

술폰산기를 도입시킨 부직포 및 다공성 중공사막의 암모니아 흡착특성

나원재 · 김재훈 · 권영석 · 류부형 · 김민 · 김병식*

동국대학교 안전공학과 · *동국대학교 생명·화학공학과

1. 서론

최근 들어 우리는 급속한 도시화에 의한 생활 하수로 인해 심각한 악취 문제에 직면하게 되었다. 그리고 이러한 악취 문제를 해결하기 위한 대책마련과 더불어 악취의 원인인 유해물질 제거를 위한 연구가 활발하게 행해지고 있다. 악취를 유발시키는 주요 물질로는 암모니아, 황화수소, 아민류 등이 있으나, 이 중에서도 암모니아에 의한 악취 문제가 최근 가장 심각하게 대두되고 있다. 암모니아는 물 속에 녹아 암모니아성 질소를 형성하고 이것은 다시 질산성 질소 등으로 전환되어 물 속 용존 산소량을 급격하게 저하시켜 어패류의 폐사를 야기시킬 뿐만 아니라 이로 인해 시력 약화, 두뇌 작용 이상 등 인체에 심각한 영향을 받을 수 있을 정도로 유해성이 큰 물질이다[1]. 따라서 이러한 암모니아의 유해성 제거를 위한 연구가 불가피하게 되었다. 기존에 행해졌던 암모니아를 제거하기 위한 생물학적 처리법[2], 연소법[3], 역삼투압법[4] 등은 그 효율성 면에서나 비용, 환경 등 현실적으로 많은 어려움과 함께 문제점들이 발생하였으나, 이온교환법에 의한 처리는 그 효율성, 경제성 및 작업의 편리성 등의 측면에서 가장 실용적이며 현실적으로 접근 가능한 기술이라고 평가되고 있다. 이온교환을 이용한 흡착기술에는 활성탄[5-6], 제올라이트[7-8] 등을 이용하는 방법이 있으나 본 연구에서는 양이온 교환기가 도입된 부직포와 다공성 중공사막을 이용하였다. 따라서 본 연구의 목적은 양이온 교환기가 도입된 부직포와 흡착력이 우수한 다공성 중공사막의 흡착 성능을 비교평가하는 것이다.

2. 실험

1) SO₃H의 도입

그림1에 PE/PP 부직포와 다공성 막에 이온교환기(SS) 도입 경로를 나타내었다.

부직포와 다공성 중공사막에 술폰산기를 도입하는 방법으로 부직포와 다공성 중공사막에 Sodium sulfite(SS)와 Isopropyl alcohol(IPA), 그리고 H₂O의 혼합 수용액을 도입시켜 그라프트 체인중의 에폭시기를 술폰산기(sulfonic acid)로 변환시켰다. 이렇게 하여 얻어진 SS-Diol-NF형 부직포와 SS막의 SO₃H 밀도와 전하율을 다음과 같이 계산하였다.

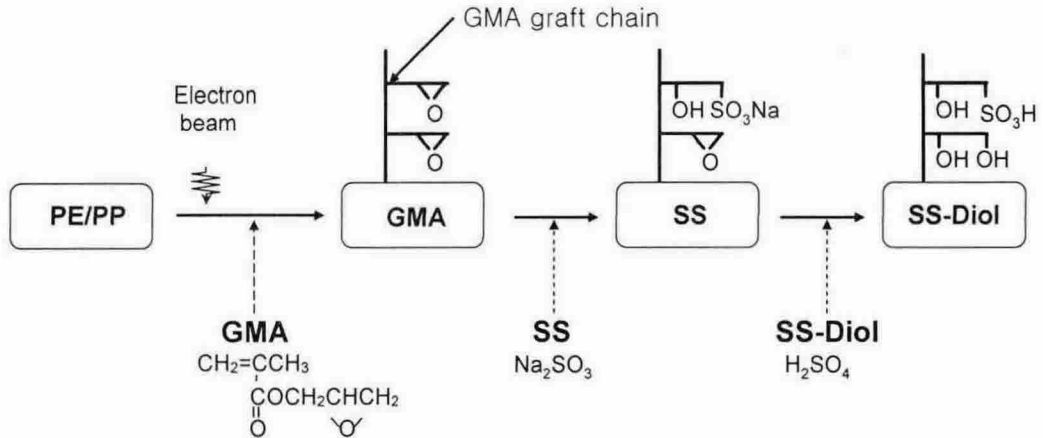


Fig 1 Preparation scheme of the cation exchange nonwoven fabric and porous membrane

$$\text{SO}_3\text{H 밀도} = \text{SO}_3\text{H기의 몰수} / W_2 \text{ [mol/kg]} \quad (1)$$

$$\text{Conversion} = (\text{SO}_3\text{H기의 몰수} / \text{GMA의 몰수}) \times 100[\%] \quad (2)$$

여기서 W_2 는 술폰산기 도입 후의 부직포와 막의 중량이다. 합성된 흡착재의 SO_3H 밀도는 적정법에 의해 측정하였다.

2) SO_3H 를 도입시킨 부직포와 다공성 중공사막의 암모니아 흡착실험

SS-Diol-NF 부직포와 SS막의 암모니아 흡착실험은 batch법에 의해 측정하였다. 미리 제작된 아크릴 용기내 바닥에 SS-Diol-NF 부직포와 SS막을 넣고, 희석된 고순도의 암모니아 가스를 균일하게 주입하고 항온조에 25°C 의 온도로 일정하게 유지시켜 시간의 경과에 따른 암모니아 가스농도를 측정하였다. 암모니아용 가스검지관(Gastec 3La, Gastec co., Ltd)을 이용하여 암모니아 가스를 측정하였고, 흡착용량은 다음의 식을 이용하여 구하였다.

$$\text{흡착용량 } Q[\text{mmol/g}] = q/W \quad (3)$$

$$\text{가스 흡착량 } q[\text{mmol}] = (C_0 - C_1) \times 10^6 \times L / (22.4 \times (298/273) \times 10^3) \quad (4)$$

여기서 W 는 막의 중량[g], C_0 는 초기농도를, C_1 는 최종 샘플링시 가스농도를 나타내며 L 은 체적이다.)

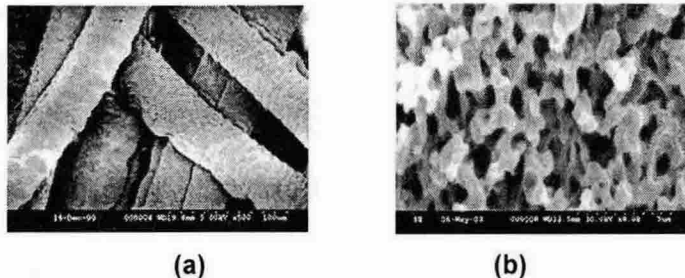


Fig 2 SEM images of nonwoven fabric and porous membrane

3. 결과 및 고찰

1) SO_3H 의 도입

그림2의 (a)와(b)는 각각 GMA 반응 후의 부직포와 막의 SEM 사진을 나타낸 것이다. 그래프트율 100%인 부직포와 150%인 막을 사용하여, SO_3H 를 도입시켰을 때의 반응시간에 따른 전화율과 밀도를 각각 그림3에 나타내었다. 부직포의 경우 5시간의 반응시간동안 38%의 전화율을 얻을 수 있으나, 이 때의 SO_3H 밀도는 1.03mmol/kg로 나타났다. 막의 경우, 3시간 만에 35%의 전화율을 얻을 수 있었다. 이와 같이 반응시간 조정을 통해 SO_3H 밀도가 다른 부직포와 막을 얻을 수 있었다.

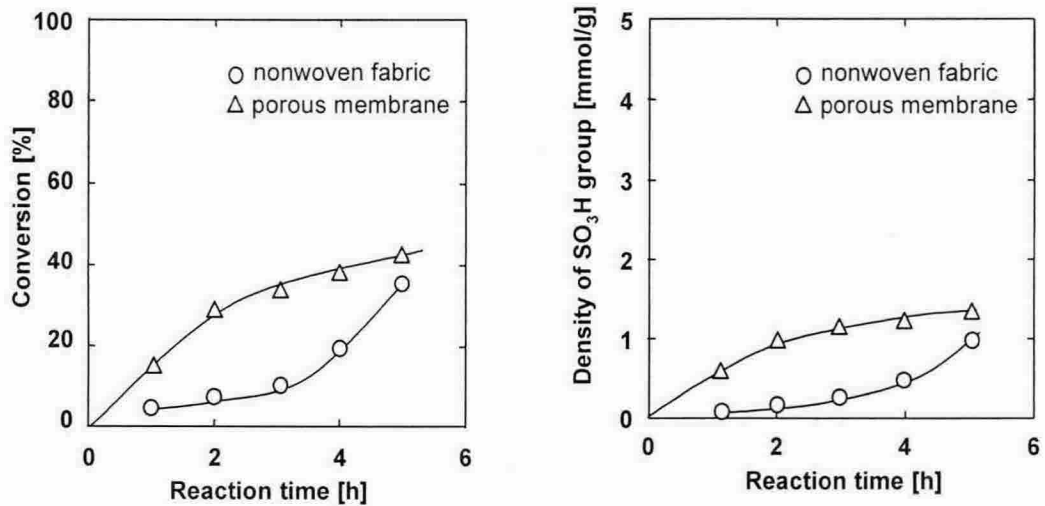


Fig 3 Conversion of epoxy to functional group vs reaction time at the nonwoven fabric and porous membrane

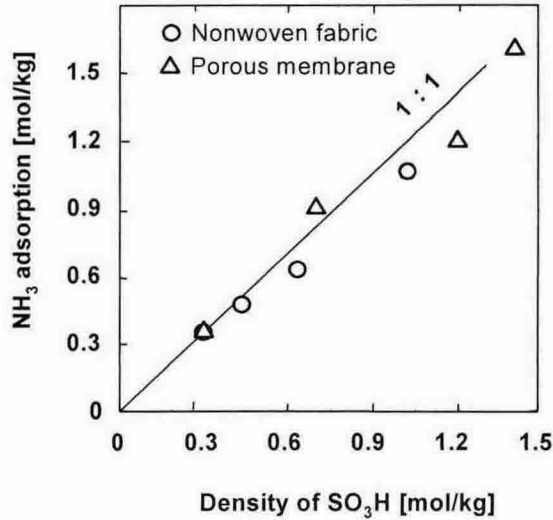


Fig 4 Adsorption capacity vs the density of SO₃H group

2) SO₃H를 도입시킨 부직포와 다공성 중공사막의 암모니아 흡착특성

술폰산기 밀도에 따른 부직포와 막의 암모니아 흡착량에 대한 그림을 그림4에 나타내었다. 그림에 나타난 것과 같이 SO₃H 밀도가 증가할수록 암모니아의 흡착량은 증가하였고 이온교환 흡착량과의 관계는 1:1임을 알 수 있다. 그러나 부직포의 경우 최대 전하율까지 도달하는 시간이 막에 비하여 오래 걸리며, 밀도 또한 막보다 낮게 나타났다. 즉, 암모니아 제거를 위한 흡착재료로서 막의 성능이 부직포보다 우수하다는 것을 알 수 있었다.

참고문헌

- [1]Environment Agency, *Environment Agency*, 1986, p.511
- [2]Roennefahrt, K.W., *Aqua*, 5, 1986, pp.283-285
- [3]國部 進, "새로운 탈취기술", 화학공업조사회, 1994
- [4]Lauch, R.P. and G.A.Guter, *J.AWWA*, 78, 5, 1986, pp.83-88
- [5]Van Vliet, B.M. and Weber, W.J.Jr., *J.Amer. Water Work Assoc.*, 73, 8, 1981, p.420
- [6]Mantell, C. L., *McGraw-Hill Book Company, Inc.*, 21, 1951, p.187
- [7]Howe, R.F. and Lunsford, J.H. *J. Phys. Chem.*, 79, 1975, p.1836
- [8]Park, S.E. and Lunsford, J.H., *Inorg. Chem.*, 26, 1987, p.1944