

## PES 중공사막의 CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> 기체 분리 특성에 미치는 수분의 영향

이상윤, 신호진, 김정훈, 장봉준, 이수복, 김범식\*, 김진수\*\*, 강득주\*\*\*

한국화학연구원 계면재료공정연구실, 한국화학연구원 화학공정연구센터\*,  
에너지관리공단\*\*, (주)제이오\*\*\*

## The impact of water vapour on the permeation of CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> through polyethersulfone membrane

Sangyun Lee, Hyojhin Shin, Bong-Jun Chang, Jeong-Hoon Kim,  
Soo-Bok Lee, Beom-Sik Lee, Jin-Su Kim\*\*, Deuk-Ju Kang\*\*\*

Korea Research Institute of chemical Technology,  
Korea Energy Management Corporation\*\*, JEIO Co. Ltd\*\*\*

### 1. 서론

이산화탄소는 메탄, 오존, 산화질소, CFC등의 온실기체 중 약 50%를 차지하는 물질로서 이산화탄소 발생의 저감과 함께 회수 기술의 개발을 통한 배출량 억제는 환경적 측면에서 대단히 중요한 것으로 간주되고 있다. 따라서 각종 산업분야에서 발생하는 다양한 성분을 가진 다성분계 배가스내에 존재하는 10%내외의 이산화탄소만을 분리정제 농축하여 메탄, 메탄올 등의 다른 화학물질의 제조의 원료, 신에너지원, 고부가가치의 신제품 등으로 전환하는 연구가 활발히 진행 중이다.

본 연구팀에서는 LNG 보일러 배가스로부터 이산화탄소를 분리 회수하기 위한 처리용량 1,000-10,000 Nm<sup>3</sup> 규모의 실증 막분리공정을 개발중에 있다. LNG 보일러 배가스 중에는 수분이 10-15%정도 함유되어 있으며 이 수증기가 응축 등 전처리를 거쳐 제거되지 않은 상태로 고분자막에 유입되는 경우 수분의 영향으로 인해 타 성분 가스들의 투과선택도에 상당한 영향을 미친다는 것이 알려져 있다.

본 연구에서는 배가스 중의 이산화탄소를 분리 회수하기 위한 공정 최적화의 일환으로 이산화탄소/질소 혼합가스의 투과선택도에 미치는 수분의 영향을 고찰하기 위해 당 연구실에서 제조한 polyethersulfone (PES) 분리막 모듈에 각기 다른 양의 수분을 함유한 이산화탄소/산소/질소 기체를 투입하여 그 투과 거동을 관찰하였다.

## 2. 실험

### 2.1. 증공사막 및 모듈제조

당 연구실에서 제조한 PES 증공사막을 이용하여 소형 실험용 모듈을 제작하였다. PES 증공사는 외부에 스킨층을 갖는 단일 지상 구조(single finger structure)를 가지고 있음을 확인하였다. 제조된 증공사막에 5 wt%의 PDMS를 코팅하였으며 증공사의 크기는 내경 0.16-0.4 mm, 외경 0.50-0.7 mm이다. 측정된 증공사막의 이산화탄소 투과도는 53 GPU였으며, 이산화탄소/질소의 선택도는 약 40 정도였다. 제조된 증공사 400 가닥을 원심접착장치에 설치된 SUS 재질의 모듈에 에폭시 수지를 주입하여 제조하였으며 총 유효 막면적은 약 0.20 m<sup>2</sup>이다.

### 2.2. 단일가스의 투과도

상온, 다양한 수분 함량과 압력 조건에서 이산화탄소/산소/질소 순수 가스의 투과도를 관찰하였다.

### 2.3. 혼합가스의 투과도

이산화탄소 12%, 질소 88%를 함유한 혼합가스를 이용하여 그 투과 성능을 각기 다른 압력과 습도 조건 하에서 측정하였다.

## 3. 결과 및 토론

### 3.1. 시간의 변화에 따른 가스별 투과특성

Fig.2과 Fig.3의 결과는 3 kgf/cm<sup>2</sup>의 압력 조건에서의 이산화탄소/산소/질소 순수 가스의 투과도를 도시한 것이다. 상대습도 (RH, %)가 고정되어 있을 때 시간이 30분까지 경과함에 따른 가스별 투과도의 변화는 나타나지 않았다.

### 3.2. 가스별 투과도에 미치는 수분의 영향

Fig. 4의 결과는 RH가 0%에서 78%까지 다양한 조건하에서 가스의 투과도가 달라지는 경향을 보이는 것이다. 높은 습도 조건에서 가스의 투과도는 모든 가스에 대해 다소간 감소하는 경향을 보이며 그 경향성은 투과도가 상대적으로 질소와 산소에 비해 큰 이산화탄소의 경우 더 확실히 드러난다.

#### 4. 참고문헌

- [1] Paulson, G.T., et al., The effect of water vapor on the separation of methane and carbon dioxide by gas permeation through polymeric membranes, *J. Membrane Sci.* **14** (1983) 129-137
- (2) 김진천 외, 폴리술폰 중공사막에 대한 산소/질소의 투과도에 미치는 수분의 영향, *멤브레인* **9(1)** (1999) 43-50
- (3) Jia, L., et al., Permeation of nitrogen and water vapor through sulfonated polyetherethersulfone membrane, *J. Polymer Science: Pt. B*, **35** (1997) 2133-2140

감사의 글 : 본 연구는 산업자원부 에너지 관리공단의 에너지 자원기술 개발 사업의 연구비 지원으로 진행되었습니다. [www.komco.or.kr](http://www.komco.or.kr)

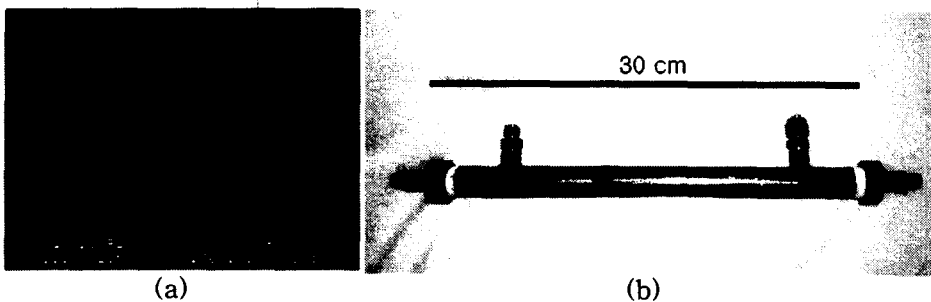


Fig.1 실험에 사용된 PES 중공사막 (a)중공사의 단면 SEM 이미지  
(b)중공사 모듈

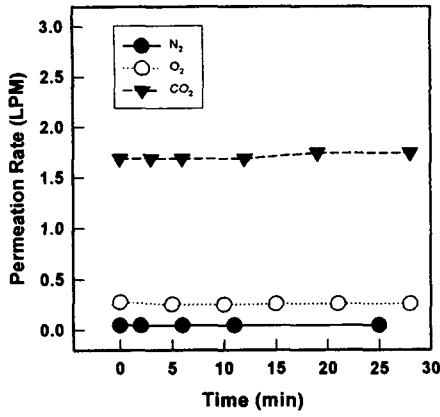


Fig.2 RH 0%일때 시간의 변화에 따른 가스별 투과도

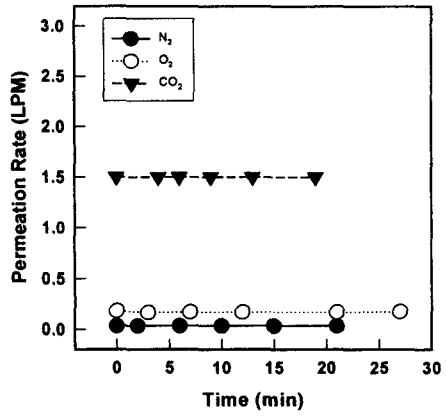


Fig.3 RH 78%일때 시간의 변화에 따른 가스별 투과도

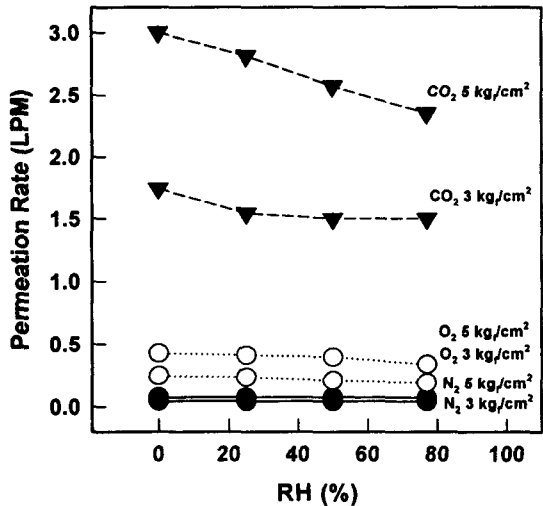


Fig.4 RH(%)와 상부압력에 따른 가스별 투과도