

# 100W급 용융탄산염 연료전지 스택의 장기 운전 실험

\*이갑수, 남석우, 황정태\*, 임태훈, 오인환, 홍성안, 임희천\*\*  
한국과학기술연구원, 삼성중공업\*, 한전기술원\*\*

## Continuous Operation of a 100W-class Molten Carbonate Fuel Cell Stack

K.S. Lee, S.W. Nam, J.T. Hwang\*, T.H. Lim, I.-H. Oh,  
S.-A. Hong, and H.C. Lim\*\*  
Korea Institute of Science & Technology,  
Samsung Heavy Industry\*, Korea Electric Power Research Institute\*\*

### 서론

MCFC는 차세대 발전 장치로서 선진국에서 많은 연구 개발이 이루어지고 있으며, 국내에서도 2kW급 스택 및 시스템을 위한 기본 기술이 완성 단계에 이르러 있다. 그러나 MCFC의 실용화를 위하여는 전지의 고성능화 및 대용량화와 아울러 장수명이 보장되어야 하며 그 기준을 선진국에서는 약 40,000시간으로 설정하고 있고, 단위전지의 성능 감소율은 5~10mV/1,000h를 목표로 하고 있다. 본 연구팀은 이전의 연구를 통하여 단위전지의 5,000시간 실험[1]과 100W급 스택의 1,000시간 실험[2] 및 2,000시간 실험[3]을 수행한 바 있으며, 장기 성능 실험시 분리판 wet seal 부분의 부식이 매우 심각하여 전지 성능이 크게 감소되었음을 확인한 바 있다. 본 연구에서는 MCFC의 수명 향상을 위하여 분리판에 부식 방지용 Al을 코팅하여 100W급 스택의 연속 운전에 따른 성능 변화를 관찰하였다.

### 실험

본 실험에 사용된 스택은 십자흐름형 10단 스택으로 그 구성 과정은 이전 실험의 경우[2,3]와 동일하며, 스택 구성시 사용된 전극 및 전해질 matrix 의 성분, 제조 방법, 선정 기준 및 기공 특성은 단위전지 실험의 경우[4]와 거의 동일하다. 전극 및 전해질 matrix 는 tape casting 방법에 의하여 제조하였으며, anode는 1000℃, cathode는 700℃에서 각각 소성하여 사용하였다. 전해질 matrix 는 green-sheet 상태로 사용하였으며, 전해질은 matrix 기공을 100%, anode 및 cathode의 기공을 각각 30% 채우는 양을 계산하여 주입하였다. 분리판은 10 mm 두께의 stainless steel 316L 판을 기계 가공하여 wet seal 부분에 IVD(ion vapor deposition) 방법으로 Al을 10~30 μm 두께로 코팅하였으며, 700℃, 수소 분위기에서 열처리하여 Al 확산층을 형성시킨 후 실험에 사용하였다.

## 결과 및 고찰

그림 1에는 4,000시간의 운전 기간 동안 스택의 성능 변화가 도시되어 있다. 이 때 스택의 anode 부분에는 70.4% $H_2$ /17.6% $CO_2$ /12% $H_2O$ , cathode 부분에는 70%공기/30% $CO_2$ 의 혼합 기체를 각각 공급하였으며, 가스의 유속은 초기 수소 및 공기의 이용율이 60%인 상태에서 출발하여 600시간 운전 이후 가스 이용율이 25%인 상태로 되도록 유속을 점차로 증가하였다. 연속 운전시 전류는 15A ( $150mA/cm^2$ )로 일정하게 유지하였다. 그림 1에서와 같이 스택은 운전 시간 600시간 이후 안정한 성능을 나타내었으며, 15A의 전류에서 8V부근의 전압으로 120W의 출력을 계속 나타내고 있다. 전류밀도  $150mA/cm^2$ 에서 성능의 감소율을 계산하면 단위전지 평균  $16mV/1,000h$ 로서 이전 스택의  $53mV/1,000h$ 에 비해 성능 감소율이 크게 낮아졌음을 알 수 있다. 스택의 내부 저항은 초기에 약간 감소하다가 다시 완만히 증가하였으며, anode 출구에서의 가스 농도는 성능이 안정된 600시간 이후 변화가 거의 없었다.

본 스택은 이전에 시험된 스택과는 달리 4,000시간 이상의 연속 운전에도 스택 내 각 단위전지의 개회로 전압에는 거의 변화가 없다. 이로 미루어 분리판 wet seal 부분의 부식 및 이로 인한 가스의 누출, 혼합 및 단락 등에 의한 성능의 감소는 일어나지 않았다고 판단되며, Al 확산층이 어느 정도 부식에 저항성이 있음을 알 수 있다. 운전 시간 1,000시간 이상에서 스택의 내부 저항이 크게 변화하지 않았음을 고려할 때 성능 변화는 주로 전극의 구조 변화 또는 전해질 분포의 변화에 의한 전극 분극 손실량의 증가에 기인한다고 생각된다. 그러나 정확한 성능 감소 요인은 시험 후 분석을 통하여 밝혀져야 할 것이다.

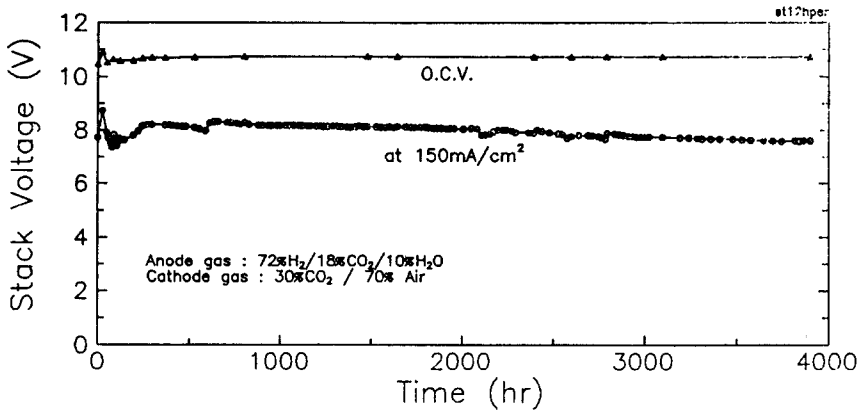


Figure 1 Variation of stack voltage during the continuous operation of a MCFC stack.

## 참고 문헌

1. 홍성안, 오인환, 임태훈, 남석우, 이갑수, 윤성필 : “2kW급 MCFC 스택 개발”, 한전기술연구원 보고서 (1994).
2. 남석우, 임태훈, 오인환, 이갑수, 윤성필, 홍성안, 임희천, 이창우, 선양국 : 화학공학 33, 559 (1995).
3. 임희천, 설진호, 류철성, 이창우, 홍성안 : 수소에너지 6, 53 (1995).
4. 임태훈, 이갑수, 남석우, 오인환, 홍성안, 임희천 : 화학공학 32, 498 (1994).