

## 대기오염물질로 인한 연료전지자동차 출력 변화에 대한 연구

\*이 준기<sup>1),2)</sup>, 박 상선<sup>1)</sup>, \*\*설 용건<sup>1),2)</sup>

### The Effect of Air Pollutant to Fuel Cell Electric Vehicle

\*Junki Rhee, Sangsun Park, \*\*Yong-gun Shul

**Abstract :** Fuel cell is spotlighted as next energy source of future. The fuel of vehicle will be changed from fossil fuel such as gasoline, diesel to hydrogen. Polymer electrolyte membrane fuel cell(PEMFC) will be used to fuel cell vehicle because of its suitability. PEMFCs need oxygen for cathode. Because PEMFCs in vehicle use air for oxygen, air pollutant will be effect to performance of PEMFC. In this study, we examine a type of filter and pollutant gas how can be effect to performance of fuel cell electric vehicle.

**Key words :** Fuel cell electric vehicle(연료전지자동차), PEMFC(고분자전해질막연료전지), Air pollutants(대기오염물질), Chemical filter(화학식 필터)

### 1. 서론

연료전지, 특히 차량용 연료전지는 Cathode에 대기 중의 공기를 사용하기 때문에 연료전지의 성능은 대기환경에 민감할 수밖에 없다. 차량 운행이 많은 도시에서의 대기환경은 미세먼지나 CO, NOx, SOx 등 대기오염물질의 농도가 높다. 이러한 환경에서 연료전지자동차의 안정적이고 효율적인 성능을 얻기 위해서는 대기오염물질에 대한 연료전지의 영향을 파악하고, 대기오염물질에 대한 해결점을 찾는 것이 중요하다.

차량 내에 들어가는 공기는 흡기구의 필터를 거쳐서 연료전지로 공급되게 된다. 필터를 통하여 대기오염물질이 일차적으로 걸러지게 되므로 필터의 성능에 따라 연료전지에 공급되는 공기질이 좌우될 것으로 예측할 수 있다. 따라서 필터의 종류에 따른 분석으로 공기질의 향상을 모색해 보고자 하였다.

또한 실제 연료전지차량을 운행하면서 디젤차량의 배기오염물질과 대기 중의 오염물질의 어떤 영향을 미치는가에 대해 모색해보고자 하였다.

본 연구를 통하여 대기 중의 오염물질이 연료전지자동차에 미치는 영향을 파악하고 일반 필터와 화학식 필터의 성능을 비교하여 연료전지에 공급되는 공기의 질을 확보하는 방안은 모색해 보고자 한다.

### 2. 필터종류와 가스농도에 따른 대기오염물질 필터링 성능

필터종류와 가스 농도가 필터링 성능에 어떤 영향을 미치는가를 규명하고자 하였다. 필터는 일반 자동차에 사용되는 general filter와, 탄소 particle이 함유되어 있는 chemical filter를 사용하였다.

#### 2.1 CO

필터종류와 가스 농도가 필터링 성능에 어떤 영향을 미치는가를 규명하고자 하였다. 필터는 일반 자동차에 사용되는 general filter와, 탄소 particle이 함유되어 있는 chemical filter를 사용하였다.

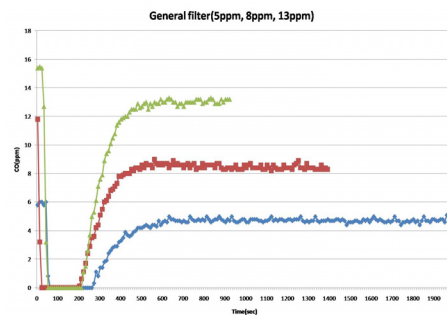


Fig. 1 General filter, CO 5, 10, 15ppm, 시간에 따른 농도 변화

Chemical filter의 경우 약 250초 정도까지 90% 이상의 필터링 성능을 보이다가 고농도일수록 급격히 성능을 잃는 양상을 보인다.

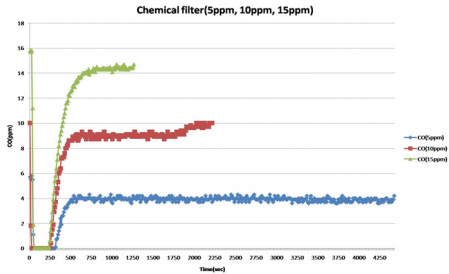


Fig. 2 Chemical filter, CO 5, 10, 15ppm, 시간에 따른 농도 변화

Chemical filter와 general filter를 비교해 보았을 때, chemical filter의 흡착능력이 general filter보다 우위에 있지만, 고농도에서는 차이가 그리 크지 않다.

Table 1 Filter의 종류와 gas 농도에 따른 필터링 성능

CO의 농도 (ppm)	Chemical filter의 성능 (ppm/cm <sup>2</sup> )	General filter의 성능 (ppm/cm <sup>2</sup> )
5	46.89	56.04
10	108.06	96.02
15	171.5	122.57

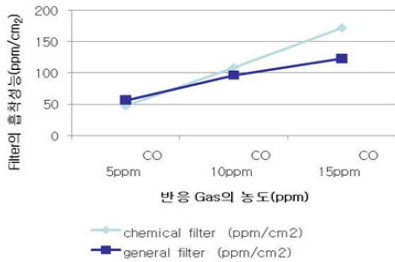


Fig. 3 Filter의 종류와 gas 농도에 따른 필터링 성능

## 2.2 Mixing gas

CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>의 mixing gas를 사용하여 필터종류에 따른 성능을 비교하였다. CO의 경우 chemical filter의 경우는 약 8ppm, general filter는 약 9ppm정도로 유지된 것을 확인할 수 있다. NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>의 경우 chemical filter는 각각의 기체를 단독으로 실험한 것과 거의 유사하게 0.2ppm정도를 유지하는 것으로 나타났지만, general filter의 경우 저농도(0.5ppm)임에도 불구하고 10분 내에 거의 원래의 농도로 나타남을 알 수 있었다. 혼합기체의 경우 각 기체에 대한 저감능력은 필터의 종류

에 관계없이 단일 기체를 사용한 결과에 비해 낮은 성능을 보여주지만 chemical filter의 경우는 성능저하가 덜하다고 할 수 있다.

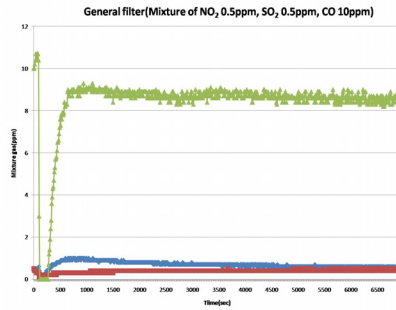


Fig. 4 General filter, mixing gas, 시간에 따른 농도 변화

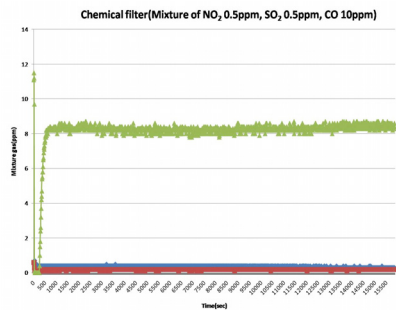


Fig. 5 Chemical filter, mixing gas, 시간에 따른 농도 변화

## 2.3 흡착능력 분석

실험 후 chemical filter의 EDX분석 결과, 각 실험 gas에 대한 원소 흡착을 발견할 수 있었다. 이는 chemical filter가 general filter에 비해 화학적 흡착에 의해 필터링 성능이 우수함을 확인할 수 있는 결과이다.

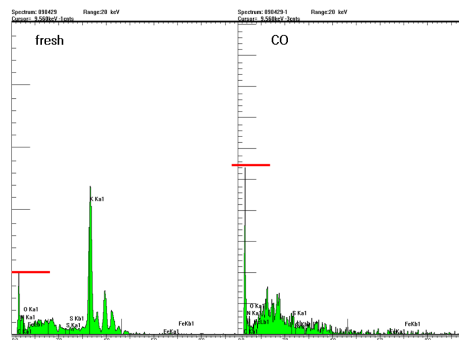


Fig. 6 Chemical filter, CO실험 전후의 EDX 분석 결과

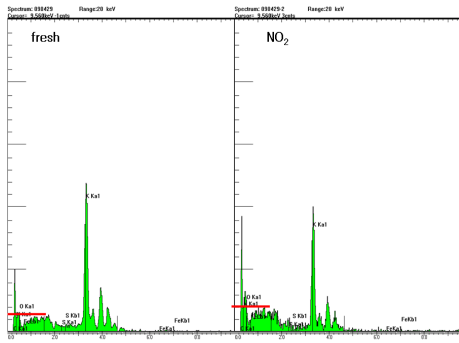


Fig. 7 Chemical filter, NO2실험 전후의 EDX 분석 결과

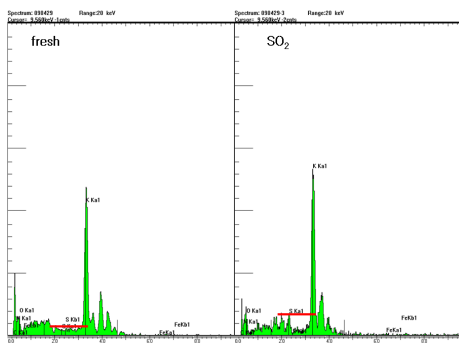


Fig. 8 Chemical filter, SO2실험 전후의 EDX 분석 결과

### 3. Diesel 배기가스에 의한 연료전지차량의 출력 변화

실제 diesel 차량의 배기가스가 연료전지차량의 출력의 어떠한 영향을 미치는가를 실험하였다. 실제 연료전지차량의 운행 시 배기가스의 영향을 알아보려고 하였다.

#### 3.1 Diesel 배기가스 성분

Diesel 차량의 시동 시부터 배기가스의 성분을 분석해본 결과, 시동을 건 후부터 짧은 시간 내에 고농도의 CO와 NO가 검출되었다. 이 중 CO는 시동을 건지 약 2분 후부터 급격히 감소하는데, 이는 엔진에서의 불완전 연소로 인해 초기에 배출되는 것으로 보인다. 이에 비해 NO2는 시동 후 약 5분 후부터 2.5ppm 정도의 저농도가 배출되고, SO2는 측정되지 않았다.

이와 같은 결과로 볼 때, 배기가스 중 CO와 NO가 연료전지차량에 영향을 미칠 것으로 예상해 볼 수 있다.

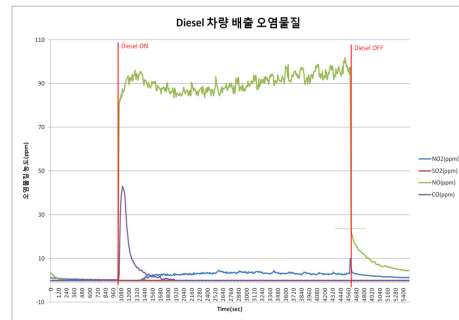


Fig. 9 시동 시부터 Diesel 배기가스의 대기오염 물질 농도 변화.

### 3.2 Chemical filter

연료전지차량 stack의 전압을 측정해 본 결과, diesel 배기가스에 노출된 지 약 8분 후부터 전압의 감소가 생기는 것을 확인할 수 있었다. 2장의 실험 결과에서 chemical filter의 경우 CO를 필터링한 후 약 10분 안에 필터링 효과가 없어지는 것을 관측하였다. SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>의 경우 시간이 흐른 후에도 필터링 성능을 유지하였다.

3.1장의 결과에서 시동 후 1분 이내에 많은 CO가 검출되었다. 따라서 고농도의 CO에 의해 필터의 필터링 성능이 감소하여 연료전지차량 stack의 전압에 영향을 미쳤을 것으로 보인다.

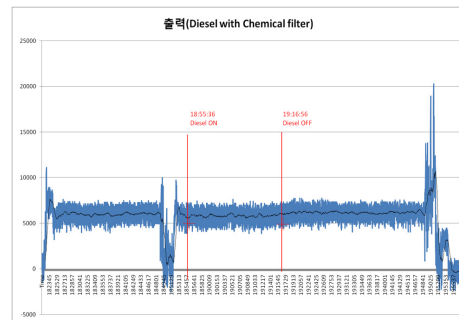


Fig. 10 Chemical filter, diesel 배기가스에 노출된 후 시간에 따른 stack의 출력변화.

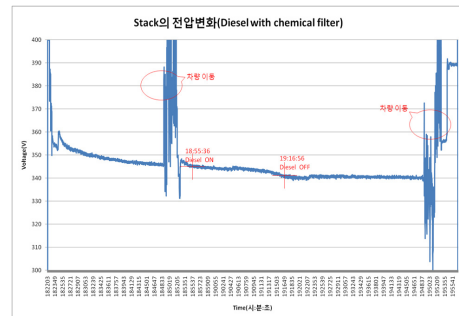


Fig. 11 Chemical filter, diesel 배기가스에 노출된 후 시간에 따른 stack의 전압변화.

### 3.3 General filter

General filter를 사용한 실험결과, chemical filter와 비슷한 결과로 전압 강하를 관측할 수 있었다. General filter의 경우 chemical filter에 비해 CO를 필터링하는 능력이 떨어지는 것을 보인다. Diesel 배기가스 실험 결과, 전압강하의 속도나 크기가 chemical filter보다 큰 것으로 관찰되었다.

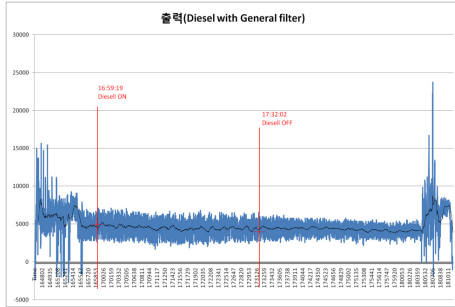


Fig. 12 General filter, diesel 배기가스에 노출된 후 시간에 따른 stack의 출력변화.

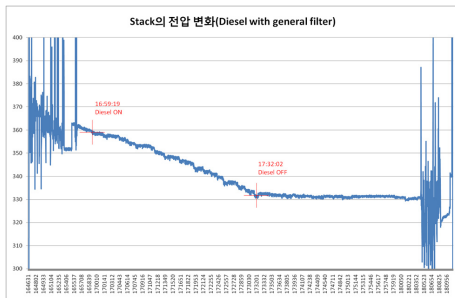


Fig. 13 General filter, diesel 배기가스에 노출된 후 시간에 따른 stack의 전압변화.

위 실험 결과에서 배기가스에 의한 전압강하를 확인하였으나, 전압회복을 관측하지는 못했다. 이는 제한된 실험시간(30분)에 의한 것으로 보이며 충분한 시간을 가지고 추가적인 실험이 필요할 것으로 보인다.

### 4. 결론

본 실험을 통하여 필터의 종류와 대기오염물질에 따른 필터링 성능을 확인하였고, 실제 diesel 배기가스가 연료전지차량 출력에 어떠한 영향을 미치는가를 알아보았다.

1) CO에 경우 general filter와 chemical filter 모두 일정시간 동안 필터링 성능을 유지하고 급격히 성능이 감소하였다. Chemical filter가 general filter에 비해 필터링 성능이 우수한 것을 보인다.

2) 혼합가스의 경우 CO의 필터링 능력은 Chemical filter에서 80%정도로서 이는 단일 CO로 측정했을때와 유사한 결과를 보여주었으나, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>의 경우에는 그 저감능력이 현격히 떨어지는 것이 관찰되었다.

3) EDX분석 결과, chemical filter에서 실험 gas의 원소 흡착이 발견되었다. 화학적 흡착에 의하여 필터링 성능이 우수함을 예측할 수 있다.

4) 연료전지차량이 diesel 배기가스에 노출되었을 때 CO농도에 의한 주된 영향으로 전압이 감소함을 관측하였다. Chemical filter를 사용하였을 때 보다 general filter를 사용하였을 때, 전압감소가 크고 빠름을 관측하였다.