

나노촉매가 도입된 수처리용 나노분리막의 제조 및 특성

손승희, 제갈종건, 이규호
한국화학연구원 분리막대기농소재연구센터

Preparation and characterization of composite NF membranes coated with nanocatalyst useful for the water-treatment

Seung-Hee Son, Jonggeon Jegal, Kew-Ho Lee
Membranes and Separation Research Center, Korea Research
Institute Chemical Technology

1. 서론

고도의 경제 성장과 대도시 인구 집중 현상으로 인해 산업 용수 및 생활용수의 급격한 수요 증가를 초래하고 있으나 상수원의 오염 및 수질 기준의 엄격한 규제에 인하여 수처리용 분리막 기술 개발의 필요성이 절실히 대두되고 있다. 이분야의 기술은 기존의 분리 공정들에 비해 오염 물질의 제거 효율이 우수하며, 적용범위가 넓고, 공정 및 장치의 이동성이 양호하며, 유지비가 적게드는 등의 여러 장점을 가지고 있다. 그러나 분리막을 이용한 수처리 공정에서는 시간이 지남에 따라 수투과 특성이 저하되는 심각한 파울링(fouling)문제가 발생 할 수 있다. 일반적으로 나노분리막의 경우 역삼투막에 비해 표면의 음전하 때문에 소수성인 콜로이드, 오일, 단백질 또는 다른 유기물들에 의한 파울링이 상대적으로 적은편이긴 하나 반대로 전하를 띄는 물질의 분리에 있어서는 심각한 파울링 문제가 발생할 수도 있다. 따라서 지금까지 나노분리막은 크기에의한 중성물질 분리나 정전기적 반발력에 의해 분리가 되는 응용분야에만 한정되어 있으며 파울링을 줄이기 위해 원수의 전처리, 분리막 표면의 전기적 성질 개질, 주기적 클리닝 등의 방법이 사용되어지고 있다. 최근들어 여러 가지 광촉매를 이용한 수처리 기술이 소개되고 있으며 이 기술은 미생물을 살균하고 유기물을 분해하는데 효과적인 것으로 알려져 있다[1-2]. 그러나 이러한 광촉매를 첨가시켜 광분해 시키는 수처리 공정은 입자를 다시 회수해야하는 부차적인 공정이 필요하다는 점과 광촉매의 재활용이 어렵다는 점과 자외선에 의한 막자체의 손상이 우려된다는 문제점을 갖고있다.

따라서 본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하기 위한 방법으로 polyamide 활성층을 갖는 나노분리막 표면에 광촉매의 특성을 지닌 TiO_2 나노입자를 안정하게 고정된 형태로 도입시킴으로써 분리막 자체가 우수한 안티파울링 효과를 가짐과 동시에 분리막 표면에 쌓인 유기물을 UV를 조사하여 TiO_2 광촉매 효과로 유기물을 분해할 수 있는 수처리용 나노분리막을 제조하고 투과특성을 살펴보았다.

2. 실험

나노분리막 제조에 사용된 지지체는 polysulfone을 사용하였으며 다공성 지지체를 이용하여 상분리법을 통해 제조하였다. 이렇게 제조된 polysulfone 지지체 위에 piperazine과 TMC를 계면중합하여 가교된 polyamide층을 형성시켜 나노복합막을 제조하였다. 이러한 복합막을 사용하여 polyamide 활성층 표면에 SiO₂층을 도입하기위해 APTMOS를 사용하게 되는데 이과정은 polyamide 활성층 표면에 존재하는 -COCl기와 APTMOS의 -NH₂기와의 반응에 의해 amide결합을 형성하게 되어 화학적으로 안정하게 된다. 다음으로 TIP를 이용하여 SiO₂층위에 TiO₂ 기능을 도입하고 다음단계에서 TiO₂ nanoparticle을 도포시킴으로써 안티파울링 효과를 가진 수처리용 나노분리막을 제조하였다.

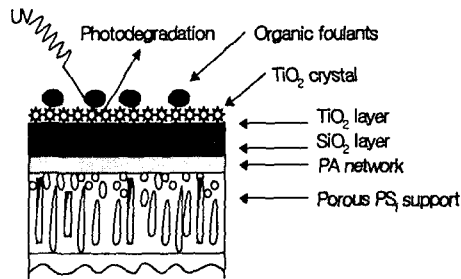


Fig. 1. Schematic of a NF Membrane coated with TiO₂ Crystal

이렇게 제조된 분리막의 투과특성을 살펴보기 위해 1000ppm의 PEG600, Na₂SO₄, NaCl수용액을 공급액으로 하였으며 공급액의 온도는 25℃로 유지하고 공급액의 유량은 1L/min으로 하였다. 압력을 100에서 400psi까지 100psi씩 변화 시키면서 투과성능을 측정한 결과 전형적인 나노분리막의 특성을 나타내고 있었고 공급액과 투과액의 농도는 HPLC를 이용하여 측정하였다.

3. 결과 및 토론

이렇게 제조된 분리막은 IR, ESCA, XRD등을 통해 각각의 코팅층이 형성되었음을 확인하였으며 TiO₂ nanoparticle이 부착된 복합막의 표면을 Fig. 2.의 FE SEM을 통해 관찰할 수 있다.

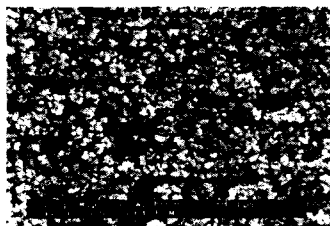


Fig. 2. FE-SEM Photographs of the surface of the NF Membrane coated with TiO₂ Crystal

TiO₂ nanoparticle의 광촉매 효과를 관찰하기 위해 TiO₂ nanoparticle이 코팅된 분리막과 코팅되지 않은막을 각각 UV를 조사시킨경우와 그렇지 않은 경우를 비교하여 실험하였다. Na₂SO₄ 1000ppm의 공급액에 60ppm의 sludge를 첨가하였으며 400psi의 압력에서 실험하였다. 그결과는 Fig. 3.에 나타난 바와같이 TiO₂ nanoparticle이 존재하지 않는 분리막은 시간이 지남에 따라 파울링 현상때문에 투과특성이 현저히 떨어지나 TiO₂ nanoparticle이 코팅된 분리막의 경우 시간이 경과함에 따라 투과특성의 큰변화는 없음을 관찰할 수있다. 이러한 결과로 볼때 이렇게 제조된 나노분리막은 물리 화학적으로 안정하며 투과특성이 우수한 나노복합막의 성능을 가지며 안티 파울링 효과와 막표면에 쌓인 유기물의 광촉매에 의한 광분해의 기능성을 가지는 복합기능 분리막이라 할 수 있을것이다.

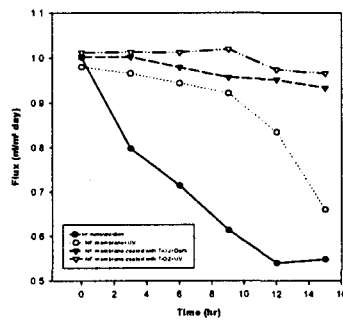


Fig. 3. Permeation Properties of NF Membranes during Fouling Test

4. 참고 문헌

- [1] S.H. Kim, S.Y. Kwak, B.H. Sohn, T.H. Park, Design of TiO₂ nanoparticle self-assembled aromatic polyamide thin-film-composite membrane as an approach to solve biofouling problem, *Journal of Membrane Science*, 211(2003)157-165
- [2] D. Robert, B. Dongui and J.V Weber, Heterogeneous photocatalytic degradation of 3-nitroacetophenone in TiO₂ aqueous suspension, *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry* 156(2003)195-200