

## 용융탄산염형 연료전지 분리판 재료의 부식거동

이 충 곤

한국 전력공사, 전력연구원

새로운 에너지원으로 각광받고 있는 연료전지는 우주선 동력원으로서의 이용이래, 보다 실용적인 발전 시스템을 목적으로 많은 연구개발이 시도되고 있다. 이러한 연료전지는 사용하는 전해질의 특성으로 인하여 저온형( $<300^{\circ}\text{C}$ )과 고온형( $500^{\circ}\text{C}<$ )으로 구분될 수 있는데, 저온형 연료전지의 경우는 전극반응 특성상 귀금속 촉매가 필요한 데 비해, 고온형 연료전지는 이러한 귀금속 촉매가 필요없다는 점등에서 다양한 장점을 가지게 된다. 즉, 저온형에 비해 다양한 연료가 가능하고, 대형화에 유리하며, 고온 폐열을 이용할 수 있는 점 등을 들 수 있다.

용융탄산염형 연료전지(MCFC)는 이러한 고온형 연료전지의 장점을 배경으로 현재 대규모의 개발이 진행되고 있다. 그러나 여기에 주로 사용되는 Li-K, Li-Na와 같은 용융탄산염은 고부식성 전해질로서 대부분의 금속이 산화물을 형성하는 것으로 알려져 있다. MCFC의 분리판은 셀간을 전기적으로 이어주는 역할, 가스의 유로제공 및 가스 Sealing의 역할을 담당하는 부분으로서, 분리판의 부식은 이러한 특성의 저하 및 전해질의 소모를 유발시켜 MCFC의 내구성에 커다란 영향을 미치는 요인으로 생각되고 있다. 이러한 배경으로부터 Uchida<sup>1)</sup> 그룹은 MCFC의 분리판 재료의 부식거동을 계통적으로 검토하였다. 먼저 Fe에 Ni 과 Cr을 첨가한 재료를 산화성가스 분위기 하에서 (Li+K)CO<sub>3</sub>에 대하여 검토한 결과, Ni과 Cr 둘다 20wt%이상 첨가시, 내식성을 가지는 결과를 보고하였다<sup>2)</sup>. 이 경우 보호피막으로서 NiO 와 LiCrO<sub>2</sub>가 작용하는데, LiCrO<sub>2</sub>가 용융탄산염 중에서 보다 안정한 것으로 부터, Cr의 첨가가 내식성에 기여하는 것으로 판단하였다. 다음 단계로서 Fe/Cr재료에 용융탄산염 중에서 안정한 산화물을 형성하는 Al의 첨가효과를 검토하였다. Al의 첨가는 더욱 내식성을 향상시키는 것이 발견되었고, 약 4wt%의 첨가로 충분한 내식성을 가지는 것을 보고 하였다<sup>3)</sup>. 그러나 이러한 안정한 산화물에 의한 내식성 향상은 전기전도도의 회생을 바탕으로 한 것으로서, 다음 단계로서 Ti산화물의 반도체적인 특성을 이용하고자 제 4의 원소로서 Ti첨가를 시도하였다. 그러나 Fe/Cr/Al/Ti재료가 뛰어난 내식성을 가지는 것은 관찰되었으나, 전도도 향상에는 기여하지 못하는 것이 보고되었다<sup>4)</sup>.

현재 MCFC는 실용화를 위한 고성능화의 하나로서 가압하에서의 운전을 시도하고 있다. 이러한 가압하에서의 운전은 기전력의 향상 및 전극반응의 촉진 등으로 출력의 향상을 가져오나, 현재 문제로 되고 있는 Cathode극인 NiO의 용해/석출 현상을 가속화하는 결과를 초래해, 이에 대한 대책으로서 Li-K보다 NiO의 용해가 적은 Li-Na탄산염으로의 전환이 진행되고 있다. 이러한 배경으로부터 Uchida그룹에서 개발한 Fe/Cr/Al/Ti재료와 현재 분리판 재료로 사용중인 SUS 310, SUS 316재료에 대해, 산화성 분위기의 5기압까지의 가압하에서, Li-K, Li-Na탄산염에 대하여 부식거동을 검토한 결과, 가압하에서 내식성이 향상되는 것이 발견되었다<sup>5)</sup>. 이유로서는 가압하에서 용융탄산염의 증가된 산화력으로 보다 치밀한 내식성 산화물 피막이 형성되기 때문으로 생각되고 있다. 또한 Li-K, Li-Na탄산염에서의 부식의 정도에는 차이가 거의 없었으나, SUS 316의 경우 탄산염에 젖은 부분에서 내식성 피막이 형성되지 않는 이상부식현상이 관찰되었다. 재료간의 내식성 정도에서는 Fe/Cr/Al/Ti이 가장 내식성이 뛰어났으며, SUS 310 또한 뛰어난 내식성을 보였다.

## REFERENCE

1. Professor, Dept. of Applied Chem., Grad. Sch. of Eng., Tohoku University, Japan.
2. T. Nishina, K. Yuasa, I. Uchida, Proceeding of 3rd international symposium on Carbonate Fuel Cell Technology, PV93-3, p264 (1993).
3. H. Matsuyama, Master Thesis, Tohoku University (1994).
4. H. Inomata, Master Thesis, Tohoku University (1996).
5. C.-G. Lee, Doctoral Thesis, Tohoku University (1997).