

작동 조건에 따른 고분자전해질형 단위 연료전지의  
공기극 플러딩 현상 가시화

Visualization of Cathode Flooding in a PEM Unit Fuel Cell  
with Operating Parameters

김한상 · 하태훈\* · 민경덕

서울대학교 기계항공공학부, \*서울대학교 기계항공공학부 대학원

최근 연료전지 기술이 차세대 에너지원으로 크게 각광받고 있는 추세에서 고분자전해질형 연료전지는 수송용으로 상용화에 가장 근접해 있다는 평가에 따라 선진 자동차 회사들에서 연료전지 자동차 상용화를 위한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 그런데, 고분자전해질형 연료전지의 경우, 낮은 작동 온도( $\sim 100^{\circ}\text{C}$ )로 인해 연료전지 내에서 생성되는 물의 효과적인 제어가 성능 및 효율 개선에 필수적인 연구 과제가 되고 있다. 본 연구에서는 고분자전해질형 연료전지의 물 및 열 관리 연구의 주요 과제인 공기극 플러딩 현상에 대한 물리적 메커니즘의 이해를 위하여 활성화 면적  $25\text{cm}^2$ 인 가시화용 단위 연료전지를 설계, 제작하고, 이를 이용하여 연료전지 작동 조건에서의 전기화학 반응에 의한 물방울의 생성과 성장, 소멸 현상에 대한 가시화 측정을 성능 측정과 동시에 수행하였다. 특히, 연료전지의 주요 물리적 설계 인자인 작동 온도와 가습 조건 변경에 따른 물방울의 생성 형태 및 변화 특성을 CCD 카메라를 이용, 촬영하고 그 경향을 정성적으로 분석하였다.

실험 연구의 결과로 공기극 플러딩은 출구 쪽에서 먼저 발생하는 것을 파악하였다. 이는 전기화학 반응에 의해 생성된 물이 가스 흐름에 의하여 출구 쪽에 축적된 것으로 분석된다. 또한, 관찰된 액체 물방울의 크기는 약  $0.1\text{-}0.8\text{mm}$ 이며, 시간에 따라 서서히 크기가 증가하는 경향을 나타내며, 물방울의 위치는 시간에 따라 크게 변화하지 않는 것으로 관찰되어, 표면장력의 영향을 주로 받음을 알 수 있다. 그리고, 연료전지 작동 온도가 증가할수록, 공기극 플러딩 발생 정도는 감소하는 경향도 알 수 있는데, 이는 온도 증가에 따른 포화 수증기압의 급격한 증가와 이에 따른 표면장력의 감소 효과 때문으로 판단된다. 이러한 플러딩 가시화 연구를 통해 얻어진 결과들은 2상 유동을 포함한 공기극 플러딩 현상을 고려할 수 있는 다차원 연료전지 해석 모델의 개발과 검증을 위한 Key 데이터가 될 것으로 기대된다.