

## 고분자 전해질 연료전지 체결조건에서 기체확산층의 특성변화 및 물거동 확인

박구곤<sup>1)</sup>, 임남윤<sup>2)</sup>, 안은진<sup>3)</sup>, 박진수<sup>4)</sup>, 윤영기<sup>5)</sup>, 이원용<sup>6)</sup>, 임태원<sup>7)</sup>, 김창수<sup>8)</sup>

### Property changes of GDLs and water behaviors in PEFCs

Gu-Gon Park, Nam-Yun Lim, Eunjin Ahn, Jin-Soo Park, Young-Gi Yoon, Won-Yong Lee, Tae-Won Lim and Chang-Soo Kim

**Key words** : Polymer electrolyte fuel cell (고분자 전해질 연료전지), Water management (물관리), Gas diffusion layer (기체확산층), Clamping (체결), Hydrophobicity (방수)

**Abstract** : Proper water management is important to achieve high performance and durability of Polymer electrolyte fuel cell (PEFC). Among various stack components, gas diffusion layer (GDL) is considered as a core part to determine the gas and water transportation in a cell. To optimize the water management, the changes of properties as well as basic properties of GDLs were investigated before and after clamping of cells. Thickness, electric conductivity, porosity, hydrophobicity etc. were characterized by the same criteria. The amount of residual water after cell operation also was compared by direct measuring of weight. Based on the amount of residual water, the endurance on the freeze condition was evaluated.

### 1. 서론

고분자 전해질 연료전지 (Polymer electrolyte fuel cell : PEFC)에서, 전극촉매층과 분리판 사이의 연결고리 역할을 하는 기체확산층 (Gas diffusion layer : GDL)에 대한 연구가 최근 많은 관심을 끌고 있다. 기체확산층은 연료가 되는 반응물질의 공급 및 생성된 수분의 제거 뿐만 아니라, 연료극에서 생성된 전자를 공기극으로 이동시키는 역할을 한다.

고분자 전해질 연료전지 시스템에서 수분은 수소이온의 이동에 중요한 역할을 한다. 수소이온의 이동 측면에서는 전해질 막 내부에 수분이 많을 수록 유리하지만, 셀 내에 과도한 수분이 존재할 경우, 응축된 액상의 물은 기체의 원활한 이동을 방해하여, 성능저하의 원인이 되기도 한다 [1].

기체확산층에 초점을 맞춘 연구는, 재료 자체의 물성 확인 및 변화, 재료의 특성에 따른 물거동의 차이 그리고 외부 운전조건에 따른 셀 성능 변화 등 위주로 이루어지고 있다 [2]. 실험적 접근과 수치해석적 접근이 동시에 이루어지고 있는

데, 그 중에서 수치해석적 접근 방법의 경우 재료 자체가 가지는 기본 물리적 특성값을 기초로 사용하여, 실제 체결조건에서 연료전지 시스템을 해석할 경우는 두께 및 기공율의 변화를 고려해

- 
- 1) 한국에너지기술연구원 고분자연료전지연구단  
E-mail : gugon@kier.re.kr  
Tel : (042)860-3782 Fax : (042)860-3104
  - 2) 한국에너지기술연구원 고분자연료전지연구단  
E-mail : nyylim@kier.re.kr  
Tel : (042)860-3300 Fax : (042)860-3104
  - 3) 한국에너지기술연구원 고분자연료전지연구단  
E-mail : ejahn@kier.re.kr  
Tel : (042)860-3007 Fax : (042)860-3104
  - 4) 한국에너지기술연구원 고분자연료전지연구단  
E-mail : park@kier.re.kr  
Tel : (042)860-3306 Fax : (042)860-3104
  - 5) 한국에너지기술연구원 고분자연료전지연구단  
E-mail : ygjoon@kier.re.kr  
Tel : (042)860-3506 Fax : (042)860-3104
  - 6) 한국에너지기술연구원 고분자연료전지연구단  
E-mail : wy82lee@kier.re.kr  
Tel : (042)860-3574 Fax : (042)860-3104
  - 7) 현대자동차 환경기술연구소  
E-mail : twlim@hyundai-motor.com  
Tel : (031)899-3200 Fax : (031)368-7622
  - 8) 한국에너지기술연구원 고분자연료전지연구단  
E-mail : cskim@kier.re.kr  
Tel : (042)860-3573 Fax : (042)860-3104

서, 계산에 이용해 왔다 [3].

이 발표에서는 셀의 체결조건에서 단순히 두께 및 기공율의 변화를 예측하는 수준을 벗어나, 실제 체결조건을 모사하여, 그때의 두께 및 기공 크기분포의 변화, 표면 방수능력의 변화 등을 직접적으로 확인하고자 하였다.

위의 결과를 바탕으로, 실제 운전 후 셀 내에 잔류하는 수분의 양을 확인하고자 하였다. 운전 후 셀의 다양한 퍼지 (purge) 조건(유량, 시간, 온도 등)에서 잔류하는 수분의 양을 직접 무게를 확인하는 방식으로 측정하였으며, 이 조건에서 셀이 동결과정을 경험할 때, 재료의 특성변화를 조사하였다.

## 2. 결과

기체확산층에 대한 기본물성평가 및 체결조건에서 물성변화를 확인하였다. Fig. 1과 2는 압축에 따른, GDL의 기본 두께 및 기공도의 변화를 볼 수 있다. Fig. 3은 GDL에 대해서, 건조기체와 가습공기를 공급시 압력차의 변화를 볼 수 있다.

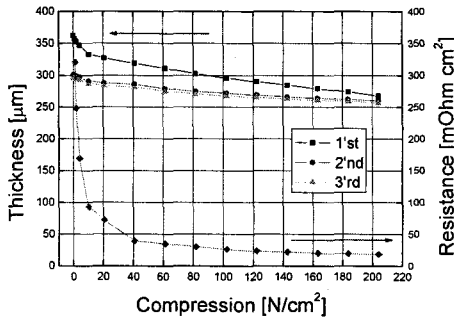


Fig. 1 Compression effect on the thickness and resistance of gas diffusion layer (SGL 10BC).

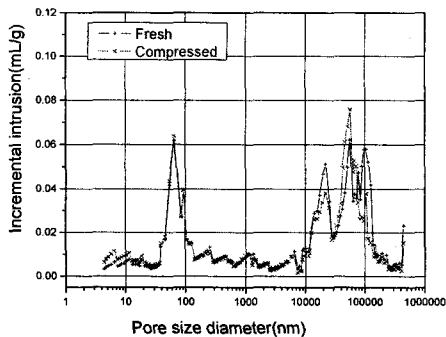


Fig. 2 Compression effect on the pore size distributions of GDL (SGL 10BC).

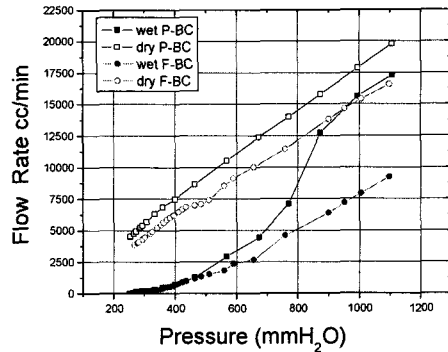


Fig. 3 Comparison of gas permeability with different relative humidity of supplied gas.

Fig. 4는 셀의 체결조건을 경험한 시료와 그렇지 않은 시료에 대해서, 방수정도의 차이를 확인한 결과이다. 수용액 중 알코올의 농도에 따라 GDL에 흡수되는 용액의 양 차이를 확인하였는데, 동일한 시료의 경우, 압축을 경험한 시료일 경우, 방수능력이 저하됨을 알 수 있다.

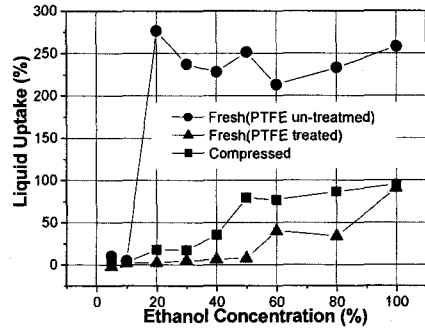


Fig. 4 Comparison of water uptake for the different GDLs.

Table 1 Surface concentration changes of Fluorine at the GDLs

	Fresh		Compressed	
	GDM	ML	GDM	ML
Concentration of surface fluorine (%)	53.7	46.8	49.5	46.1

위의 결과는 Table 1의 결과에서도 확인할 수 있다. 동일한 시료일 경우, 단순히 압축과정을 거치는 것 만으로도 표면의 PTFE 비율이 낮아짐을 보여 주는데, 이는 표면에 코팅된 PTFE 층이 깨어져 상대적으로 탄소층이 드러남에 기인한다고 볼 수 있다.

### 3. 결론

고분자 전해질 연료전지에서 물관리를 기체 확산층에 초점을 맞추어 확인해 보았다. 기체 확산층의 기본 성질인 두께, 전기전도도, 기공율 그리고 기체 투과도 등을 확인하였으며, 이들 시료에 대해서 실제 체결조건을 경험시킨 시료에 대해서 물성치의 변화유무를 조사하였다. 장시간 운전을 한 시료가 아니라 단순 압축만 경험한 GDL의 경우, 시료표면 방수능력의 변화가 확연히 드러났다. 이는 수치해석적인 접근을 하는 경우 사용하는 기본 물성치에서도, 체결조건에서 GDL의 표면 방수정도의 변화를 함께 고려해야 함을 보여준다. 셀의 운전 후 퍼지 조건에 따른 잔류수분량을 확인한 결과, 유량이 많을수록, 퍼지 시작 온도가 높을수록 그리고 퍼지 시간이 길 경우 물 제거효과가 더 뛰어난 것을 확인하였다.

### 후기

본 연구는 산업자원부 신재생에너지 기술개발 사업의 일환으로 수행되었습니다.

### References

- [1] M. Mathias, J. Roth, J. Fleming and W. Lehnert, in *Handbook of Fuel Cells Fundamentals, Technology and Applications*, Vol 3, Fuel Cell Technology and Application, W. Vielstich, H. Hasteiger and A.Lamm, Editors, Chap 46, John Wiley & Sons, Ltd., New York(2003)
- [2] S. Escribano, J. F. Blachot, J. Etheve, A.Morin, R. Mosdale "Characterization of PEMFCs gas diffusion layers properties", *Journal of Power Sources* 156(2006) 8-13
- [3] G. Lin, T. V. Nguyen, "The Effect of Thickness and Hydrophobic Polymer Content of the Gas Diffusion Layer on Electrode Flooding Level in a PEMFC", *Journal of The Electrochemical Society*, 152(10) A1942 - A1948(2005)

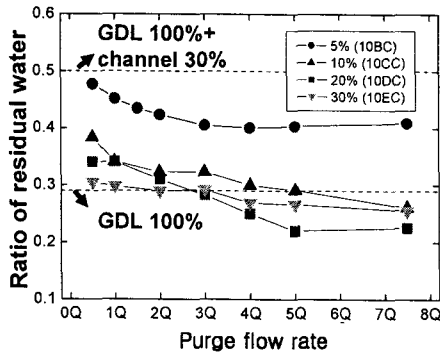


Fig. 5 Effect of purge flow rate on the amount of residual water for the various GDLs.

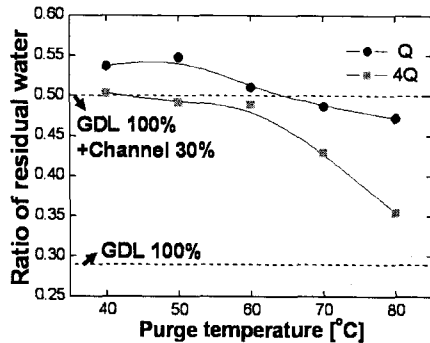


Fig. 6 Effect of purge temperature on the amount of residual water.

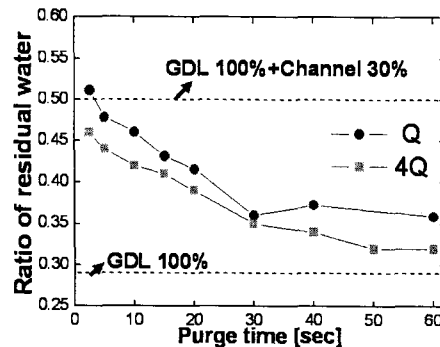


Fig. 7 Effect of purge time on the amount of residual water.

Fig. 5-7은 셀 운전 후 정지시 퍼지조건에 따라 잔류하는 수분량의 변화를 확인한 결과이다. 퍼지시 사용한 공기의 유량, 퍼지 개시 온도 그리고 퍼지 시간에 따른 결과를 확인할 수 있다.