

일반강연 III-12

## Si 함유용액에 의한 한외여과막의 투과유속 감소특성

여호택\*, 이석기, 전재홍, 남석태\*, 최호상\*

동안엔지니어링(주) 부설연구소, \*경일대학교 화학공학과

### Flux Decline during Ultrafiltration of the Silicon Colloidal Solution

H.T. Yeo\*, J.H. Jeon, S.K. Lee, S.T. Nam\*, H.S. Choi\*

R&D Center, DongAhn Engineering Co., Ltd., Seoul, 133-110

\*Dept. of Chem. Eng., Kyungil University, Kyungsan, 712-701

#### 1. 서론

한외여과 분리막을 이용한 공정은 화학공업을 비롯하여 의약품, 식품, 폐수 처리 및 반도체산업 등의 여러 분야에서 이용되고 있다. 그러나 한외여과 분리공정에 있어서 해결되어야 할 중요한 문제점은 투과유속의 감소현상이다. 용액의 투과유속이 순수의 투과유속보다 낮아지는 투과유속의 감소현상은 크게 농도분극과 막오염 현상에 기인한다. 농도분극에 의한 투과유속의 감소는 보통 1분 이내의 매우 짧은 시간 안에 일어나지만 시간이 지속됨에 따라 투과유속이 감소하는 현상은 막오염에 기인한다.

막오염을 일으키는 요인은 여러 가지 복합적인 요인에 의하여 발생하나 일반적으로 막-용질간의 상호작용에 의해 크게 영향을 받는다. 막오염은 오염이 발생하는 위치에 따라 두 가지로 분리할 수 있으며, 첫째는 막에 의해 배제된 용질들이 막 표면에 누적되어 형성된 케익층과 같이 오염이 막의 표면 위에 발생하는 표면오염을 들 수 있고, 나머지 하나는 막의 기공을 막거나, 기공의 벽에 흡착되어 용매의 투과경로를 감소시켜 투과유속을 저하시키는 기공내부의 오염에 의한 내부오염이 있다. 막오염모델에는 cake filtration, pore plugging, intermediate blocking 그리고 standard blocking 등이 있으며, 막오염에 의한 투과저항은 이들 각각의 단독에 의한 모델에 의해서도 일어나지만 처리대상인 폐수에 함유된 용질들의 입자분포에 따라서는 이들 모델들이 서로 복합적으로 작용하여 투과유속의 감소를 야기시킨다.

본 연구에서는 Si를 회수하고, 용수를 재이용하기 위해 Si 입자를 함유한 콜로이드 용액의 한외여과막 분리공정중 운전조건 및 용액의 특성에 따른 투과유속 감소현상을 검토하고, 막오염에 의한 투과기구를 검토하였다.

## 2. 실험

실험에 사용된 한외여과막은 Nitto사의 polyolefin 관형막을 사용하였으며, 공급폐수는 A사의 wafer가공 공정에서 배출되는 공정수를 사용하였다. 원액과 투과액의 특성은 turbidimeter(Obeco, 965) 및 AAS (Shimadzu, 6701)로 분석하였고, 입자의 크기분포는 Zetasizer(Melburn, 1000)로서 측정하였다.

## 3. 결과 및 고찰

Fig. 1은 막표면에 형성된 케익층에 의한 투과저항성을 살펴보기 위하여 케익여과모델을 이용하여 도기한 결과이다. 케익여과모델은 막에 의해 배제된 용질들이 막표면에 누적되어 형성된 케익층이 투과저항으로 작용하는 경우에 적용되며,  $V/A$ 와  $At/V$ 는 선형적 관계를 나타낸다. Dead-end flow의 경우는  $V/A$ 와  $At/V$ 의 상관관계에서 변화율이 선형적으로 증가하다가 증가율이 둔화되는 현상을 나타내고 있다. 이와 같이 증가율이 둔화된 현상은 투과저항이 막표면에 형성된 케익층에 의한 표면저항 이외에 또 다른 형태의 저항이 존재함을 의미하며, 이는 막표면에 존재하는 기공입구의 요철부위에 Si 침적 또는 Si의 침투에 의한 막기공의 폐쇄 등에 의한 침투저항이 존재하는 것으로 해석할 수 있다. 또한, 이는 순수의 투과에 의해 산출된 막저항이 Fig. 1의 절편에 의해 산출된 막저항 값보다 작게 나타난 현상도 전체 투과저항중 막표면에서의 표면케이크저항만 고려하고 막두께방향으로의 침투저항을 고려하지 않은 결과이다. Cross flow는 dead-end flow에 비하여 낮은 저항값을 보여주고 있으며, 이는 순환흐름에 의한 막표면에서의 투과저항감소로 해석할 수 있다. 또한 Cross flow가 변곡이 없는 직선형태를 나타내는 것은 dead-end flow에 비하여 막내부로의 침투저항이 상대적으로 작음을 의미한다.

Fig. 2는 폐수의 유량변화에 따른 투과유속의 비 값을 나타내었다. 폐수의 유량이 증가할수록 투과유속의 비는 증가하는 경향을 보여주고 있다. 이와 같은 현상은 막표면에서의 유속이 증가됨에 따라 막표면에 배제되어 누적된 Si 입자들이 용액본체로의 역확산되어 용매의 투과저항으로 작용하는 막표면에 형성된 케익층의 두께를 감소시키기 때문이다. 또한 투과압력이 증가할수록 투과유속의 비값이 감소하는 현상을 나타내고 있다. 이는 투과압력이 증가함에 따라 투과저항이 증가됨을 의미하며, 막표면에 형성되어 투과저항으로 작용하는 케익층의 치밀화에 기인하는 것으로 사료된다.

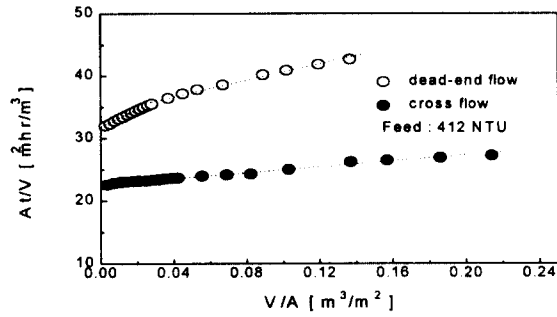


Fig. 1. Correlation between  $V/A$  and  $At/V$ .

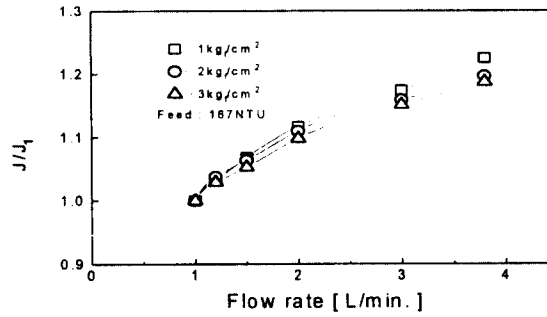


Fig. 2. The variation of permeate flux ratio with the feed flow rate.

#### 4. 참고문헌

1. J.G. Wijmans et al., *J. Membrane Sci.*, **22**, 117 (1985).
2. T. Okada , and O. Osamu, *Desalination*, **98**, 335 (1994).
3. A.B. Koltuniewicz, R.W. Field and T.C. Arnot, *J. Membrane Sci.*, **102**, 193 (1995).
4. E. Iritani et al., *J. Membrane Sci.*, **103**, 181 (1995).