

## 수소가스 부취제가 연료전지의 성능에 미치는 영향 연구

\*한 상원<sup>1)</sup>, 오 석환<sup>2)</sup>, 김 영규<sup>3)</sup>, 이 승훈<sup>4)</sup>, \*\*채 재우<sup>5)</sup>

### A Study on Influence of Fuel Cell Performance by Hydrogen Odorant

\*Sangwon Han, Seokhwan Oh, Younggyu Kim, Sunghun Lee, \*\*Jaeou Chae

**Key words** : Hydrogen(수소), Odorant(부취제), Fuel Cell(연료전지), Safety(안전), Alternative Energy(대체에너지)

**Abstract** : The hydrogen fuel and fuel cell which have high energy efficiency and low pollutant emission are getting interest as an alternative energies due to the fossil fuel exhaust, green house effect and atmospheric pollutant problems. The hydrogen gas is very effective as an alternative energy. But, if it is leaked into the air it forms the mixed gas with the air then the danger of the explosion is risen up. So, the secure the safety is mostly important. In this research, to detect the leakage of the hydrogen rapidly, added the odorant materials which don't include the sulfur component into the hydrogen gas and researched on the effect of each odorant on the performance of the fuel cell. As the results, setting the cumulation electric power on the basis and comparing the pure hydrogen, 2,3-Butanedione 5ppm mixed gas 86.1%, 5-Ethylidene-2-Norbornene 17ppm mixed gas 88.2%, Isovaleraldehyde 10ppm mixed gas 74.8%, Ethyl Isobutyrate 2.2ppm mixed gas 93.5% of performance was shown.

#### subscrip

GC : Gas Chromatograph  
FID : Flame Ionization Detector  
23BD : 2,3-Butanedione  
5E2NB : 5-Ethylidene-2-Norbornene  
IVAL : Isovaleraldehyde  
EIB : Ethyl Isobutyrate

#### 1. 서론

화석연료의 고갈과 지구온난화 및 대기환경 문제로 인해 에너지 효율이 높고 공해물질의 배출이 없는 수소연료와 연료전지가 화석연료의 대안으로 부상되어지고 있다. 향후 수소에너지 경제구도로의 전환이 가속화될 것으로 판단되며, 수소를 연료로 사용할 경우에 연소 시에 발생하는 극소량의 NOx를 제외하고는 이산화탄소와 같은 온실효과를 나타내는 가스의 발생이 없을 뿐만 아니라, SOx, 분진 등의 대기오염물질의 방출이 없다. 또한 풍부한 자원인 물을 원료로 하여 제조할 수 있고 사용 후에는 다시 물로 재순환이 이루어지므로 무공해 에너지원이다. 하지만 수소는 누출 시 공기와 혼합가스를 형성하여 작은 발화

에너지원에 의해서도 폭발이 가능하여<sup>(1)</sup> 안전성의 확보가 반드시 이루어져야 하며, 특히 누출 사실을 신속히 감지할 수 있는 방안이 확보되어야 한다.

수소의 누출을 감지하는 방법은 수소누출감지 센서를 설치하는 방법과, 수소에 소량의 부취제를 첨가하는 방법이 있다. 부취제의 경우 현재 LPG, LNG 등에 사용되고 있으며 수소누출 센서에 비해 가격이 저렴하고 별도의 센서 및 설비가 필요하지 않은 장점이 있으나 부취제에 포함되어

- 1) 인하대학교 기계공학과  
E-mail : tdotp82@hotmail.com  
Tel : (032)865-6525 Fax : (032)865-6525
- 2) 인하대학교 기계공학과  
E-mail : embryo1002@inhaian.net  
Tel : (032)865-6525 Fax : (032)865-6525
- 3) 가스안전공사 가스안전연구원  
E-mail : ygkim@kgs.or.kr  
Tel : (031)310-1430 Fax : (02)123-9876
- 4) 가스안전공사 가스안전연구원  
E-mail : prooflee@kgs.or.kr  
Tel : (031)310-1434 Fax : (02)123-9876
- 5) 인하대학교 기계공학과  
E-mail : fire@inha.ac.kr  
Tel : (032)860-7314 Fax : (032)865-6525

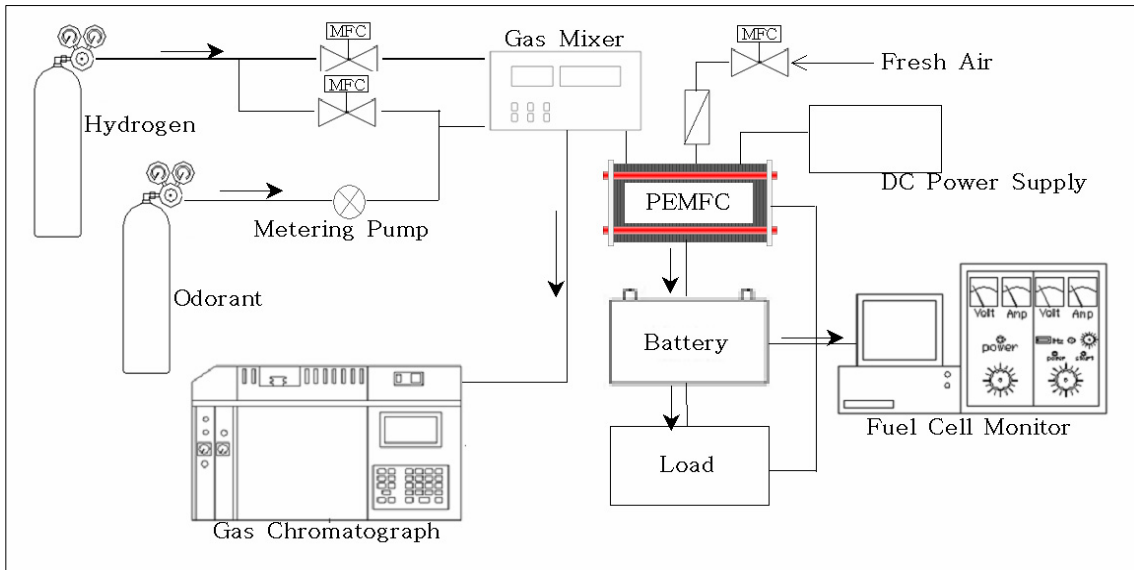


Fig. 1. Schematic Diagram of Experimental Equipment

있는 황 화합물이 연료전지의 스택 전극을 피독시켜 성능을 저하시키기 때문에<sup>(2)</sup> 황이 포함되지 않은 부취제가 필요하며 황이 포함되어있지 않더라도 불순물로 작용하여 연료전지의 성능저하<sup>(3)</sup>를 유발할 수 있기 때문에 각각의 부취제 별 연료전지 성능실험을 통해 부취제가 연료전지에 미치는 영향을 파악해야한다. 본 논문에서는 황이 포함되어있지 않은 방향성 물질을 사용하여 연료전지의 성능실험을 통해 각각의 부취제가 연료전지의 성능에 미치는 영향을 알아보도록 한다.

## 2. 실험장치 및 방법

### 2.1 실험장치

Fig. 1은 실험장치의 개략도로서 가스혼합 장치, 연료전지, 전력소모 장치 및 데이터 측정부로 구성되어 있다. Fig. 1에서와 같이 부취제는 수소 분위기의 Gas Mixer에 분사노즐을 통해 분사되어 혼합된다. 수소와 부취제는 각각 전자식 질량유량계와 정량 펌프를 통해 정밀 제어되며, 혼합가스는 GC의 FID검출기를 통해 측정되고 연료전지로 공급된다. 연료전지에서 발생하는 전력의 손실을 막기 위해서 냉각 및 가습은 DC Power Supply를 통해 작동하며, 연료전지에서 발생된 전력은 충전지를 통해 저장되고 전력소모장치에서 일정한 부하로 소모된다. 연료전지는 정격출력 200W의 40cell PEMFC를 사용하였으며 배터리는 24V 7AH의 2차전지를 사용하였다. Fuel Cell Monitor에서는 연료전지의 전압, 전류, 적산전력량을 측정·저장되며, 실험의 정밀성을 높이기 위해 각각의 장치는 전자제어장치를 통해 정밀제어하였다.

### 2.2 실험방법

실험에 사용된 부취제 및 혼합농도를 Table 1.에 나타내었다.<sup>(4)</sup> 부취제가 연료전지에 미치는 영향을 파악하기 위해 순도 99% 이상의 시약을

사용하였으며 각각의 시약은 별도의 가공 없이 사용하였다.

황이 포함되어 있는 메르캅탄류의 부취제는 연료전지의 스택전극에 비가역적 손상을 가져오며<sup>(2)</sup> 본 실험에서는 사용하지 않았다.

동일 시간동안 발생된 적산전력량을 측정하기 위하여 실험은 배터리의 방전 → 20분 충전 → 전력소모장치를 통한 방전의 순서로 진행되었으며, 이러한 실험방식은 단순 전압측정에 비해 적산전력량을 측정함으로써 연료전지의 발전량을 측정하는데 더 유리하다. 모든 실험에서 연료전지의 Cathode에는 공기를 공급하였으며, 공급되는 혼합가스 및 공기의 유량은 동일한 조건을 유지하였다.

Table 1. Concentration of Odorants in Test

Odorant	Detection Threshold (ppm)	Mixig Concentration (ppm)	Odor
23BD	$5.0 \times 10^{-5}$	5.0	Putrid Butter
5E2NB	$1.7 \times 10^{-4}$	17	Coal Gas
IVAL	$1.0 \times 10^{-4}$	10	Ginkgo Nut
EIB	$2.2 \times 10^{-5}$	2.2	Fruity

## 3. 실험결과

부취제를 사용하지 않았을 때의 적산전력량은 Fig. 2와 같다. 부취제를 사용했을 때와의 비교를 위해 Anode로는 순수한 수소를 공급하였으며 820초의 전력소모시간 동안 37.82Wh의 적산전력량이 발생되었다.

수소가스에 IVAL 10ppm이 혼합되어진 가스를 연료전지의 Anode에 공급했을 때의 결과는 Fig.

3과 같다. 적산전력량은 28.29Wh로 수소대비 74.8%의 성능을 보였으며, 전력소모 시간은 628초로 측정되었다.

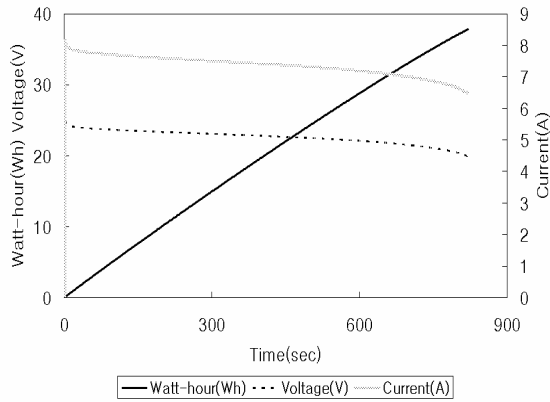


Fig. 2. Fuel Cell Performance at Hydrogen only

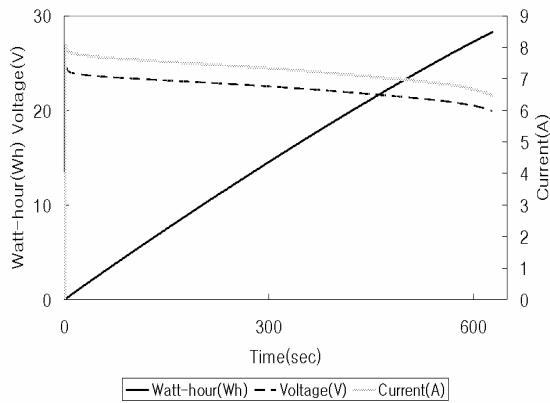


Fig. 3. Fuel Cell Performance at IVAL 10ppm

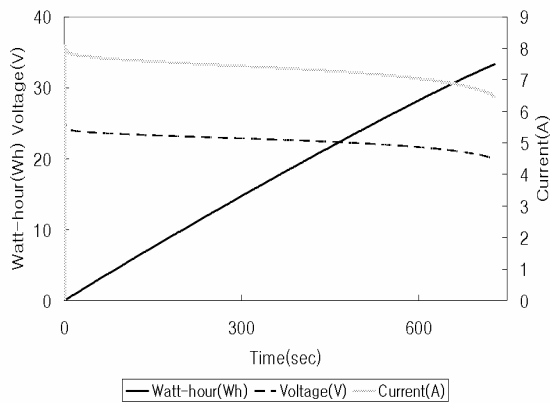


Fig. 4. Fuel Cell Performance at 5E2NB 17ppm

Fig. 4는 5E2NB 17ppm 혼합가스를 Anode에 공급한 결과이며 적산전력량은 33.34Wh로 수소대비 88.2%의 성능을 보였으며, 전력소모 시간은 729초로 측정되었다.

Fig. 5는 23BD 5.0ppm 혼합가스를 연료전지에 공급 때의 결과로 적산전력량 32.55Wh, 수소대비 86.1%의 성능을 보이며, 전력소모 시간은 713초를 보인다.

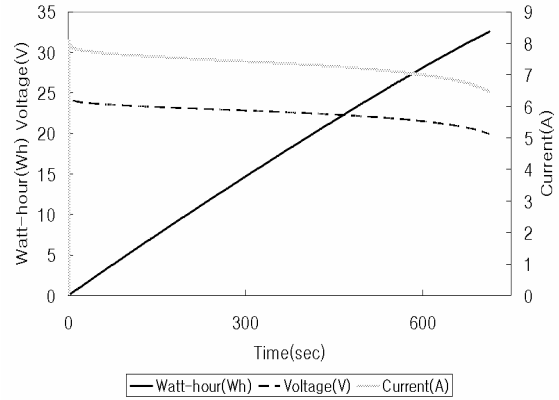


Fig. 5. Fuel Cell Performance at 23BD 5.0ppm

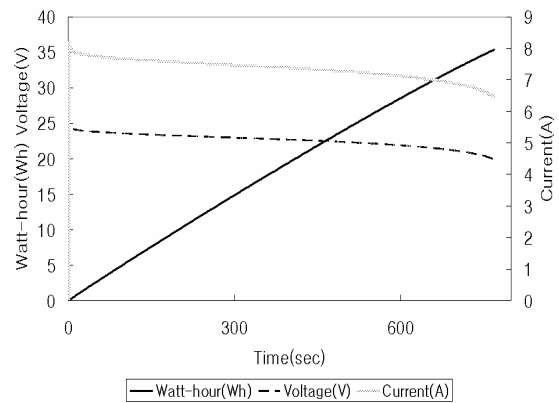


Fig. 6. Fuel Cell Performance at EIB 2.2ppm

Fig. 6은 EIB 2.2ppm이 혼합되었을 때의 결과로 적산전력량 35.36Wh, 수소대비 93.5%의 성능을 보이며 전력소모 시간은 769초를 나타내고 있다.

각각의 실험 결과를 Table 2에 정리하였다. 충전시간은 20분으로 동일하였으나 부취제별 연료전지에서의 전력발생량의 차이로 인해 전력소모 시간과 적산전력량의 차이를 보였다.

Table 2. Comparison of Each Odorants

Odorant	충전시간 (min)	전력소모시간 (sec)	적산전력량 (Wh)
-	20	820	37.82
23BD	20	713	32.55
5E2NB	20	729	33.34
IVAL	20	628	28.29
EIB	20	769	35.36

#### 4. 결 론

대부분의 수소폭발 사고는 수소의 누출에 의해 발생하며, 수소가스 부취제는 별도의 시설이 없이도 수소가스의 누출을 신속히 감지할 수 있으며, 누출감지 센서에 비해 지속적이고 광범위한 범위에서 사용이 가능하다는 장점을 가지고 있기 때문에 수소에너지 사회를 대비해서 그 가치와 효용성이 증가할 것으로 판단된다. 본 연구에서는 부취제로 사용 가능한 황을 포함하지 않는 방향성 물질을 수소연료전지에 적용하여 연료전지의 성능 변화를 모니터해 봄으로써 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 수소가스 부취제는 그 자체로 불순물로 작용하여 황이 포함되지 않은 극소량의 부취제가 수소가스에 혼합이 되어도 연료전지의 성능을 6.5~25.2% 떨어뜨린다.

2) 부취제가 연료전지의 성능을 저하시키는 메커니즘의 분석을 통해 연료전지의 성능을 저하시키지 않는 부취제의 개발이 가능할 것으로 판단되며, 수소누출감지 센서의 단점을 보완하여 수소에너지의 안전성을 확보할 수 있는 기술로 판단된다.

#### 후 기

본 연구는 산업자원부 신재생에너지기술개발사업의 일환(2006-N-HY12-P-01)으로 수행되었습니다. 이에 감사드립니다.

#### References

- [1] 오규형, 이광원, 2004, “수소의 폭발 특성에 관한 연구”, 한국수소 및 신에너지학회 논문집, 15(3), 228-234
- [2] 오상승, 2005, “연료전지용 개질기에 적용하기 위한 천연가스 내의 부취제의 선택적 상온 흡착에 관한 연구”, 인하대학교 화학공학과 석사학위논문
- [3] 底巳雅仁, 今村大地, 赤井泉明, 渡正五, 2004, "水素中不純物のセル性能への影響",自動車研究, 26(6), 35-38
- [4] 한상원, 채재우, 오석환, 이승훈, 김영규, 김지윤, 2007, “수소에너지의 안전성확보를 위한 수소누출감지제 혼합 시스템 연구”, 한국가스학회 추계학술발표회 논문집, 62-65