

가정의 작은 발전소 연료전지

A small power plant in each household



글 | 申 台 燮
(Sin Tae Seob)

- 가스·공조냉동기계기술사
- 대한도시가스 과장

E-mail: exit2511@dgcg.co.kr

The fuel cell, a renewable energy facility, hasn't come into wide use to the public.

However, the usefulness of it is so high through Supply Business called Green Home, general auxiliary Supply Business, obligation to supply renewable energy for public organizations, Building Certification System and compulsory quota of using renewable energy to power generating businesses, etc.

Initial installation was supported by government and a local autonomous entities in case of home fuel cell. Cost-benefits of installing it in home are approximately from \$1,000 to \$2,500.

As Korea applies a progressive tax scheme in home electricity, energy costs are associated with electricity consumption. We should contemplate ways to make effective use of additional waste heat because technology of fuel cell is kind of a cogeneration.

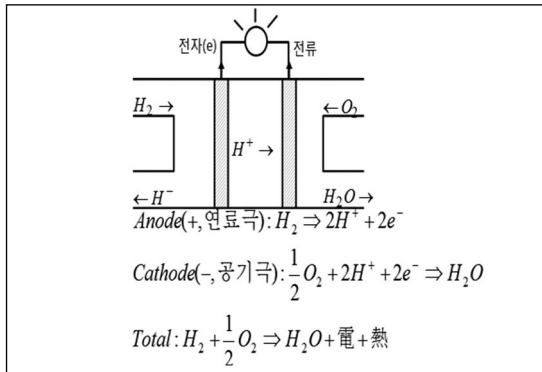
1. 연료전지 개요

대부분의 열병합 시스템은 1차 에너지를 투입하여 열에너지와 운동에너지를 만들고 최종적으로 전기에너지를 생산하는 것이다. 그러나, 연료전지는 수소(H₂)와 산소(O₂)의 전기화학 반응에 의해 전기와 열에너지를 생산하는 열병합시스템으로 에너지의 변환단계가 비교적 적다는 것이 기존 열병합발전시스템과 가장 다른 점이다.

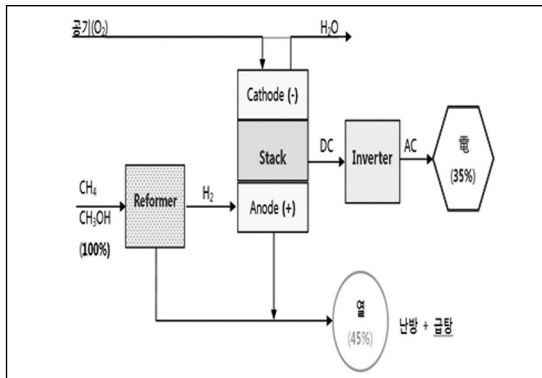
1.1. 연료전지 원리

연료극(Anode)에 공급된 수소는 수소이온과 전자로 분리되고 수소이온은 전해질층을 통해 공기극(Cathode)으로 이동하게 된다.

전자는 외부회로를 통해 공기극으로 이동하며, 공기극(음극)에서 산소이온과 수소이온이 만나 반응생성물(물)을 생성하게 된다.



<그림 1> 연료전지 발전원리



<그림 2> 연료전지 시스템 구성

1.2. 연료전지의 종류

연료전지는 전해질의 종류에 따라 구분되는 것이 일반적인데, 전해질의 종류에 따라 연료전지의 성능과 운전환경이 달라진다. 따라서, 전해질 종류별로 분류된 연료전지에 따라 적용분야도 다르지만 절대적인 경계가 있는 것은 아니다.

<표 1> 주요 연료전지 종류

구분	직접메탄올 (DMFC)	고분자전해질형 (PEMFC)	고체산화물형 (SOFC)	용융탄산염형 (MCFC)
전해질	이온교환막 (Nafion)	이온교환막 (Nafion)	질코니아 (ZrO ₂ +Y ₂ O ₃)	탄산염 (Li ₂ CO ₃ + K ₂ CO ₃)
동작온도 (효율)	상온~100°C (20~30%)	상온~80°C (40~50%)	약 650°C (50~60%)	600~1000°C (45~60%)
용량 (용도)	수백W (휴대용)	수kW (가정용)	수십kW (수송용)	수백kW이상 (발전용)

[참고]

DMFC : Direct Methanol Fuel Cell

PEMFC : Proton-Exchange Membrane Fuel Cell (또는 Polymer Electrolyte Membrane FC)

SOFC : Solid Oxide Fuel Cell

MCFC : Molten Carbonate Fuel Cell

1.3. 가정용 연료전지 모니터링 사업

가정용 연료전지 내구성 확보 및 초기시장 형성을 위하여 2006년 8월부터 “가정용 연료전지 모니터링 사업”이 착수되었으며, 이 사업은 총 3차년도(각 차별 3년 기간)로 시행되었다.

가정용 연료전지 모니터링 사업대상 제품은 모두 고분자전해질형 연료전지(PEMFC) 타입이었으며, 퓨얼셀파워와 GS퓨얼셀 등 가정용

연료전지 제작업체의 제품이 총210기가 설치 운영되었다.

구분	1차년도	2차년도	3차년도
사업기간	2006.08~2009.07	2007.12~2010.11	2008.12~2011.11
보급규모	40기	70기	100기
기준가격 (억원)	1.3	1	0.8
국산화 비율(%)	55	70	80
운전목표 (kWh)	3,000	5,000	10,000
운전방식	1kW 정격 운전	500W, 750W, 1kW 부분 부하 운전	2차년도와 동일

2. 연료전지 설치기준

2.1. 가스관계법규상 설치기준 (KGS FU551(도시가스 사용시설의 시설·기술·검사 기준))

2.1.2 연료전지 설치<신설 10.06.25>

연료전지는 목욕탕이나 환기가 잘되지 아니하는 곳에 설치하지 아니하고 다음기준에 따라 설치한다.

2.1.2.1 적용범위

연료전지의 설치에 대하여 적용한다. 다만 가스소비량이 232.6kW(20만kcal/h)를 초과하는 연료전지는 제외한다.

2.1.2.2 연료전지 공통 설치기준

연료전지 종류와 관계없이 적용되는 공통 설치기준은 다음과 같다.

2.1.2.2.1 연료전지는 연료전지실(연료전지 설치장소 안의 가스가 거실로 들어가지 아니하

는 구조로서 연료전지 설치장소와 거실 사이의 경계벽은 출입구를 제외하고는 내화구조의 벽으로 한 것을 말한다)에 설치한다. 다만, 각각의 경우에는 연료전지실에 설치하지 아니할 수 있다.

(1) 밀폐식 연료전지

(2) 연료전지를 옥외에 설치한 경우

2.1.2.2.2 밀폐식 연료전지는 방, 거실 그 밖에 사람이 거처하는 곳과 목욕탕, 샤워장 그 밖에 환기가 잘되지 않아 연료전지의 배기가스가 누출되는 경우 사람이 질식할 우려가 있는 곳에는 설치하지 아니한다.

2.1.2.2.3 연료전지실에는 부압(대기압보다 낮은 압력을 말한다) 형성의 원인이 되는 환기팬을 설치하지 아니한다.

2.1.2.2.4 연료전지실에는 사람이 거주하는 거실·주방 등과 통기될 수 있는 가스렌지 배기덕트(후드)등을 설치하지 아니한다.

2.1.2.2.5 연료전지를 설치하는 주위는 가연성 물질 또는 인화성 물질을 저장·취급하는 장소가 아니어야 하며, 조작·연소·확인 및 점검수리에 필요한 간격을 두어 설치한다.

2.1.2.2.6 연료전지를 옥외에 설치할 때는 눈·비·바람 등에 의하여 연소에 지장이 없도록 보호조치를 강구한다. 다만, 옥외형 연료전지는 보호조치를 하지 아니할 수 있다.

2.1.2.2.7 물이 침입하거나 침투할 우려가 없는 위치에 설치한다.

2.1.2.2.8 연료전지 및 구성부품은 출입구의 개폐 및 사람의 움직임에 방해가 되지 않도록 설치해야 한다.

2.1.2.2.9 바닥 설치형 연료전지는 그 하중에

충분히 견디는 구조의 평평한 바닥면 위에 설치하고, 벽걸이형 연료전지는 그 하중에 충분히 견디는 구조의 벽면에 견고하게 설치한다.

2.1.2.2.10 연료전지 및 구성부품은 쉽게 탈착되지 않는 구조로 하며, 움직이지 않도록 고정 부착한다.

2.1.2.2.11 지진과 그 외의 진동 또는 충격(이하 지진 등이라고 한다.)에 의해 쉽게 전도하거나 균열 또는 파손을 일으키지 않으며, 그 배선 및 배관 등의 접속부가 쉽게 풀리지 않는 구조로 한다.

2.1.2.2.12 연료전지는 지하실 또는 반지하실에 설치하지 아니한다. 다만, 밀폐식 연료전지 및 급배기시설을 갖춘 연료전지실에 설치된 반밀폐식 연료전지의 경우에는 지하실 또는 반지하실에 설치할 수 있다.

2.1.2.2.13 배기통의 재료는 스테인리스강판 또는 배기가스 및 응축수에 내열·내식성이 있는 것으로서 배기통은 한국가스안전공사 또는 공인시험기관의 성능인증을 받은 것으로 한다. (이하생략)

2.2. 에너지관리공단 설치기준

가. 설치위치

- 1) 통풍이 잘 되는 장소에 설치하여야 하며 실내에 설치할 경우에는 환풍기를 설치하여야 한다.
- 2) 설치할 주위의 벽 등이 화재에 안전한 장소인지, 가연성물질 존재여부를 확인해야 하며 안전거리를 충분히 확보할 수 있는 곳에 설치하여야 한다.

나. 재료 및 구조

- 1) 구조물은 내연성, 내풍성, 내산성에 견딜 수 있도록 설치하여야 하며 사람이 접할 우려가 있고 감전, 상해 등의 우려가 있는 가동부분은 안전장치(보호망 등)를 설치하여야 한다.
- 2) 구조물의 재질은 내식성 또는 코팅재를 사용하여야 한다. 단, 석면이 포함된 재료를 사용해서는 안된다.
- 3) 전기 절연물 및 단열재는 최대사용온도에 충분히 견디고 흡습성이 적은 것을 사용하여야 한다.
- 4) 도전재료는 동, 동합금, 스테인리스강 또는 동등이상의 것을 사용하여야 한다. 단, 탄성이 필요한 부분 및 적용이 불가능한 부분은 제한하지 않는다.
- 5) 연소 배기가스가 통과하는 부분은 불연 재료를 사용하여야 한다. 단, 패킹류, 실크 등의 기밀유지가 필요한 부분은 제한하지 않는다.

다. 연료전지시스템

- 1) 내식성과 전기 안정성을 갖고 있어야 하며 압력, 진동, 열 등에 의해 생기는 응력에 충분히 견디는 구조이어야 한다.
- 2) 연료가스 및 개질가스가 통과하는 부분은 불연재를 사용하여야 한다. 단, 패킹류와 실크 등의 기밀유지가 필요한 부분은 제한하지 않는다.
- 3) 센터에서 인증한 인증제품을 설치하여야 하며 해당용량이 없어 인증을 받지 않은 제품을 설치할 경우에는 신·재생에너지 설비 인증에 관한 규정 상의 효율시험 및 보호기능시험이 포함된 시험성적서를 제출하여야 한다. 기타 인증대상설비가 아닌

경우에는 제39조의 분야별위원회의 심의를 거쳐 신재생에너지센터소장이 인정하는 경우 사용할 수 있다. (이하생략)

3. 연료전지 도입

2010년 그린홈 보급사업 대상에 연료전지가 포함되면서 민간에게 보급되기 시작하였다.

작년 보급추정단가는 6,000만원/기 정도이며, 정부지원금은 80% 이내(최대)로 지원이 되었다. 물론, 서울시를 비롯한 일부 지방자치단체에서도 10% 이내의 범위에서 지원을 함으로써 민간에게 연료전지가 보급되는 것에 일조를 하였다.



〈그림 3〉 연료전지 설치사진(2010년 그린홈 사업)

2010년에는 전국적으로 약200여기의 가정용 연료전지가 일반 가정에 보급되었으며, 송파구, 은평구, 춘천시 등의 그린빌리지를 중심으로 설치되었다.

3.1. 그린빌리지 사업

그린홈 100만호 보급사업을 통하여 연료전지를 도입하기 위하여는 지방자치단체로부터 그린빌리지 신청이 있어야 하며, 그린빌리지 선정결과는 에너지관리공단 신재생에너지센터에서 발표하게 된다.

2011년에는 그린빌리지로 선정된 아래의 지역을 중심으로 연료전지가 보급될 것으로 예상된다.

〈표 2〉 2011년 그린홈 그린빌리지 선정현황 (연료전지 분야)

서울 (강남/서초/강동)	경기 (성남)	광주	전남	부산	계
63	30	30	42	20	185

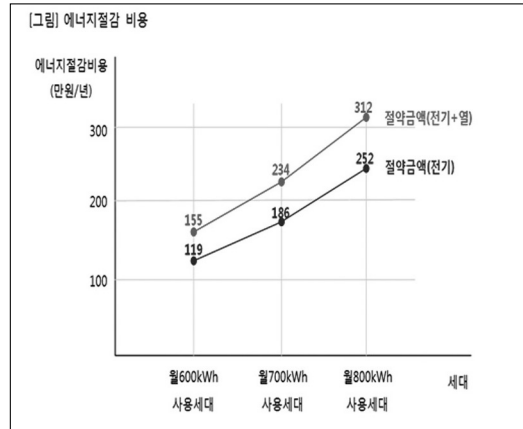
아울러, 그린홈(그린빌리지 포함) 100만호 사업을 이용하여 연료전지를 도입하고자 한다면 신재생에너지센터에서 선정한 참여시공업체를 통하여 설치를 하여야만 한다.

※ 2011년 연료전지 참여시공업체 : 퓨얼셀 파워, GS퓨얼셀, 효성, 대한도시가스, 예스코, 삼천리, 대구도시가스, 해양도시가스 (8개 업체)

3.2. 도입 경제성

각 가정마다 에너지(전기 및 가스)를 사용하는 형태와 양은 각기 다르므로 에너지절감비용을 추산하는 것은 어려운 일이다.

그러나, 연료전지의 가격 등을 감안해 볼 때 전기사용량이 일정 수준 이상(약550kWh/월)인 주택에 설치되어야 사용자가 절감비용을 체감할 수 있을 것으로 판단된다.



〈그림 4〉 에너지절감 비용

위 그림에서 보는 바와 같이 전기사용량이 많은 가정일수록, 열 이용율이 높은 가정일수록 에너지절감비용은 커지게 된다.

※ 분석기준

- 전기요금은 주택용(저압), 가스요금은 CHP용(공동주택) 적용
- 연료전지의 발전효율은 35%(종합효율 80%) 적용
- 월 300kWh는 한전전력 사용, 월 300kWh 초과분은 연료전지 발전전기 사용

4. 결론

일본의 대지진참사에서 보았듯이 집중화된 핵발전소의 위험성과 공포감은 대부분의 사람들이 느꼈을 것이다. 이에 따른 분산형 전원의 보급 특히, 신재생에너지를 통한 발전의 필요성은 충분히 설명 되었으리라 생각한다.

정부의 지속적인 신재생에너지 보급지원 정책과 기업들의 기술개발에서 이 문제에 대한 해답을 찾을 수 있을 것으로 기대한다.

〈원고접수일 2011년 4월 15일(금)〉