

# 1KW 고분자 연료전지의 열병합 발전 시스템 특성

\*최홍준, \*\*박세준, \*\*하민호, \*차인수, \*\*\*윤형상, \*\*\*윤정필  
\*동신대학교 수소에너지학과, \*\*동신대학교 전기전자공학부, \*\*\*(주)퓨전정보기술

## The characteristic of operating the cogeneration system of 1kW PEMFC

h.j.Choi, s.j.Park, m.h.Ha, i.s.Cha, h.s.Yoon, j.p.Yoon

\*dongshin university Dept Hydrogen energy, \*\*Dept Electric engineering, \*\*\*Fusion Information Technology CO.Ltd

### ABSTRACT

본 연구는 가정용 연료전지 모니터링 사업을 통한 실증화 연구로써, 연료전지의 실용성에 대한 가치를 평가하고 실용화를 앞당기고자 하는데 목적을 두고 있다.

가정용 고분자 전해질 연료전지는 화학에너지를 전기에너지로 직접 변환함으로써 시스템 전체 효율이 80%이상의 고효율이고 환경 친화적이라는 점과, 연료전지 시스템의 운전 시 발생하는 폐열을 회수하여 급탕 및 난방용으로 활용함으로써 효율을 배가 시킬 수 있다는 장점 또 쉽게 구할 수 있는 LPG, LNG를 연료로 한다는 점을 특징으로 한다. 본 연구는 1kW 가정용 연료전지를 직접 구동하고 모니터링 함으로써 발생하는 문제점과 열병합 발전 시스템에 대한 연구를 진행하였다.<sup>[1]</sup>

### 1. 서론

최근 에너지에 대한 문제가 심화되면서 가장 활발히 연구되고 있는 연료전지는 화학에너지를 전기 에너지로 직접 변환하는 장치이다. 그중에서 상용화가 가장 가까운 것은 고분자 연료전지 즉 PEMFC 이다.

본 연구는 가정용 고분자 전해질 연료전지 열병합 시스템에 대한 모니터링과 그 모니터링을 통해 나온 데이터 값으로 연료전지에 대한 효율성에 대해 따져 보고자 한다.

가정용 연료전지의 실용기술은 석유에너지로 집중된 한국의 에너지원 구조에서 수소를 활용할 수 있는 포문을 열게 될 것이다. 또한 날로 늘어만 가는 가정의 전력 요금에 대한 부담을 경감할 수 있으며, 장차 다가올 선진국들의 환경 장벽과 신재생에너지 시장을 잠식 당하지 않고 우리가 선점하는 역할을 담당하게 될 것이다.

가정용 연료전지는 일반사람들이 쉽게 보일러나 전자 제품과 같이 사용할수 있어야 한다. 그러므로 설치가 용이 하고 배기 가스와 소음이 적어야 하고 사람들에게 해롭지 않아야 하며 운전 및 보수가 쉽고 가장 안전해야 한다는 조건이 성립해야 한다. 가정용 연료전지의 장점으로는 낮은 운영비와 높은 에너지 효율과 송배전 선로가 필요치 않다는 점 환경친화적, 발전 과정에서 발생하는 잉여분의 열은 저장 후 온수나 주택난방에 이용할 수 있으므로 시스템 전체적으로는 기존의 발전 방식에 비해 획기적으로 높은 에너지 효율을 가지게 된다.

가정용 연료전지의 장점으로는 유지보수가 용이하며 소형이

므로 설치가 용이하고 장소 선정이 쉽다. 또한 환경에 미치는 영향이 적어 친환경적이며 송배전 선로가 필요치않고 낮은 운영비와 높은 에너지 효율로 전기료가 절감된다. 또한 가장 큰 특징이라 할 수 있는 것은 남는 열을 온수나 난방에 사용할수 있다는 점이다.<sup>[1]-[4]</sup>

본 연구는 한국가스공사에서 운영하고 있는 1kW 가정용 연료전지 모니터링 사업을 바탕으로 연구를 진행하였으며 동신대학교 도서관에 설치되어 있는 연료전지를 직접 운행한 데이터와 파라미터를 토대로 한 연구이다.

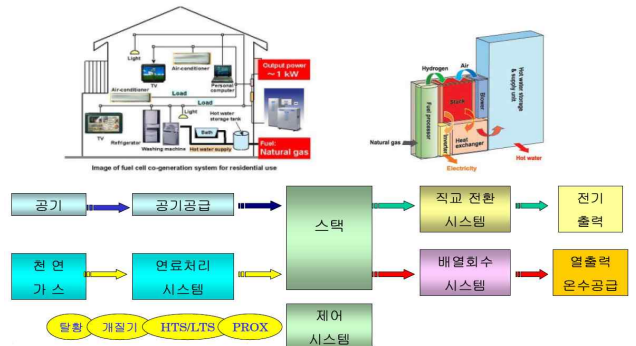


그림 1 가정용 연료전지 시스템 개요

### 2. 본론

#### 2-1 시스템 구성

해양도시가스와 함께 참여 하고있는 모니터링 사업은 다음과 같이 구성되어진다.



그림 2 동신대학교 중앙도서관의 연료전지 구성

그림 2는 1KW 가정용 연료전지로서 크게 2대의 계측장비와 스택, 게질기, 인버터, BOP, 열교환기로 구성되어진 연료전지 시스템과 200L의 온수를 저장할 수 있는 온수통으로 구성되어진다.

<표.1> 가정용 연료전지의 시스템 특성

연료	천연가스
연료유량	4.4L~4.8L/min
출력	1kW(그리드 연계형,220VAC)
효율	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Electrical :30~35%</li> <li>•Thermal : 38~45%</li> <li>•Overall : 68~80%</li> </ul>
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>
구성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 스택 : 국내</li> <li>• 연료처리장치 : 국외</li> <li>• 시스템 : 국내</li> </ul>

## 2-2 시스템 데이터 특성

동신대학교는 2007년 4월부터 시범 운영을 시행하였다. 그 결과 시스템 초기에 가정용 연료전지의 효율은 전기효율 35% 이상, 열효율 40%이상 전체적으로는 70~80의 높은 효율을 갖는 것이 증명되었다.

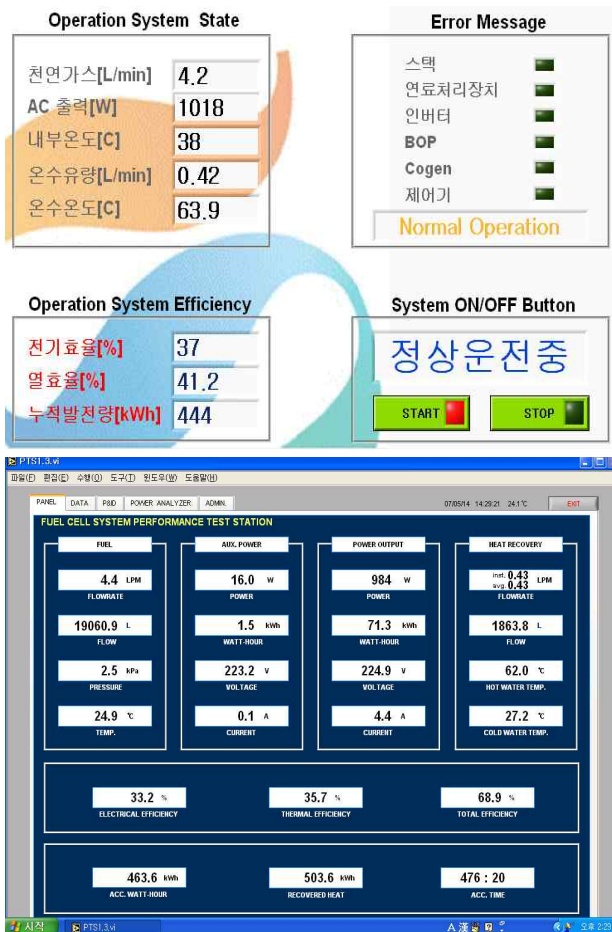


그림 3 모니터링 화면

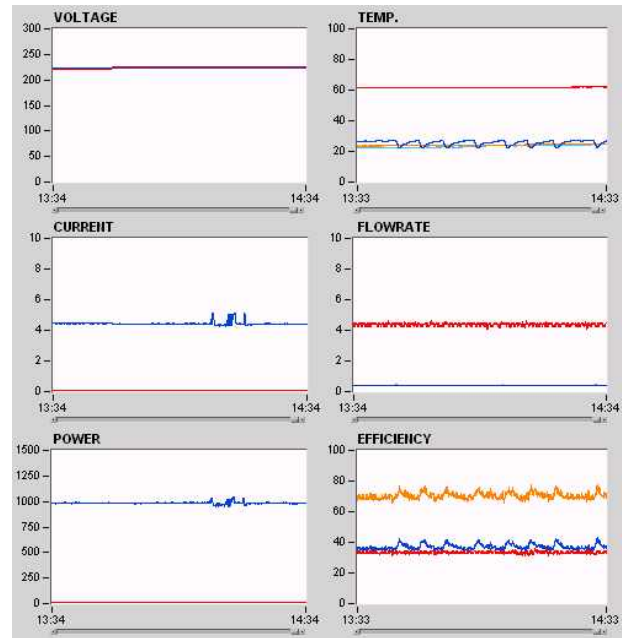


그림 4 항목별 출력 데이터

## 2-3 시간의 흐름에 따른 효율 특성

1kW 가정용 연료전지의 내구성 평가의 1차적인 목표는 3000시간의 구동에 있다. 현재 동신대학교 연료전지 시스템은 2500이간 이상 운영을 하고 있다.

장시간 운영을 통하여 연구된 결과 연료전지를 장시간 운영할 경우 현재 구동되고 있는 장치는 효율이 크게 떨어지는 것으로 나타났다. 초기 구동시 37%의 높은 전기적 효율과 열효율 40이상의 효율을 나타내던 1KW 가정용 연료전지는 2000시간 이상 2500시간을 넘기면서 전기적 효율이 급격히 떨어지는 것을 알 수가 있었다.

표 2 5월 연료전지 구동 데이터

일시	전기효율 (%)	AC출력 (W)	LNG소모량 (L/min)	내부온도 (°C)
2007-05-01	36,8	1,027,1	4,3	35,3
2007-05-02	37,0	1,027,7	4,2	36,5
2007-05-03	36,9	1,024,8	4,2	36,5
2007-05-10	36,9	1,031,0	4,3	35,1
2007-05-11	37,1	1,032,1	4,2	36,5
2007-05-12	37,1	1,029,6	4,2	37,4
2007-05-13	37,0	1,026,5	4,2	37,0
2007-05-16	36,6	1,019,0	4,2	38,6
2007-05-17	36,5	1,019,7	4,3	37,9
2007-05-23	36,6	1,022,8	4,3	38,3
2007-05-24	36,3	1,015,0	4,3	39,5
2007-05-31	34,2	1,001,1	4,5	40,3

표 3 10월 연료전지 구동 데이터

일시	전기효율 (%)	AC출력 (W)	LNG소모량 (L/min)	내부온도 (°C)
2007-10-01	25,3	870,3	5,2	37,7
2007-10-08	24,0	858,9	5,4	36,0
2007-10-09	23,9	856,6	5,5	35,7
2007-10-10	23,8	851,4	5,5	35,9
2007-10-11	23,7	844,9	5,5	36,7
2007-10-12	23,4	835,7	5,4	37,2
2007-10-13	23,1	828,5	5,5	37,3
2007-10-14	22,8	822,6	5,5	36,1

표 2와 표 3은 각각 5월과 10월의 연료전지 구동 데이터를 보여준다. 표 2는 연료전지 초기 구동 5월 데이터로써 전기적인 효율과 출력 연료 소모량 등에서 10월과 현격한 차이가 나는 것을 한눈에 알 수 있다.

물론 연료전지의 구동 조건은 실내에서 이루어지며 온도, 습도 등 외부 조건은 항상 같은 조건에서 운전되어진다.

### 2-3.1 결과 및 고찰

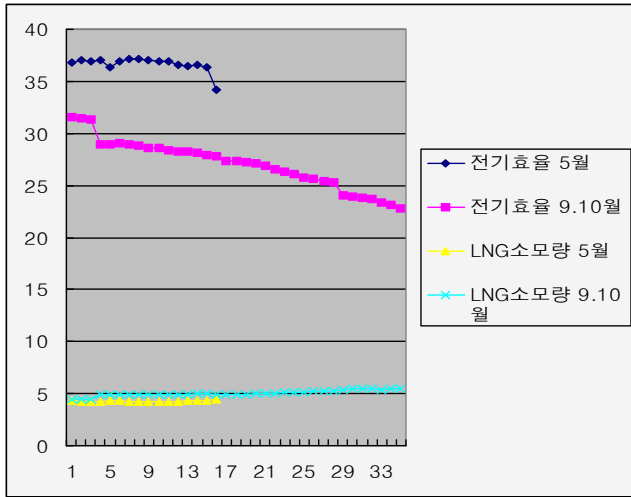


그림 5 전기효율과 LNG소모량 비교 그래프

위의 그래프와 표 2, 3 을 보면 시스템 초기 때와 상당히 비교되는 것을 알 수 있다. 내구성의 목표치가 3000시간, 효율 30%의 목표치에 크게 미치지 못하는 것이다. 이 결과 값으로는 앞으로의 수소 연료전지 시대는 불투명하다고 볼 수 있다. 그래서 본 연구는 위의 문제점을 해소하기 위한 연구를 진행하고 있다. 여러 가지 데이터 값과 파라미터를 비교 분석하여 원인을 분석하고 또 다른 환경조건에서 운행되고 있는 가정용 연료전지도 열심히 연구 진행 중이다.

현재 연구는 진행 중이지만 몇 가지 분석된 원인으로는 첫째- Stack의 부식, 둘째- CO2에 의한 백금 촉매의 부식, 셋째- 기타 주변기기 즉BOP의 복합적인 문제가 제기 되고 있다.

### 3. 결론

본 연구의 초기 단계 과정에서는 단순히 모니터링을 만들 목적으로 두고 연구를 진행하였다. 하지만 현재 하고 있는 연구는 연료전지의 cost 다운과 실용화에 중점을 두고 연구를 진행하고 있다. 분명 연료전지의 연구는 기존의 화석연료와 비교하여 매우 뛰어난 성능을 가지고 있다고 판단된다. 하지만 우리나라는 에너지 선진국에 비해 3년에서 4년 정도 뒤쳐져 있고 연구도 많이 부족한 실정이다.

현재 본 연구를 통해 얻은 결과는 미흡하나, 연료전지의 원활한 구동을 위해서는 단순히 Stack에 대한 연구만 진행되어선 한계가 있다는 중간 결과를 얻었다. Stack이 연료전지의 40% 이상을 담당하고 매우 중요한 요소이긴 하지만 연료전지 분야에 대한 연구를 통해 단순한 시스템의 구성과 운전 보다는 시스템을 구성하고 있는 주변 요소(BOP)들에 대한 선행 연구가

수반되어야 한다는 것을 알게 되었다.

가정용 연료전지 실증화 사업이 끝나기 전까지 위에서 언급했던 문제들을 해결하도록 연구를 진행하도록 하겠다.

이 논문은 한국가스공사의 가정용 연료전지 모니터링 사업을 통해 연구가 진행되었음

### 참 고 문 헌

- [1] GS퓨얼셀주식회사, “가정용 연료전지 열병합 발전 시스템 개발” 참조
- [2] 김창수, “주택용 5kW급 고분자 연료전지 시스템 실용화개발”, 한국에너지기술연구원, 1999
- [3] 한국가스공사, “가정용 연료전지 시스템 교육자료”, 가정용 연료전지 시스템 모니터링 사업, 교육자료 참조, 2007
- [4] 해양도시가스, “가정용 연료전지 모니터링 사업”, 교육자료 참조, 2007한국가스공사,