

BFB7

용융탄산염형 연료전지 과전압의 새로운 해석 (II) A Novel Analysis of Overvoltage at Molten Carbonate Fuel Cell (II)

이충곤, 임희천
한국전력공사 전력연구원

전보에서 연료전지의 기상에서의 물질전달을 고려한 과전압의 일반상관식을 도출하였다. 이 상관관계에 따르면, 기상의 물질전달 저항에 의한 과전압은 주로 반응물의 유속(유량)에 영향을 받으며, 다공질 전극의 영향으로 높은 온도에서 물질전달 저항이 증가하는 것을 알 수 있다.

본 연구에서는 실험적 방법으로 용융탄산염형 연료전지(MCFC)에서의 과전압을 anode 및 cathode로 분리 측정하는 법을 고안하였다. 하나는 반응가스 첨가법(Reactant Gas Addition, RA)이고, 또 하나는 불활성 가스 계단형 첨가법(Inert Gas Step Addition, ISA)이다. 이 방법들은 MCFC의 반응물이 기상의 다성분계인 점을 이용해 반응물의 종류 및 유량의 변화를 통하여 과전압을 분리 측정하고자 하였다.

먼저 RA는 한가지의 반응가스를 첨가하여 이에 따른 과전압의 변화를 관찰하는 것으로서, 첨가한 반응가스에 의한 과전압만을 분리할 수 있었다. 이 방법의 적용으로 MCFC의 anode 반응은 수소, 이산화탄소 및 수증기의 다성분 반응계이며 기상의 물질전달이 영향을 미치는 것을 알 수 있었으며, 다공질 전극의 영향으로 이들 과전압은 온도증가에 의해 과전압이 증가하는 양의 활성화 에너지를 보이는 것이 관찰되었다. 또한 cathode는 주로 산소 활성화종의 액상 전해질에서의 물질전달 율속과정인 것을 나타내었으며, 따라서 온도증가에 의해 물질전달이 향상되어 과전압이 감소하는 음의 활성화에너지를 나타내었다.

그러나 RA법은 일종의 정상상태법으로서 기상과 액상의 물질전달 저항에 의한 과전압을 명확히 구분하지는 못하였다. 이러한 점을 해결하기 위해 불활성 가스 계단형 첨가법을 고안하였다. 이 방법은 불활성 가스를 계단형으로 첨가함에 따라 순간적인 반응물의 유량의 변화를 유발시켜 반응물의 유량의 변화에 의한 과전압만을 분리 측정함으로써 기상의 물질전달 저항에 의한 과전압만을 분리할 수 있는 방법이다. 또한 불활성 가스 첨가는 반응물의 분압의 변화를 일으킴으로, 분압변화에 의한 영향을 측정함에 의해 액상 전해질에서의 물질전달 저항에 의한 과전압을 측정할 수 있다. ISA에 의한 anode의 측정결과, anode에 기상의 물질전달저항에 의한 과전압이 상당히 존재함을 알았고, 이들 과전압은 RA의 측정결과와 유사한 값을 나타내는 것으로부터 수소, 이산화탄소 및 수증기의 각 성분의 물질전달 저항에 의한 과전압의 합으로 생각된다. 또한 ISA는 이들 기상저항에 의한 과전압을 이용율의 함수로 나타낼 수 있음에 따라 각 이용율에서의 과전압을 추정할 수 있었다. ISA의 cathode에의 적용으로 cathode에는 기상 및 액상의 물질전달 저항이 존재함을 알았고, 이들에 의한 각각의 과전압을 측정할 수 있었다. 이렇게 측정 분리한 각 과전압은 정상분극에 의한 과전압과 유사한 값을 보였다.