

## 용융탄산염형 연료전지에서 과전압 해석법 고안

### Device of Overpotential Analysis Method in a Molten Carbonate Fuel Cell

이충곤, 임희천  
한국전력공사 전력연구원

용융탄산염형 연료전지(MCFC)를 비롯하여 모든 연료전지는 일종의 발전장치로서 고성능, 고효율 시스템을 목표로 개발되고 있다. 연료전지는 전기화학적 발전장치로서 열역학적 효율이 90%이상으로 매우 높다. 이러한 특성으로 인해 연료전지 발전은 기존의 발전방식에 비해 월등히 높은 효율을 나타낸다. 그러나 실제 효율은 열역학적 효율에 비해 상당히 낮고, 이 원인으로서 연료전지에서의 전기화학반응에 관련한 저항 및 전기적 저항손실이 큰 부분을 차지하게 된다.

본 연구에서는 MCFC에서 전기화학 반응저항에 의한 과전압을 측정, 해석하는 새로운 방법에 대해 소개하고자 한다. 기존의 과전압 측정방법으로는 정상분극법(Steady State Polarization) 및 전류차단법(Current Interruption)을 들 수 있다. 정상분극법은 전류인가에 따른 전압변화를 측정하여 과전압의 변화를 해석하게 되나, 이 방법의 특성상 모든 과전압이 포함되게 되어, 전극반응에 의한 과전압만을 해석하기는 용이하지 않다. 전류차단법은 주로 전기적 저항에 의한 과전압을 측정하는 방법이나, 보다 넓은 시간영역에서의 측정결과로부터 전극반응저항에 의한 과전압을 나타내는 것으로 알려져 있다. 이 외에 과전압의 직접적 측정법은 아니지만 전극반응 속도를 측정하는 방법으로서 교류 임피던스(AC Impedance)법이 널리 사용되고 있다. 이 방법은 전극반응속도를 전기적 등가회로를 통해 정성적 그리고 정량적으로 해석할 수 있게 하여 전기화학 반응연구의 주요한 측정기술로 알려져 있다.

저자는 이러한 측정법외에 MCFC에 있어 반응물 유량 및 분압에 의해 발생하는 과전압을 측정할 수 있는 방법을 고안하였다. 하나는 불활성가스 계단형 첨가법(Inert Gas Step Addition, ISA)이고, 또 하나는 반응물 첨가법(Reactant Gas Addition, RA)이다. ISA는 전지로부터 일정거리 앞에서 일정량의 불활성가스를 첨가함에 따라 반응물의 유량 및 분압을 변화시켜, 전극반응에서 유량과 분압에 의존하는 과전압을 분리측정할 수 있음을 알았다. 또한 이러한 과전압은 전극반응속도에 근거한 것으로서 과전압의 해석은 역으로 전극반응속도의 율속단계에 관한 정보를 제공하게 된다. ISA법은 MCFC의 anode과전압이 주로 반응물의 유량변화에 의존하는 것으로부터 기상의 물질전달속도가 전극반응속도를 결정하는 것을 알았으며, cathode의 경우는 과전압이 주로 반응물 분압에 의존하는 특성으로부터 액상의 물질전달이 전극반응속

도에 영향을 미치는 것을 알 수 있었다. RA법은 하나의 반응물을 전극에 일정량 첨가시켜 과전압의 변화를 측정·해석하는 방법으로서 다성분계 반응시스템인 MCFC에서 각 반응물 성분의 물질전달저항에 기인한 과전압을 해석할 수 있게 하였다.