

일반강연 III-9

## 음이온계 유화제를 분리/회수하기 위한 역삼투 공정에서 막의 이온특성과 용질농도에 따른 투과거동의 변화

이상학, 염충균, 송해영\*, 이정민

한국화학연구소 신소재화학공정연구센터, 충남대학교 고분자공학과\*

### Permeation behavior with the ionic Characteristic of charged membrane and solute concentration in revers osmosis process for separation of anionic surfactant

S. H. Lee, C. K. Yeom, H. Y. Song\* and J. M. Lee

Chemical Process and Engineering Center, Korea Research Institute of Chemical Technology, Department of Polymer Science and Engineering, Choong-nam National university\*

#### 1. 서 론

PTFE 합성공정에서 대량으로 사용하는 고가의 음이온계 유화제를 분리/회수하는 것은 경제적인 문제뿐만 아니라 환경적으로도 매우 중요하다. 음이온계 유화제의 회수에는 Water-evaporation, ion-exchange, freezing, electrodialysis 등의 방법을 사용할 수 있다. 그러나 회수에 드는 경비가 높고 장치가 복잡하다는 단점이 있다. 반면에 막분리 공정은 장치가 간단하고 상대적으로 경비가 적게 든다는 장점이 있다[1]. 본 연구에서는 음이온계 유화제를 분리/회수하기 위해서 역삼투 공정을 사용하였다. 그러나 역삼투 공정과 같이 압력을 분리의 구동력으로 하는 막분리 공정에서는 농도분극 및 막오염 현상에 의한 투과량의 감소가 심각하게 일어나며 전체적으로 막분리 공정의 경제성을 떨어뜨리는 주된 요인이 된다. 특히 이온성 막을 사용할 경우 막과 이온성 용질간의 정전기적 포텐셜이 화학적 포텐셜과 함께 투과분리의 구동력을 이루게 되므로 투과거동이 매우 달라지게 된다[2]. 본 연구에서는 막재료의 이온특성과 음이온성 용질의 농도에 따른 막오염 현상의 관찰 및 이것이 투과거동에 미치는 영향을 관찰하였다. 이를 위해 Sodium alginate, Chitosan, Poly(vinyl alcohol)을 이용하여 각각 음이온성, 양이온성, 중성 막을 제조하여 투과거동을 관찰하였다.

#### 2. 실험

음이온성 막을 제조하기 위하여 초순수에 2.5wt.%의 sodium alginate를 용해시켜 유리판 위에 Gardner casting knife를 이용하여 적당한 두께로 casting

한다. Casting된 sodium alginate 필름을 1.5wt.% CaCl<sub>2</sub>, 0.1wt.% Chitosan, 0.01 wt.% acetic acid 수용액에 담가 가교 시켰다. 이때 가교반응용액의 pH는 5.4로 맞춘다[3]. 양이온성막은 2.5wt.% chitosan을 1.5wt.%의 acetic acid와 함께 초순수에 용해시켜 유리판 위에 적당한 두께로 casting 한 뒤 6%황산용액 (물/에탄올=50/50 부피비)을 사용하여 가교 시켜 제조하였다. 중성막은 PVA 10wt.%를 초순수에 용해시켜 유리판 위에 적당한 두께로 casting 한 뒤 10vol.% glutaraldehyde, 0.15vol.% HCl을 용해시킨 acetone 용액에 담가 가교 시켰다. 모든 막의 두께는 10-13 $\mu$ m안에 들도록 제조되었으며, 충분히 세척하고 건조한 뒤 사용하였다. 제조된 막을 사용하여 순수, 500, 1000, 2000ppm의 용질농도에서 각각 swelling ratio를 측정하였으며 역삼투 실험은 압력과 용질농도를 변화시키면서 실시하여 투과거동의 변화를 관찰하였다.

### 3. 결과 및 토론

음이온성막인 sodium alginate막에 음이온성 용질을 투과시킬 경우 순수 투과도보다 용액투과도가 더 증가하는 현상을 보였다. 또한 용질의 농도가 증가할수록 용액투과도는 더 증가하였으며, 그에 따라 순수투과도에 대한 용액투과도의 비인 투과도비도 증가하였다. 또한 용질배제율도 용질농도와 압력이 증가할수록 증가하였다. 반면에 양이온성막인 chitosan막은 투과실험 초기에 투과도가 급격하게 감소하였으며 압력이 증가하여도 투과도는 증가하지 않았다. 따라서 투과도비는 압력에 따라 감소하였으며, 용질농도가 증가할수록 더욱 감소하였다. 용질배제율은 압력과 용질농도가 증가할수록 감소하였다. 중성막인 PVA막은 압력과 용질농도가 증가할수록 투과도비와 용질배제율은 감소하였지만 그 감소 폭이 chitosan막보다 상당히 작았다. 용질농도에 따른 각 막의 swelling ratio는 sodium alginate막의 경우 용질농도가 증가함에 따라 증가하였고, chitosan막은 용질농도가 증가하면 급격히 감소하였으며, PVA막은 용질농도와 무관하게 일정한 값을 가졌다.

이와 같이 각각의 막이 투과거동에 있어서 상이한 결과를 보이는 이유는 막과 용질간에 정전기적 상호관계 때문이다. 음이온성막의 경우 막과 용질간에 정전기적 척력이 작용하여 막표면에 용질이 접근하기 어려워 용질배제율이 높다. 용질농도가 증가하면 막표면의 이온밀도가 증가하여 물에 대한 친화도가 증가하고 그에 따라 투과도가 증가하는 것으로 보인다. 또한 막을 통한 용질의 투과는 압력과 무관하기 때문에 압력이 증가할수록 물의 투과도가 증가하여 용질배제율이 증가한다[1]. 반대로 양이온성 막은 용질과 막의 counter-ion간에 정전기적 인력이 작용하여 투과초기에 막오염이 빠르게 진행된다. 용질에 의한 막오염은 투과의 또 다른 저항층으로 작용할 뿐만 아니라 막표면의 친수성을 떨어뜨려 투과도가 급격히 감소하는 원인이 된다. PVA막은 용질과 막간의 정전기적 상관관계가 없으며 따라서 막여과 공정에서 전형적으로 볼 수 있는, 즉 막오염에 의해 투과량과 용질배제율이 서서히 감소하는 투과거동을 보인다.

4. 참고문헌

1. C. K. Yeom, C. U. Kim, B. S. Kim, K. J. Kim, J. M. Lee, J.Membr. Sci., 143 (1998) 207-218
2. W. Tichard Bowen, Hilmo Mukhtar, J.Membr.sci., 112 (1996) 263-274 3. M. L. Huguet, A. Groboillot, R. J. Neafeld, D. Poncelet, E. Pellacherie, J.Appl.polym.Sci., 51 (1994) 1427-1432