

## 냉각수 전도도에 따른 성능변화 Performance deterioration depend on of coolant electrical conductivity

장해룡, 오원석, 전우철, 황정훈, 박문희  
대성청정에너지연구소

### 1. 서론

연료전지는 효율적인 온도 운전범위에서 운전되기 위해서는 냉각이 필요하다. 연료전지 스택의 경우 단위밀도당 열의 발생량이 크므로 효과적인 냉각방식이 요구된다. 일반적인 냉각의 방식으로는 공랭식과 수랭식이 많이 쓰이고 있으며 PEMFC 스택의 냉각으로는 주로 수랭식이 사용되고 있다. 수랭식의 경우 열의 전달유체로 물이나 에틸렌글리콜 같은 용액이 사용되고 있다. 이러한 유체는 시스템 내부를 이동하며 스택에서 발생된 열은 이동시키며 스택을 냉각하고 스택내부의 온도분포를 균일하게 유지시키는 역할을 한다. 냉각수는 운전시간이 증가할수록 관 내부 및 스택에서의 불순물로 인한 이온의 농도가 증가하여 전도도가 높아지게 된다. 높아진 전도도로 인하여 연료전지외부의 도선으로 이동하여야 할 전자들이 냉각수를 통하여 흐르게 되어 전체적인 시스템의 성능을 저하시킨다. 이 실험은 연료전지를 운전중에 일어나게 된 냉각수 전도도에 의한 시스템의 성능저하에 관한 내용이다.

### 2. 실험방법

Anode측에는 자체개발한 개질기를 사용하여 75%의 수소를 공급하였고, cathode는 일반 대기상태의 공기를 blower를 사용하여 공급하였다. 사용된 membrane은 Dupont사의 Nafion112를 사용하였다. 전극은 E-tek사에서 제조한  $0.4\text{mg Pt}/\text{cm}^2$ 을 사용하였으며 반응면적은  $250\text{cm}^2$  이었다. MEA제조에는 Hot press 방법을 이용하였으며  $135^\circ\text{C}$ 에서 3Mton으로 90초간 압착하여 제조하였다. 이러한 방법으로 제조된 MEA를 사용하여 스택을 구성하였다. 스택의 냉각은 수랭식으로 행하였으며 냉각수는 순수한 물을 사용하였다. 정확한 데이터의 측정을 위하여 0.6초 간격으로 100개의 데이터를 취득하여 평균값과 표준편차 값을 측정하였고, 6 1/2 digits까지 측정 가능한 테스트 시스템으로 신뢰성 있는 데이터를 얻을 수 있도록 구성하였다.

### 3.결과 및 고찰

Figure 1 은 스택을 30여 일 동안 운전시 voltage의 변화를 나타낸 그래프이다. 초기에는 평균 41.6V의 성능을 보이고 있다가 30일이 지난 시점에는 평균 37.8V로 10% 정도의 성능이 저하가 발생되었다. Figure 2.의 conductivity의 변화를 살펴보면 초기 점에는 순수의 상태인 2.5MΩ-cm이었지만 시간이 지남에 따라 떨어져서 30일이 지난 시점에는 0.2MΩ-cm로 떨어졌다.

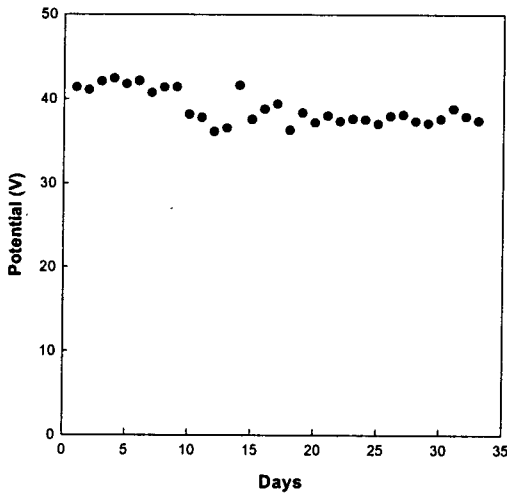


Figure 1.운전전압의 변화(I)

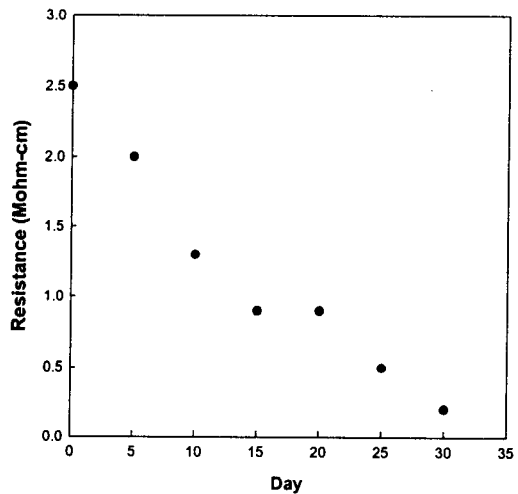


Figure 2.전도도의 변화(I)

이후 냉각수를 교체한 후 냉각수에 사용되는 유로들을 고분자 재질로 변경하여 실험을 재개하였으며 그 결과를 Figure 3에 나타내었다. 초기에는 평균 40.6V의 성능을 보이고 있다가 15일이 지난 시점에는 평균 38.8V로 성능이 5% 정도 저하되었다. 또한 Figure 4.의 conductivity를 측정된 결과 초기 2.3MΩ-cm이었지만 20일이 지난 후에는 1.0MΩ-cm로 떨어졌다. 이러한 내용을 살펴볼 때 관내부의 불순물이 전도도의 증가를 가져올 수 있으며 성능의 감소로 이어질 수 있다는 것으로 생각해 볼 수 있다. 이러한 전도도에 의한 시스템 성능저하를 방지하기 위하여 냉각수가 흐르는 관 내부를 금속이 아닌 플라스틱제품으로 바꾸어서 실험을 재개하였을 경우 현저히 적어진 성능 저하를 발견할 수 있었다.

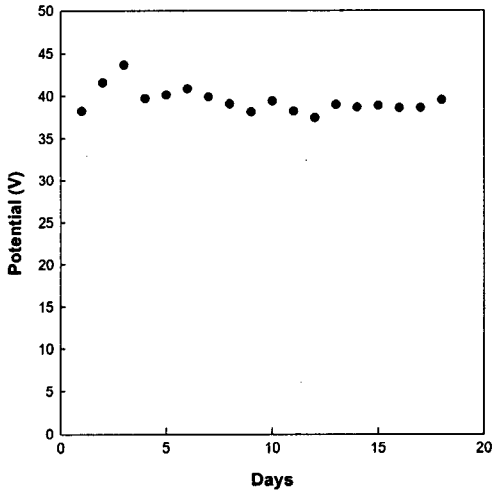


Figure 3. 운전전압의 변화(II)

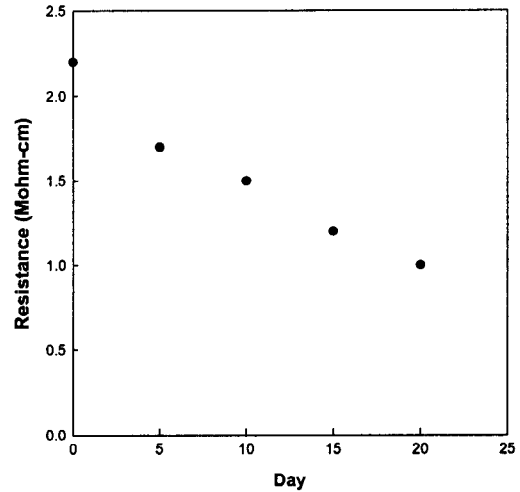


Figure 4. 전도도의 변화(II)

#### 4. 결론

냉각수는 bipolar 내부의 유로를 이동하면서 연료전지 스택내부의 열을 제거한다. 냉각수는 각각의 바이폴라 플레이트를 거치므로 전도성을 띄게 될 경우에는 전기적 절연이 되지 않아서 손실이 일어나기 때문에 성능저하를 가져온다. 실험에서는 아무런 처리를 하지 않았을 경우 30일 후에 10%의 성능감소가 발생하였으며, 냉각수가 접하는 금속부분을 비금속재질로 바꾼 뒤에는 5%의 성능감소가 발생하였다. 이러한 문제를 근본적으로 방지하기 위해서는 bipolar plate를 가공할 때 절연처리를 하거나 전기 전도성을 가지지 않는 냉각수를 선택하는 것이 필요하다.

## 5. 참고문헌

1. Removing contaminants from fuel cell coolant supply Fuel Cells Bulletin, Volume 4, Issue 37, October 2001, Page 13
2. Bipolar plates for PEM fuel cells: A review International Journal of Hydrogen Energy, 1 June 2005, Allen Hermann, Tapas Chaudhuri and Priscila Spagnol
3. Coolant treatment system for direct antifreeze-cooled fuel cell, Fuel Cells Bulletin, Volume 4, Issue 39, December 2001, Page 14