

일반강연 2-2

유지시간을 고려한 막내 기체 확산계수의 추정

민병희(학), 이우태(정)

전남대학교 화학공학과

Estimation of gas diffusion coefficients through membrane considered by standing time

Byung-Hee Min and Woo-Tai Lee

Department of Chemical Engineering, Chonnam National University

1. 서론

기체분리막의 성능을 평가하기 위한 Manometric method의 몇가지 투과측정장치 중, High-Vacuum technique는 기체 투과계수, 확산계수 및 용해도계수의 정확한 값을 얻는데 가장 유용한 장치이다. 그러나 이 장치는 비용이 비싸고, 조작법이 복잡하며, 투과 실험시 계 내의 투과측의 농도를 분석할 수 없고, 측정시간이 많이 걸리는 단점이 있다. 따라서 보다 간단하고 일반적인 측정장치는 막내 기체 확산계수의 측정에는 정확도가 떨어지지만, Low-Vacuum Technique 측정장치가 더 많이 사용되고 있다.

Volumetric method는 조작법이 간단하며, 계 내의 농도분석이 가능하고, 측정시간이 빠르며, 비용이 적게 드는 장점이 있다. 일반적으로 Volumetric 투과측정장치로 투과계수는 얻었지만, 확산계수에 대해서는 극소수의 연구자들¹⁾만이 언급하고 있다. 이는 실험하는 방법의 어려움과 기체의 막내 농도분포에 대해 수학적으로 적합한 모델의 해를 얻지 못한데 있다. 최근에 Lee²⁾등은 Volumetric method를 이용한 확산계수의 평가에 대해 연구하여 신뢰성 있는 결과를 보여주었다. 따라서 본 실험은 Volumetric method를 이용하여 막내 기체 확산계수의 측정을 위해 온도, 압력 및 분자직경에 따라 Standing time의 예측에 대해 검토하였다.

2. 실험

실험은 용적법에 의한 투과실험장치를 이용하여 투과시간에 따른 투과량을 측정하였으며, 투과량은 누적곡선으로 나타난다. 따라서 확산계수는 Time lag method로부터 얻었다. 실험에 사용된 분리막은 Dow Corning Co.의 PDMS이며, 두께 0.206 cm이고, 유효 투과단면적은 12.57 cm² 이다. H₂, He, N₂, O₂ 및 C₂H₄ 기체에 대해 온도, 압력과 Standing time의 변화를 주어 실험하였다. 여기서 Standing time이란 막내의 기체압력이 대기압과 같아질 때까지 방치하여 두는 시간을 말한다.

3. 결과 및 고찰

Fig.1은 O₂ 기체에 대해 Standing time(τ)에 따라 Time lag(θ)의 변화를 나타냈으며, 이때 Time lag는 압력의 변화에 무관하였다. 또한 Standing time(τ)이 15 min에 이르면 정상상태에 이르게 되며 이때의 Time lag로부터 확산계수를 얻을 수 있다. 그림에서 Time lag 변화는 측정장치의 공급측과 부과측 그리고 막내의 기체 농도가 평형에 도달하지 않았기 때문에 생긴다. 따라서 정확한 확산계수를 얻기 위한 Standing time의 예측이 필요함을 나타낸다. Fig.2 는 실험에서 정상상태로 되었을 때의 Time lag로부터 계산된 확산계수의 온도 의존성을 Arrhenius 식의 관계로 보인 것이며, 점선으로 나타낸 다른 문헌과 거의 일치하였다³⁾.

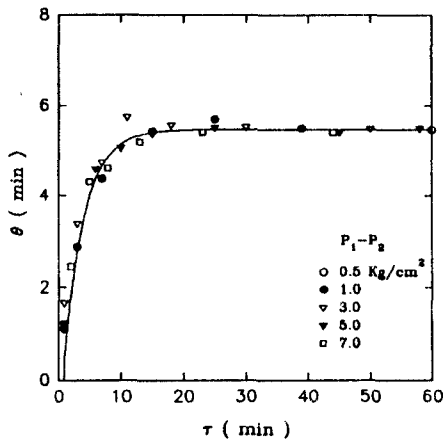


Fig.1 Relationship between Standing time and Time lag for O₂ at 35 °C.

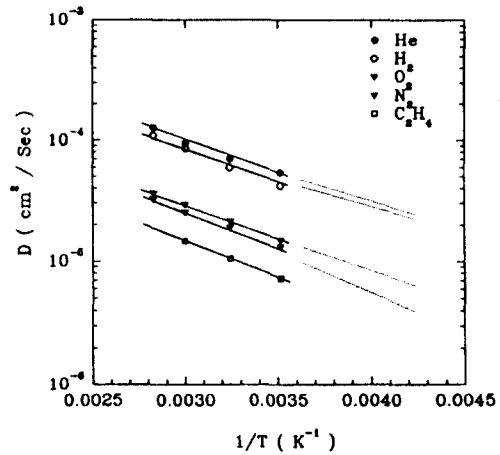


Fig.2 Temperature dependence of the Diffusion Coefficients. Broken lines represent data of Barrer.

4. 참고문헌

- 1) 이우태, 김진환, "PDMS 막을 통한 산소와 질소의 투과특성", 전남대학교 논문집공학편, 37, 57(1992).
- 2) T.Baba, M.Matsuda, K.Haraya, C.Kamizawa and W.T.Lee, Maku(Memb. Jap.), 15(1), 25(1990).
- 3) R.M.Barrer and H.T.Chio, J. Polym. Sci., Part C, 10, 111(1965).