

## 고분자 전해질막 연료전지용 기체확산층의 물 투과도 측정

진정환, 박기태, 조동현, 이지영, 김성현\*  
고려대학교 화학생명공학과  
([kimsh@korea.ac.kr](mailto:kimsh@korea.ac.kr)\*)

### Measurement of water permeability of gas diffusion layer (GDL) for polymer electrolyte membrane fuel cell (PEMFC)

Jeong Hwan Chun, Ki Tae Park, Dong Hyun Jo, Ji Young Lee, Sung Hyun Kim\*  
Department of Chemical and Biological Engineering, Korea University  
([kimsh@korea.ac.kr](mailto:kimsh@korea.ac.kr)\*)

#### Introduction

고분자 전해질막 연료전지에서 원료 기체와 촉매층에서 발생한 물은 기체확산층을 통해 이동한다. 따라서 기체확산층의 기체투과도와 물투과도 등의 기계적인 물성은 물질전달 측면에서 중요한 인자가 된다. 특히 고전류 밀도 영역에서 운전할 경우 다량의 물이 촉매층으로부터 생성되고 이렇게 생성된 물이 기체확산층을 통해 빠르게 배출되지 않으면 촉매층이 범람(flooding)되어 전지성능의 급격한 저하를 초래한다. 따라서 기체확산층의 물 투과도의 측정을 통해 물질전달 측면에서의 기체확산층의 성능을 예측할 수 있다. 본 연구는 자체 제작한 물 투과도 측정 장치를 통해 현재 시중에서 판매되고 있는 기체확산층과 직접 제조한 기체확산층의 물 투과도를 측정하였다.

#### Experimental

자체 제작한 물 투과도 측정 장치의 개략도를 Fig. 1에 나타내었다 [3]. 5cm 직경의 기체확산층을 스텐레스 스틸 셀에 삽입한다. 셀은 높이 12 cm이고 셀 상단에 1/2 인치 테프론 튜브 2개가 2m 길이로 연결되어 있다

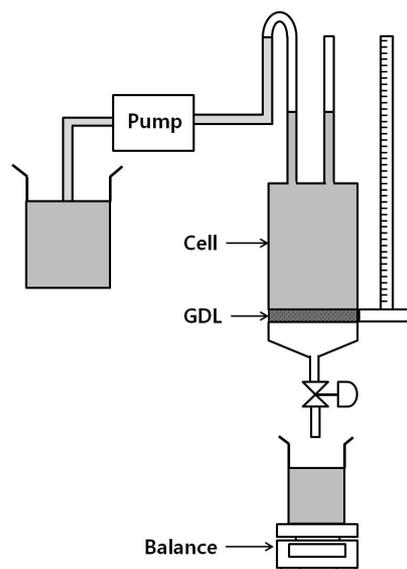


Figure 1. 자체 제작한 물 투과도 측정 장치의 개략도

테프론 튜브를 통해 펌프로 분당 200 ml 의 물을 셀 안으로 넣어준다. 기체확산층을 통과하여 물이 나오기 시작하는 순간 물 공급을 중단하고 그때의 수위를 측정하여 압력으로 환산한다. 이후 투과되는 물의 질량을 측정하여 압력 변화에 따른 투과유량을 계산한다. 위의 측정 장치를 사용하여 시중에서 판매되고 있는 SGL사의 10BC, 25BC, 35BC의 물 투과도를 측정하였다.

미세기공층의 소수성 정도의 차이가 물 투과도에 미치는 영향을 알아보기 위하여 3가지 구조의 샘플을 Fig. 2 와 같이 제작 하여 물투과도를 측정하였다.

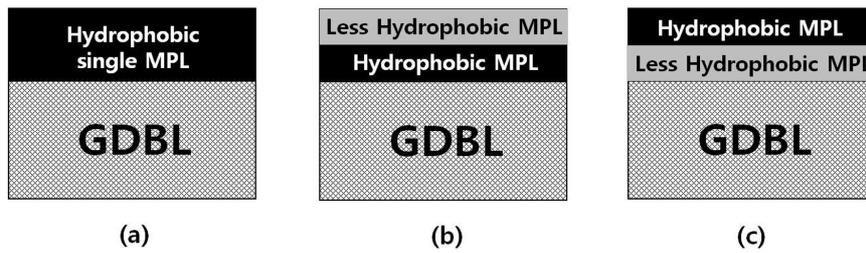


Figure 2. 미세기공층의 소수성을 조절한 샘플 : (a) 소수성 단일 미세기공층 (b) 친수성(표면)/소수성 다층구조 미세기공층 (c) 소수성(표면)/친수성 다층구조 미세기공층

### Result and Discussion

현재 시중에서 판매되는 SGL 사의 사용 제품 10BC, 25BC, 35BC 의 물투과도 측정 결과는 Fig. 3 과 같다. 다공성 기재로 카본 펠트를 사용한 10BC 가 카본 페이퍼를 사용한 25BC, 35BC에 비해 낮은 압력에서 물이 기체확산층을 통과하기 시작하였다.

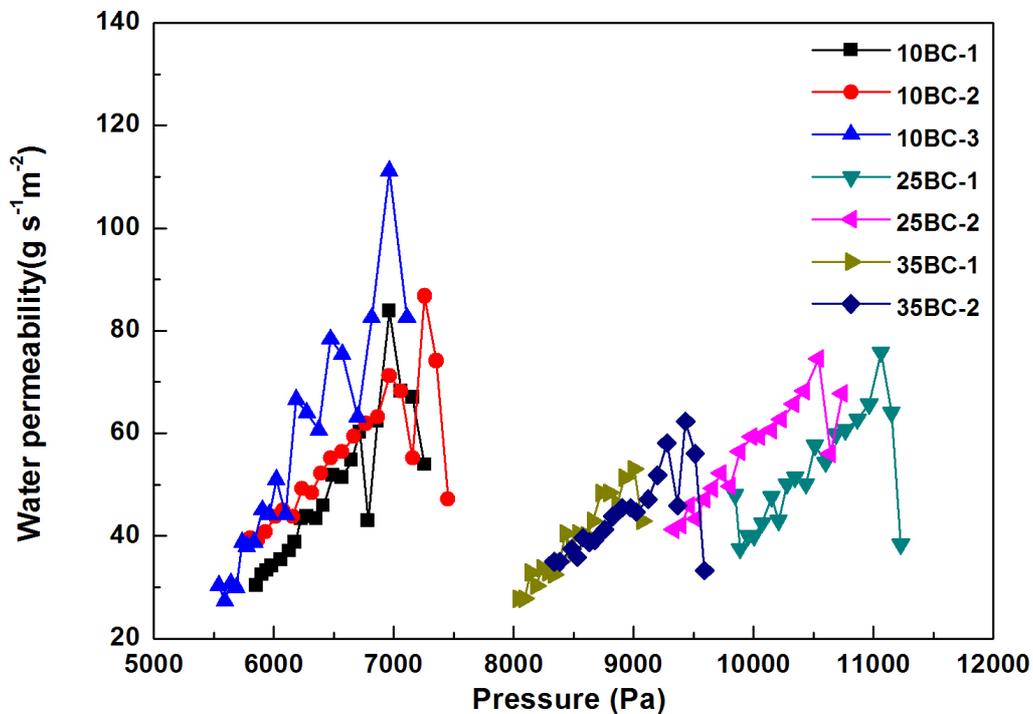


Figure 3. SGL사의 상용 기체확산층 10BC, 25BC, 35BC의 물 투과도

또한 35BC 보다 25BC가 더 높은 압력에서 물이 통과하기 시작하였는데 이는 35BC의 기공도가 25BC 보다 크기 때문으로 판단된다.

미세기공층의 소수성 정도가 다른 기체확산층을 직접 제조하여 물투과도 측정한 결과는 Fig. 4 와 같다.

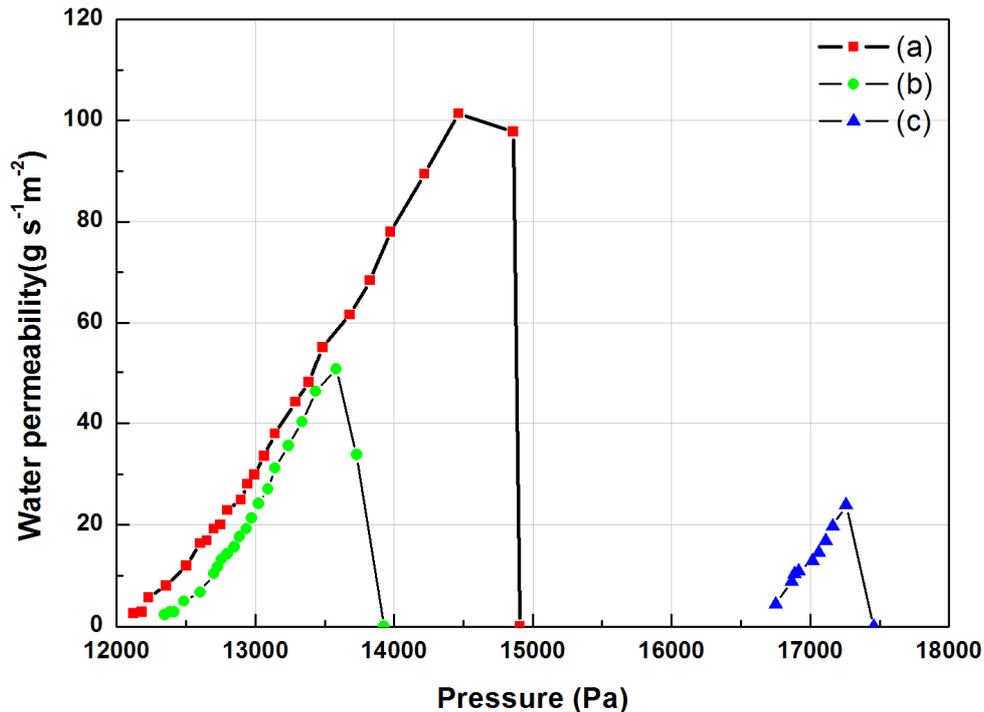


Figure 4. 자체 제조 기체확산층의 물 투과도

측정결과 미세기공층의 표면이 친수성일 경우 기체확산층 내로 물이 쉽게 침투 할 수 있어서 물이 최초로 기체확산층을 통과하는 압력이 낮아지는 것을 확인 할 수 있었다. 하지만 친수성의 미세기공층이 물을 머금은 성질 때문에 투과 유량은 감소하였다. 이로 인해 미세기공층의 표면은 소수성이지만 친수성층을 포함하는 (3)의 샘플의 경우 최초로 물이 기체확산층을 통과하는 압력이 상당히 높고 물의 투과 유량도 낮은 값을 나타냈다. 따라서 촉매층에서 발생한 물의 배출이 원활히 이루어 지지 않을 것이라는 예측이 가능하다. 이렇게 물배출이 잘 일어나지 않는 기체확산층의 경우는 고가속 운전조건에서는 심각한 전지성능 저하를 나타낼 것이지만, 저가속 조건에서 운전할 때 막 전극 접합체 (MEA)가 건조해져서 전지성능이 저하되는 효과를 방지 할 수 있는 장치로 사용될 수 있을 것으로 예상된다.

## Conclusion

본 연구에서는 고분자형 연료전지 내에서의 물 관리와 밀접한 관련이 있는 기체확산층의 물 투과도를 측정할 수 있는 장치를 개발하고 이를 이용하여 사용 기체확산층과 자체 제조한 기체확산층의 물 투과도를 측정하였다. 상용 제품의 물투과도를 측정한 결과 다공성 기재로 카본 펠트를 사용할 경우 카본 페이퍼를 사용한 경우보다 물투과도가 크게 나타났고, 직접 제조한 기체확산층의 물투과도 측정 결과 미세기공층의 구조의 변화에 따라 물투과도 값이 변하는 것을 확인하였다. 이러한 물 투과도 측정은 물질전달 차원에서 우수한 기체확산층을 선별할 수 있는 좋은 기준이 될 수 있을 것이다.

### References

- [1] **Ki Tae Park, Un Ho Jung, Seong Uk Jeong, Sung Hyun Kim, Influence of anode diffusion layer properties on performance of direct borohydride fuel cell, J. Power Sources 162 (2006) 192.**
- [2] **Passalacqua E, Lufrano F, Squadrito G, Patti A, Giorgi L, Influence of structure in low-Pt loading electrodes for polymer electrolyte fuel cells, Electrochim. Acta 43 (1998) 3665.**
- [3] **Jay Benziger, James Nehlsen, David Blackwell, Tom Brennan, Johannah Itescu, Water flow in the gas diffusion layer of PEM fuel cells, J. Membrane Science 261 (2005) 98.**