

## 동신대학교 1kw PEMFC 실증 시스템에 관한 연구

<sup>1)</sup>최홍준 <sup>1)</sup>전광연 <sup>1)</sup>차인수 <sup>1)</sup>김동욱, <sup>2)</sup>김세건, <sup>3)</sup>윤정필, <sup>4)</sup>김중선 <sup>5)</sup>전상희  
<sup>1)</sup>동신대학교 수소에너지학과 <sup>2)</sup>전기공학과 <sup>3)</sup>(주)퓨전정보기술 <sup>4)</sup>(주)해양도시가스 <sup>5)</sup>(주)GS퓨얼셀

### A study on the 1kW PEMFC verification system install inside Dongshin University

h.j.Choi , g.y.Jeon , i.s.Cha , d.m.Kim , s.k.Kim , j.p.Yoon , j.s.Kim , s.h.Jeon  
 dongshin university Dept Hydrogen energy, DeptElectric engineering ,Fusion Information Technology CO.Ltd,  
 hae yang City Gas CO.Ltd , GSfuelcell CO.Ltd

#### Abstract

본 논문에서는 에너지 수요의 급증으로 세계적으로 에너지 수급의 불안이 고조되고 있는 이시점에서 차세대 친환경 에너지원으로 각광 받고 있는 연료전지에 대한 모니터링 사업에 대한 실증화 연구에 관하여 논의 하고자 한다. 한국 가스공사에서 주관한 1kw가정용 연료전지 시스템 모니터링사업은 3차년도 사업으로 나뉘어져있으며 본연구는 1차년도 사업으로 3000시간동안의 시스템의 평가 설치 운전을 하고 가정용연료전지대규모 모니터링을 통한 실측 데이터를 분석하고 Cost down 과 시스템의 내구성향상, 부품국산화율 향상및 과제 도출을 통한 가정용 연료전지 보급기반을 목적으로 하고 있다.

#### 1. 서 론

국제적으로 에너지 수요가 증가하고 원유 가격이 급등함에 따라 국제간 에너지 자원 확보 경쟁이 더욱 격화되고 있으며, 보다 안정적이고 환경 친화적인 에너지 구조로의 정착이 요구되고 있다. 이러한 요구에 따라 대체 에너지 가운데 가장 현실성 있는 대안으로 주목받고 있는 수소에너지 이용 기술인 연료전지 기술에 대한 관심이 증가되고 있는 상황이다. 연료전지 가운데에서도 고분자 전해질 연료전지 (PEFC, PEMFC) 발전 시스템은 LPG, LNG, 등유 등의 연료를 사용하여 수소를 생산하는 개질기와 생산된 수소를 이용하여 전기와 열을 생산하는 스택, 그리고 직류 전류를 교류 전류로 변환하는 인버터 등으로 이루어져 있다. 고분자 전해질 연료전지 시스템은 전기와 열을 공급할 수 있는 시스템으로서, 기존의 화력이나 내연기관을 이용한 발전 시스템보다 높은 발전 효율을 지녔으며, 시스템 운전시 발생하는 폐열을 회수하여 급탕 및 난방용 온수로 사용할 수 있다는 장점으로 인하여 최근 전세계적으로 많은 기술 개발 및 연구가 진행되고 있다.

1kW급의 가정용 연료전지 발전 시스템은 소음 및 공해 물질을 배출하지 않기 때문에 가정뿐 아니라 업소, 편의점, 공공기관 등의 모니터링 사업을 거쳐 5kW급으로 발전시킨다면, 상업용으로도 폭넓게 적용가능한 시스템으로 발전시킬 수 있을 것이다.

동신대학교는 한국가스공사에서 주관한 가정용 연료전지 시스템 모니터링 사업에 해양도시가스와 연합하여 참여하였고 동신대학교 도서관 내에 가정용 1kw 연료전지를 시범 운전 하는 연구를 하게 되었다.

이 사업은 1차 2차 3차년도 사업으로 나뉘어져있으며 1차년도에는 40대가 전국에 시범설치 되었고 대학으로는 유일하게 동신대학교가 시범 사업에 참여하게 되었다

본 논문에서는 1kW가정용 연료전지의 실증운전평가를 통하여 전기 효율 및 열효율 연료전지의 단점으로 부각되고 있는 것은 비싼가격, 내구성의 검증, 미상용화 등을 극복하기 위한 노력으로 모니터링을 통한 연료전지의 효율 분석과 내구성테스트상용화를 목표로 연구를 진행하고 자 하였다.

#### 2. 본 론

##### 2.1 연료전지의 개념

연료전지(fuel cell)는 연료가 가진 화학 에너지를 화학 반응에 의해 직접 전기에너지로 바꾸는 에너지 전환 장치이다.

연료전지의 구조는 전해질을 사이에 두고 두 전극이 샌드위치의 형태로 위치하며 두 전극을 통하여 수소이온과 산소이온이 지나가면서 전류를 발생시키고 부산물로서 열과 물을 생산한다. 연료전지에는 천연가스, 메탄올, 가솔린, 등의 다양한 연료가 사용되어질 수 있는데 연료개질기를 이용해 수소로 개질하여 사용한다. 단위전지의 전압을 보통 0.7V이며 이러한 단위전지를 여러 개를 직렬로 연결하면 연결된 수만큼 곱한 만

크의 전압이 얻어진다.<sup>1)</sup>

연료전지는 전해질의 종류에 따라 다양하게 구분되는데 본 논문에서는 고체고분자전해질 연료전지인 PEMFC에 관한 것으로 고분자 연료전지란 제조된 수소의 화학에너지를 전기화학반응에 의해 전기에너지로 직접 변환하는 발전장치에 관한 기술로서, 기존의 발전기술 보다 높은 발전 효율 그리고 공해 물질 배출을 줄이면서 전기와 열을 동시에 생산 가능하다. 크게 스택, 연료공급부, 전원처리부, 주변기기 등으로 구성된 연료전지는 기존의 에너지 변환 방식과는 달리 화학에너지를 전기에너지로 직접 변환함으로써 고효율, 고출력, 무공해 및 무소음의 특징을 갖는 열병합 발전 시스템이고, 공해물질의 배출이 없다는 점에서 환경친화적이라 할 수 있으며 그 중요성이 점점 커지고 있다.

##### 2.2 동신대학교 1kW PEMFC 실증 연구 시스템

그림 2는 동신대학교 중앙도서관 내에 설치된 1kW급 PEMFC 시스템의 설치 사진이다. 스택, 개질기, BOP로 구성된 시스템 부와 연료전지 내부 온도를 낮추는 냉각수 역할 및 순환탱크 역할을 하는 온수탱크, 시스템 출력 및 온도 등 발전 시설 내·외부 환경 계측을 위한 모니터링 시스템으로 구성되어 있다. 설치된 시스템의 세부 사양은 표 1과 같다.



<그림 2> 동신대 11W급 연료전지 실증설치사진

<표 1> 시스템 Spec.

항목	세부사항
발전효율(LHV)	30%이상(정격효율 70이상)
발전시간	3,000kWh 이상/년(성공요건)
출력	AC 1kW급, 60Hz,220V
한계효율	24%
연료	천연가스
연료유량	4.4L - 4.8L/min
출력	1kW(그리드 연계형,220VAC)
Start up time	1hr 이내(정지시 2hr이내)
Cogeneration	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Heat recovery :55~68℃</li> <li>• 온수유량 : 0~1.8LPM</li> </ul>

### 3. 모니터링 시스템의 구성과 측정

본 논문에서 구축된 모니터링 시스템은 두 대의 측정 시스템을 통해 모니터링되며 평가/측정, 저장되는 파라미터는 표 2와 같다.

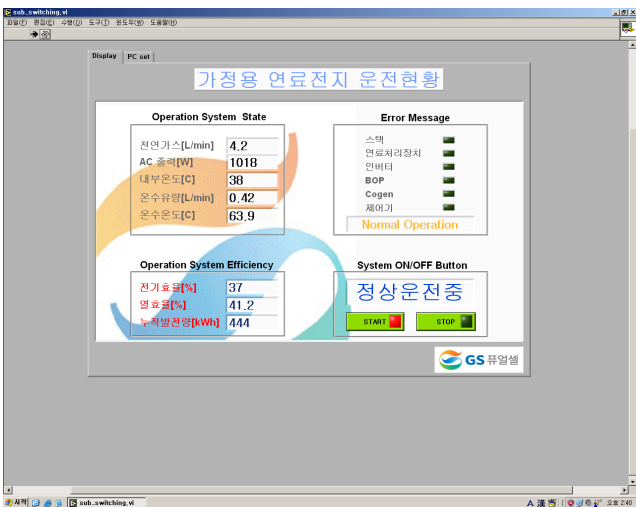
〈표 2〉 측정/저장/표시되는 모니터링 파라미터

항목	단위
전기효율	%
열효율	%
전체효율	%
누적 발전량	MWh
연료공급량(천연가스)	LPM
기동/정지 시험(WSS)	기동/정지 가능(WSS)
연속운전시험	연속운전 가능
전기출력시험	V, I, W, Hz, THD
온수 유량	LPM
온수 온도 시험	oC
비상 정지	비상정지 이력
배가스 분석	NOx, SOx, CO, CO2
소음 분석	dB

그림 3과 그림 4는 실증 시스템의 두 가지 모니터링 메인화면을 나타내고 있으며 각각 가스의 유량, 전체 출력, 누적 발전량, 온도, 운전상태, 시스템 운전효율 등을 측정 저장할 수 있도록 되어 있다.

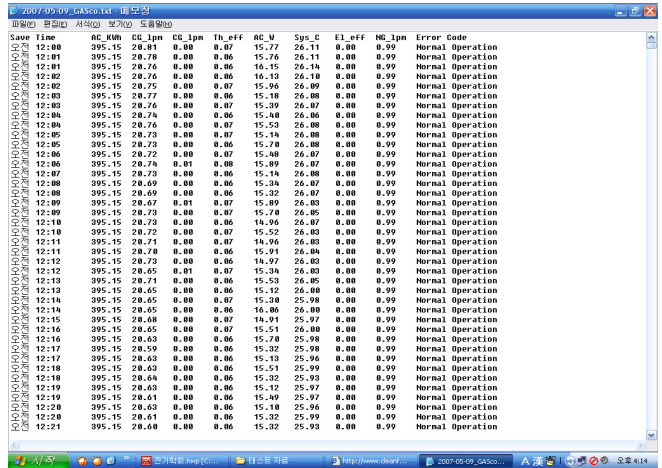


〈그림 3〉 모니터링 메인화면 1



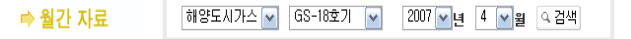
〈그림 4〉 모니터링 메인화면 2

그림 5는 측정된 데이터가 PC에 저장되는 파일들을 나타낸 것으로 정해진 시간대별로 텍스트 파일 형식으로 저장되어 일별, 주별, 월별, 년간 데이터 분석이 가능하며 이를 통해 발전 시스템의 특성 분석이 가능하다.



〈그림 5〉 측정된 데이터의 저장

그림 6은 인터넷을 통해 확인할 수 있는 실증 시스템의 모니터링 화면이다. 월간 발전량, 효율, 실시간 운전현황 등을 확인할 수 있도록 되어 있다.



2007년 4월 해양도시가스(GS-18호기)

일시	전기효율 (%)	AC 출력 (W)	LNG소모량 (L/min)	내부 온도 (°C)	에러 상태				
					스택	인버터	BOP	Cogen	제어기
2007-04-10	30.3	943.5	4.9	23.1	0	0	0	0	0
2007-04-16	35.7	1,020.6	4.4	29.1	0	0	0	0	0
2007-04-17	36.5	1,033.2	4.3	31.2	0	0	0	0	0
2007-04-18	36.8	1,037.1	4.3	33.1	0	0	0	0	0
2007-04-19	36.9	1,033.6	4.3	34.1	0	0	0	0	0
2007-04-20	36.8	1,030.3	4.3	35.1	0	0	0	0	0
2007-04-21	36.6	1,025.0	4.3	35.9	0	0	0	0	0
2007-04-23	37.1	1,035.9	4.3	35.5	0	0	0	0	0
2007-04-24	37.0	1,031.2	4.3	35.6	0	0	0	0	0
2007-04-25	36.8	1,026.7	4.3	36.1	0	0	0	0	0
2007-04-26	36.7	1,025.2	4.3	36.4	0	0	0	0	0
2007-04-27	36.8	1,023.8	4.2	36.8	0	0	0	0	0
2007-04-28	36.8	1,023.9	4.2	36.1	0	0	0	0	0
2007-04-29	36.7	1,022.9	4.2	35.9	0	0	0	0	0
2007-04-30	36.7	1,021.4	4.2	36.0	0	0	0	0	0

〈그림 6〉 인터넷 모니터링 화면

### 3. 결론

본 모니터링 시스템은 아직 초기 연구 단계로서 가정용 1kW급 연료전지를 모니터링 하여 향후 상업화를 위한 단점을 보완하고 기술적 능력향상과 가격다운을 위한 연구의 일환으로 수행된 것이며 데이터 계속 및 평가 (발전량, 연료 공급량, 열 회수량, 발전시간, 고장내용, 에너지 절감효과 분석)가 이루어 질 것이다 또한 보완적으로 기반조성을 위해 운전자료 수집, 분석, 교육, 상업화 방안확보를 위한 시스템 평가 장비 제작 및 설치와 중앙모니터링 시스템 구축 등이 성공적으로 이루어질 경우 시스템 성능 향상 및 가격 저감 방안 도출, 부품 표준화 기반 조성, 시스템 운영기술 확보, 실증 데이터 연구개발 feedback을 통한 성과를 낼 수 있을 것 이며 아울러 연료전지 보급을 위한 시너지 효과 또한 기대 할 수 있을 것이다

### [참고 문헌]

- [1] Chang Soo Kim, "Recent R & D Status of Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell", 한국고분자학회, 15, Startpage 550, Endpage 561, Totalpage 12, 2004
- [2] 김창수, "주택용 5kW급 고분자 연료전지 시스템 실용화개발", 한국에너지기술연구원, 1999해양도시가스, "가정용 연료전지 모니터링 사업", 2007