exchanger  
5. Pressure gauge 6. Reservoir 7. MF membrane

Fig. 1. Schematic diagram of cross flow membrane system.

## 2) 실험방법

### 2-1) 유량이 투과플럭스 및 제거율에 미치는 영향

원폐수(O/W), 전처리된 시료에 분말활성탄을 주입(W/PAC)하였을 때와 주입하지 않았을 때(WO/PAC) 막분리를 수행하였다. 유량은 12~14L/min으로 변화시켰고, 압력은 2.5bar, 시료의 온도는 25±1℃로 유지하고 막의 pore size는 0.2μm를 사용하여 유량에 따른 투과플럭스에 미치는 영향을 조사하였다.

### 2-2) 압력이 투과플럭스 및 제거율에 미치는 영향

막분리시 압력은 1~3bar로 변화시켰고 시료의 온도는 25±1℃로 유지시키고 막의 pore size는 0.2μm를 사용하여 투과플럭스에 미치는 압력의 영향을 조사하였다.

## 결과 및 고찰

### 1) 유량이 투과플럭스 및 제거율에 미치는 영향

이 실험 결과를 Fig. 2 및 3에 나타내었다. 원폐수의 경우는 유량이 12, 13 및 14L/min일 때 1분 경과 후 투과플럭스 1.51, 1.72 및 1.83×10<sup>3</sup>L/m<sup>2</sup>·h으로 유량이 증가할수록 투과플럭스가 증가하였다. 또한 일정한 압력과 유량에 대해서 시간이 경과할수록 투과플럭스는 현저히 감소함을 알 수 있었다. 전처리한 폐수에 분말활성탄을 첨가하지 않은 경우에 있어서는 일정한 압력하에서 유량이 12, 13 및 14L/min일 때 1분 경과 후 투과플럭스 2.02, 2.21 및 2.42×10<sup>3</sup>L/m<sup>2</sup>·h로 유량이 증가할수록 투과플럭스가 증가하였다. 전처리한 폐수에 분말활성탄을 첨가한 경우에 있어서는 유량이 12, 13 및 14L/min일 때 1분 경과후 투과플럭스 1.73, 1.82 및 1.91×10<sup>3</sup>L/m<sup>2</sup>·h로 유량이 증가할수록 투과플럭스가 증가하였다. 원폐수의 경우는 고농도의 COD 및 부유물을 함유하고 있어 초기의 투과플럭스 값이 다른 경우 보다 매우 낮았다. 분말활성탄을 첨가한 경우는 첨가하지 않은 경우보다 투과플럭스가 낮게 나타났는데 이는 분말활성탄이 막오염을 일으키는 원인이 되기 때문으로 생각된다. 막분리시 유량이 COD 제거율에 미치는 영향은 Fig. 4 및 5에 나타내었다. 원폐수의 경우는 유량이 12, 13 및 14L/min일 때 1분 경과 후 COD 제거율은 13, 10 및 10%로 유량의 변화에 따른 제거율의 영향은 큰 차이가 없는 것으로 관찰되었다.

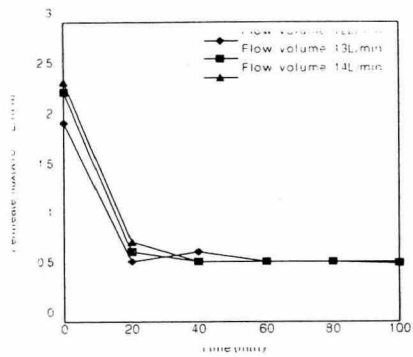


Fig. 2. Effect of flow volume on permeate flux(WO/PAC).

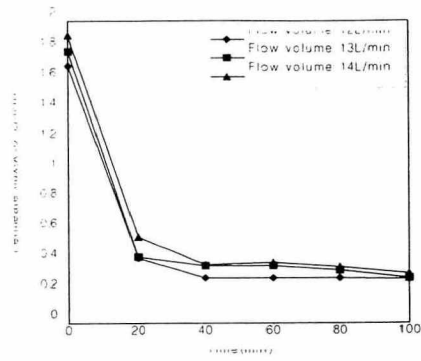


Fig. 3. Effect of flow volume on permeate flux(W/PAC).

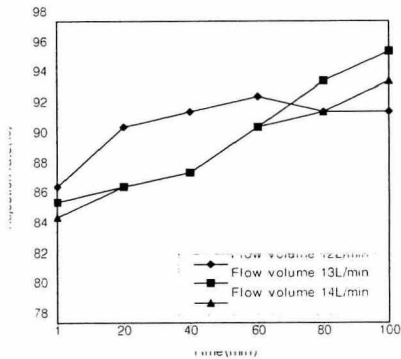


Fig. 4. Effect of flow volume on rejection rate(WO/PAC).

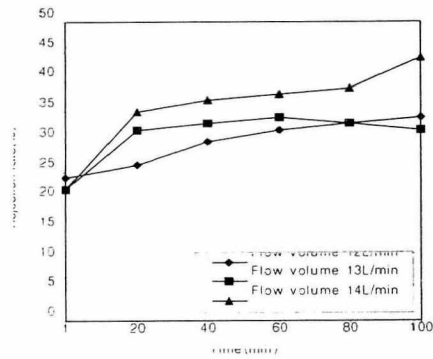


Fig. 5. Effect of flow volume on rejection rate(W/PAC).

유량이 12L/min으로 일정한 유량에 대해서 1, 40 및 100min으로 시간이 경과한 후의 제거율은 13, 16 및 23%로 증가하였다. 일정한 유량에 대해서 시간이 경과할수록 제거율은 약간씩 증가함을 알 수 있었으며, 이것은 시간이 지날수록 내부세공막힘 현상이 유발되어 오염물질 자체가 제거율을 높이는 역할을 한 것으로 생각된다. 전처리한 폐수에 분말활성탄을 첨가하지 않은 경우에는 유량이 12, 13 및 14L/min일 때 1분 경과 후 COD 제거율은 각각 22%, 22% 및 24%로 유량의 변화에 따른 제거율의 영향은 관찰되지 않았다. 전처리한 폐수에 분말활성탄을 첨가한 경우에 있어서는 유량이 12, 13 및 14L/min일 때 1분 경과 후 COD 제거율은 각각 85%, 86% 및 87%로 유량의 변화에 따른 제거율의 미치는 영향은 별로 관찰되지 않았다. 유량이 12L/min일 때 1, 40 및 100min 시간이 경과한 후의 제거율은 각각 85%, 90% 및 96%로 나타났다. 이 세가지 시료에 대한 유량에 따른 제거율의 영향은 관찰되지 않았지만 시간에 따른 COD 제거율은 앞서 언급한 바와 같이 유기물 입자가 내부세공막힘 현상을 유발하여 오염된 막 자체가 제거율을 높인 원인이라 할 수 있다.

## 2) 압력이 투과플럭스 및 제거율에 미치는 영향

원폐수의 경우는 조작압력이 1, 2 및 3bar일 때 1분 경과 후 투과플럭스는 각각 0.61, 1.32 및  $1.91 \times 10^3 \text{L/m}^2 \cdot \text{h}$ 로 압력이 증가할수록 투과플럭스가 증가하였다. 또한 일정한 압력에 대해서 시간이 경과할수록 투과플럭스는 현저히 감소하였다. 전처리한 폐수에 분말활성탄을 첨가하지 않은 경우에 있어서는 압력이 1, 2 및 3bar일 때 1분 경과 후 투과플럭스는 0.92, 1.81 및  $2.62 \times 10^3 \text{L/m}^2 \cdot \text{h}$ 로 압력이 증가할수록 투과플럭스가 증가하였다. 또한 일정한 압력에 대해서 시간이 경과할수록 투과플럭스는 현저히 감소하였다. 전처리한 폐수에 분말활성탄을 첨가한 경우에 있어서는 압력이 1, 2 및 3bar일 때 1분 경과 후 투과플럭스는 0.73, 1.54 및  $2.20 \times 10^3 \text{L/m}^2 \cdot \text{h}$ 로 압력이 증가할수록 투과플럭스가 증가하였다. 원폐수, 전처리한 시료에 분말활성탄을 첨가한 경우 및 첨가하지 않은 경우에 압력에 따른 투과플럭스의 영향을 조사한 결과 원폐수의 경우는 고농도의 COD 및 부유물을 함유하고 있어 초기의 투과플럭스 값이 다른 경우 보다 매우 낮았다. 일정한 압력과 유량에 대해서 시간이 경과할수록 제거율은 약간씩 증가함을 알 수 있었으며, 이것은 시간이 지날수록 내부세공막힘 현상이 유발되어 오염물질 자체가 제거율을 높이는 역할을 한 것으로 생각된다.

## 요 약

일정한 유량에 대해서 시간이 경과할수록 제거율은 약간씩 증가함을 알 수 있었으며, 이것은 시간이 지날수록 내부세공막힘 현상이 유발되어 오염물질 자체가 제거율을 높이는 역할을 한 것으로 생각된다. 전처리한 시료에 분말활성탄을 주입하지 않은 경우의 COD 제거율은 매우 낮게 나타났으며, 분말활성탄을 주입한 경우는 유기물이 분말활성탄에 흡착하여 96%의 매우 높은 제거율을 보였다. 압력에 따른 투과플럭스 및 제거율에 미치는 영향은 세가지 시료 모두 압력이 증가할수록 투과플럭스가 증가하였다. 또한 일정한 압력에 대해서 시간이 경과할수록 투과플럭스는 현저히 감소하였으며, COD 제거율은 압력이 증가할수록 약간씩 감소되었다.

## 참 고 문 헌

1. B. S. Parekh, Reverse Osmosis Technology(1988), Marcel Dekker, Inc., NY, 1.
2. A. Bindof, C.J. Aavies, C.A. Kerr and C.A. Buckley, *Desalination*(1987), **67**, 455.
3. S. Vigneswaran and S. Boonthanon, Crossflow Microfiltration Membranes in Water Treatment(1994): An Experimental Study, *Proc. Korea-Australia Joint Symp. on Sensor and Membrane*, Seoul, Korea, April, 71.
4. S. N. Gaeta and U. Fedles., *Desalination*(1990), **83**, 183.
5. M. Mavrov, I. Petrova, K. Davarsky and J. Sarrazin, *J. Membrane Sci*(1992), **73**, 313.
6. M. L. Cabero, F. A. Riera and R. Alvarez, *J. Membrane Sci*(1999), **154**, 239.
7. S. B. Sadr Ghayeni, P. J. Beatson, R. P. Scheneider and A. G. Fane, *J. Membrane Sci*(1998), **138**, 29.