

# GHP 시스템 특징과 제품 개발 수준

- 김 종 톨 / (주)에프티이앤이 기술연구소, jrkim@ftene.com
- 박 태 영 / (주)에프티이앤이 공조사업부, typ@ftene.com

일본의 S사 제품을 기준으로 GHP시스템의 특징과 현재까지 개발된 성능 수준을 소개하려고 한다.

생활수준 향상과 다양한 목적의 공간 건축이 필요하게 됨에 따라 이를 만족시키기 위한 다양한 종류의 공조시스템이 진보를 거듭하면서 필요에 대한 요구를 만족시켜오고 있다. 본고에서는 냉방과 난방을 모두 수행 가능한 열원기기로 최근 인기를 얻고 있는 GHP시스템에 대하여 소개하려고 한다. GHP의 국내 보급기간이 경과함에 따라 이제는 국내 기술 수준도 높아졌음에도 불구하고 외국의 S사 제품을 기준으로 GHP시스템을 소개하는 것에 대한 오해는 없었으면 한다.

## GHP의 일반적 특징

### GHP란?

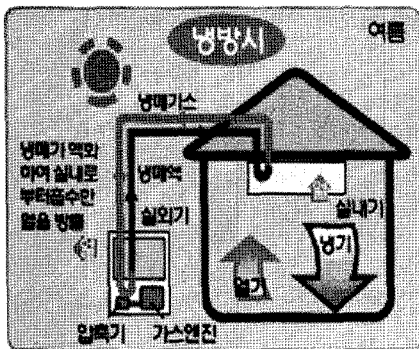
GHP(Gas Engine Driven Heat Pump)시스템은 LNG나 LPG를 주연료로 사용하여 엔진을 구동시켜 나오는 회전력으로 압축기를 구동시켜 냉난방을 수행하는 기기를 일컫는 것으로 전기구동모터로

압축기 구동하는 EHP(Electric Heat Pump) 시스템과 구동원을 제외하면 대부분이 유사하지만 특히 난방시 외기 -10℃ 이하 조건에서 EHP보다 높은 효율 발휘가 가능한 시스템이다.

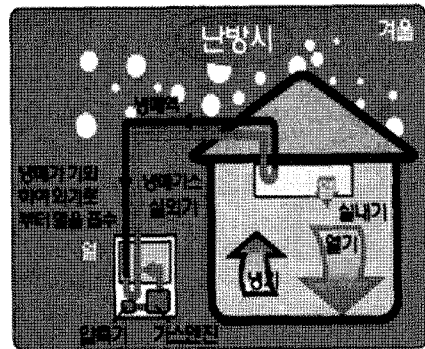
### GHP시스템의 작동원리

그림 1에 나타난 것과 같이 냉방시에는 상온에서도 증발이 일어날 수 있도록 압력이 낮아진 냉매(기체와 액체 혼합상태)를 실내에 설치된 실내기로 이송시키고 실내공기가 실내기로 순환하면서 냉매의 증발에 의해 실내에서 발생하는 열을 흡수(증발 잠열)하며 증기가 된 냉매는 하계의 대기온도(약 33 ~ 38℃)에서 액화가 가능하도록 압축기에 의해 압축되어 실외기에서 응축되면서 열을 방출(응축잠열)하게 된다. 이때 방출되는 열은 실내에서 흡수한 열과 압축기가 냉매를 압축하는 과정에서 소비된 일이 열량으로 환산된 것의 합이 되며, 응축열량이라고 통칭된다.

다음으로 난방시에는 실내에 열을 공급하도록 시스템이 작동하므로 냉매의 상태가 기체에서 액체, 액체에서 기체로 변화하면서 열을 흡수하고 방출



[그림 1] 냉방운전



[그림 2] 난방운전

하는 과정은 앞에서 설명한 냉방과 동일하지만, 실내와 실외에 위치한 각 구성요소의 역할은 달라지게 되어 냉방시는 실내에서 열을 흡수하고, 난방시는 실내에서 열을 방출하게 되며 이과정은 그림 2에 나타난 것과 같다.

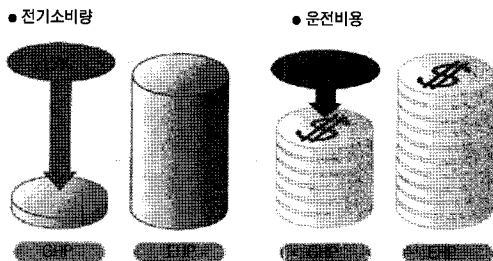
이상과 같은 작용을 통하여 자연법칙에서 열은 온도가 높은 곳에서 낮은 곳으로 이동하지만, 앞에서 설명한 시스템은 열이 온도가 낮은 곳에서 온도가 높은 곳으로 이동하는 것이 가능하도록 하므로 이와 같은 작용을 하는 시스템을 통칭하여 히트펌프(열펌프)라고 하며 이는 물펌프가 위치가 낮은 곳의 물을 높은 곳으로 이동시키는 것에 비유되므로 붙여진 이름이다.

**GHP의 필요성**

현재의 가용한 에너지원 중 LNG의 사용현황을 살펴보면 겨울철에는 난방용 연료로 사용되고 있어 그 수요가 급증하는 반면 여름철에는 수요가 격감하므로 연간 소비량의 편차가 매우 큰 에너지원 중의 하나이다. 우리나라의 경우 여름철은 더운 날

<표 1> GHP에서의 냉매 비교

	R410A	R - 22
냉매 구성	혼합	단일
오존층 파괴	0 %	5 %
누설시 대응	전량 교체	부분 보충 가능
냉매 가격	10,000 kg	5,000 kg
냉매 충전량(20 HP)	28 kg	27 kg
가스 소비량	3.39 Nm <sup>3</sup> /hr	4.33 Nm <sup>3</sup> /hr
비용 회수 기간	1일 8시간 운전시 약 40일	



[그림 3] 전기소비량 및 운전비용 비교

씨와 높은 습도로 인하여 에너지 소비가 많아 특히 전기 냉방기의 사용량이 급증하면서 피크전력이 증가하게 되는 구조이다. 따라서 사용에너지원의 분산을 유도하고 천연가스의 계절별 수급균형 유지 및 상기 언급된 피크전력 문제를 해소하기 위하여 LNG를 이용한 냉난방의 필요성이 크게 부각되고 있으며 이를 만족시킬 수 있는 시스템 중 대표적인 것이 GHP이다.

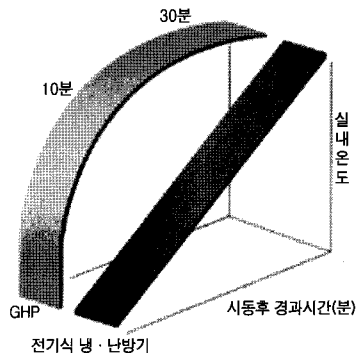
**GHP시스템의 장점**

• 환경적 측면

현재 GHP는 친환경 냉매(R410A)를 사용하므로 CO<sub>2</sub> 및 NOx 배출량 삭감 오존 파괴지수를 0를 실현할 수 있다. R410A는 잘 알려진 바와 같이 R32와 R125의 혼합냉매로 염소를 포함하지 않아 환경적이며, 독성이나 가연성이 적어 안정적인 특징이 있고 표 1에는 GHP에 R407C와 R22냉매 사용을 비교하여 나타내었으며, R22와 비교시 냉매 가격과 충전량 등 불리한 요소가 많이 있으나 1일 8시간 운전할 경우 40일 운전으로 비용 회수가 가능한 것으로 나타났다.

• 경제적 측면

GHP시스템은 전력을 사용하지 않으므로 통상적으로 다음 그림 3, 4에 나타난 것과 같이 수·변전 용량 축소가 가능하며 이를 전기식과 비교할 경우 수전용량을 약 85 ~ 90%까지 줄일 수 있고 전기 소비량이 EHP대비 약 15% 수준이며 운전비용은



[그림 4] 설정온도 도달 시간



약 60% 수준이다. 또한 설정온도 도달시간이 비교적 빠르고 건축비 및 설치비의 10 ~ 15% 절감이 가능하며 부차적으로 건축기간 단축의 이점이 있다. 설치 후 유지보수비용은 중앙식 공조방식 대비 약 50%의 비용 절감이 가능하다.

• 설치 및 부하대응 측면

GHP시스템은 다양한 설치조건을 만족시킬 수 있으며 가장 큰 장점은 실외기 1대로 최대 24대의 실내기를 가동할 수 있다. 또한 냉매배관길이는 170 m까지 연결이 가능하며 실외기 용량의 50 ~ 200% 설치 가능하다.

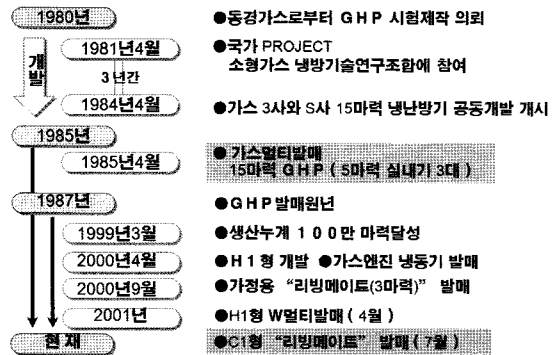
설치공간은 지하나 천정 등의 실내공간을 활용할 수 있어 건물의 미사용 공간(dead space)을 활용하기에 적합하며 실내 인테리어를 돋보이게 할 수도 있다.

• 설치 지원금

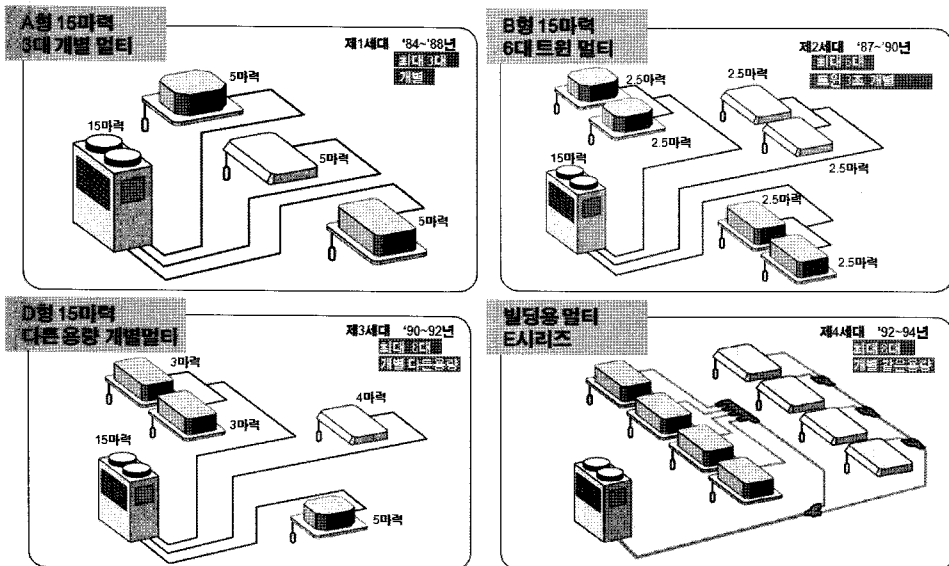
가스를 사용하는 GHP시스템은 실외기 1대당 무상지원금(50만원)을 받을 수 있고, 에너지합리화 자금 이용 시 전체금액의 약 45 ~ 50% 용자가 가능하며 당해년도 10%의 세제지원과 1 USRt당 1만원의 GHP시스템 설계장려금이 책정되어 있어 최대 500만원까지 수령이 가능하다.

GHP 개발 역사 및 기술개발 소개

일본에서의 GHP개발 역사는 그림 5에 나타난 것과 같이 산업 성장에 따른 전력수요 급증함에 따라 2차레의 오일쇼크 경험을 토대로 에너지의 다양화와 평준화에 대한 대책 마련이 필요하였으므로 1980년 가스를 이용한 냉방 및 난방이 가능한 GHP를 S사에 시험제작을 의뢰하면서 일본에서의 GHP 개발이 시작되었다. 1년 후인 1981년에는 3년간의 국가 프로젝트로 진행이 되어 1985년 15마



[그림 5] 일본 S사의 GHP 개발 역사



[그림 6] GHP 멀티시스템 기술 개발 과정 분류

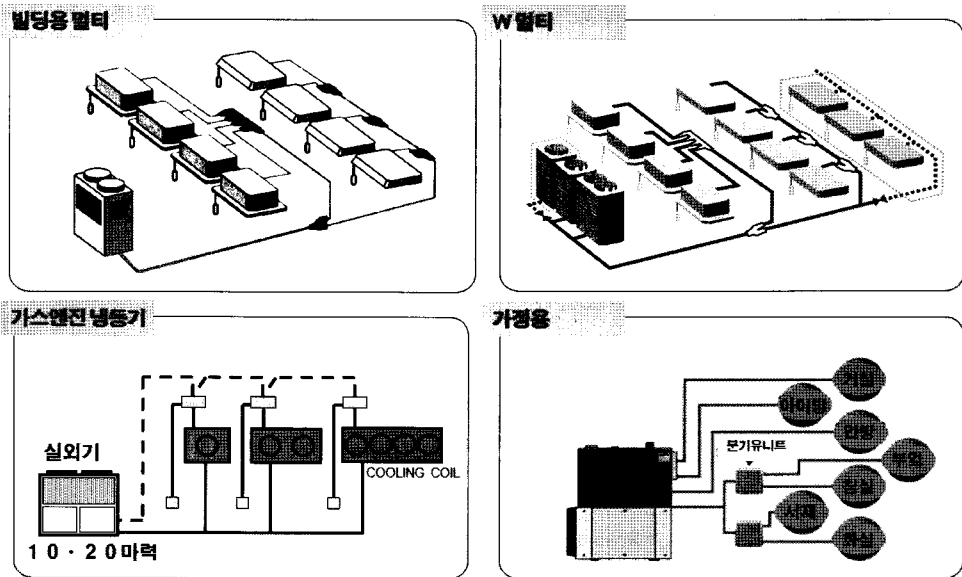
력급의 GHP시스템 개발에 성공하고 1987년 GHP 시스템 판매가 이루어졌다. 이후 약 10년간 누적 생산용량이 100만 마력을 달성하게 되었다. 이 기간 동안 지속적인 기술개발이 이루어졌으며 그림 6에는 멀티시스템에 대한 기술 개발 과정을 세대 별로 구분하여 예로 나타내었다. 또한 기술 개발이 진행됨에 따라 GHP의 제품군은 그림 7에 나타난 것과 같이 점차 다양한 응용이 가능하도록 개발되었으며, 2000년 이후는 8 ~ 25 HP 마력급의 모델이 세분화됨에 따라 사용공간의 크기에 맞는 적절한 용량 선정이 더욱 용이하게 되었다.

### 시스템별 특징

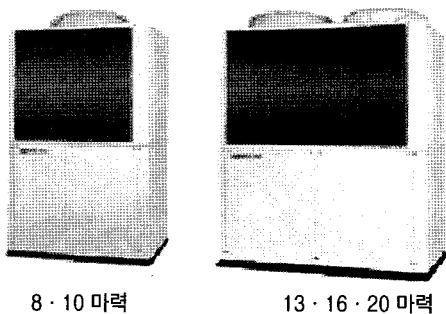
GHP시스템은 그림 7에 나타난 것과 같이 빌딩용멀티, W멀티, 가스엔진 냉동기 및 가정용 등의 제품군으로 분류된다.

#### 빌딩멀티시스템

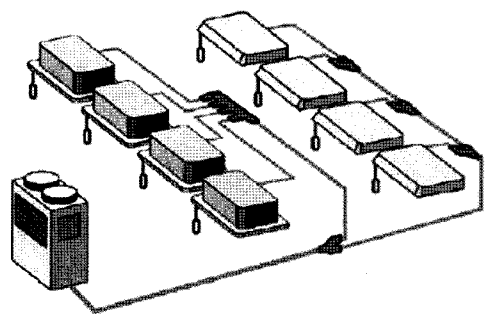
오피스 빌딩에서 상점까지 모든 공간에 유연하게 대응하는 GHP의 일반적 시스템으로 S사의 선두적 기술인 최대 24대의 실내기 개별 및 집중제어가 가능하며 신냉매인 R410A가 적용 되어 있다. 그림



[그림 7] GHP 제품군 분류



[그림 8] 빌딩멀티시스템 실외기



[그림 9] 빌딩멀티시스템 설치 개략도

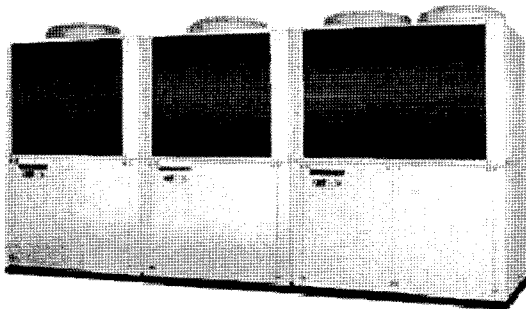


8, 9는 빌딩멀티시스템의 용량별 실외기와 건물설치의 개략도를 나타내고 있다.

### W멀티시스템

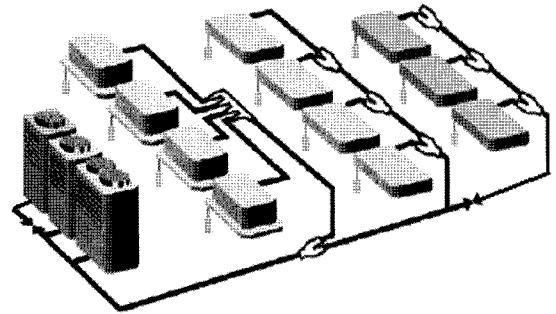
적정 용량 운전과 적정 부하 분담으로 에너지 절감이 가능하도록 실외기를 둘 또는 셋 조합하는 시스템으로 최대 3대의 실내기 운영이 가능하며 최대 50 HP까지 조합이 가능하다. 조합에 의하여 실외기가 운전되므로 교번운전을 통한 운전시간의 평준화로 기기수명이 늘어나며 고장시 자동 백업(Backup)기능 및 정기 점검시 수동 백업 운전이 가능하여 사용자 측면에서 운전의 편의를 최대한 제공한다. 또한 배관의 공동화로 시공성 향상과 설치비 절감이 가능하다.

더블멀티시스템의 조합가능 용량은 16, 20, 25 HP 조합이다. 시스템의 실외기와 설치 개략도를 그림 10, 11에 나타내었다.

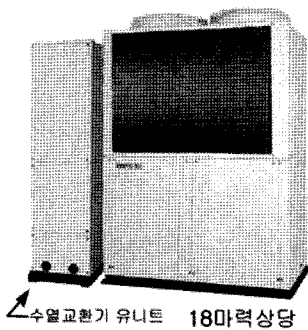


10 + 10 + 20 마력 = 40 마력

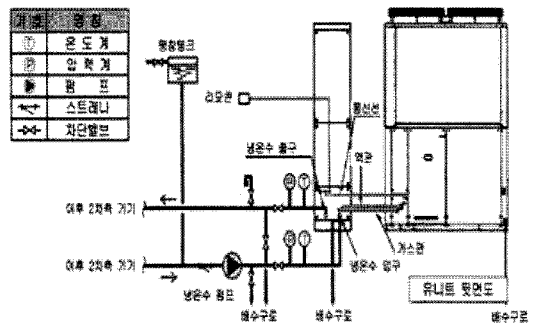
[그림 10] W멀티시스템 실외기



[그림 11] W멀티시스템 설치 개략도



[그림 12] 가스엔진 냉동기



[그림 13] 가스엔진 냉동기 설치 개략도

### 가스엔진 냉동기

공조분야에서 식품 가공 등의 산업분야에 이르기까지 광범위한 온도 제어가 가능하고 가스 소모량이 약 21% 절감이 가능하다. 또한 GHP칠러는 시공비 및 펌프동력 절감이 가능하고 브라인(Brine) 사양 대응이 가능하다. 허용 배관길이 또한 120 m까지 가능하고 실외기+열교환기 이후 기존 중앙식 시스템 연결이 가능하므로 다양한 적용과 응용이 가능하며 시스템의 실외기와 설치 개략도를 그림 12, 13에 나타내었다.

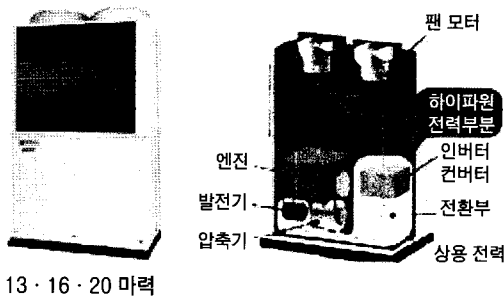
### 하이파워 멀티시스템

S사에서 세계 최초로 개발한 기술로 시스템의 성능향상을 유도하여 업계 최고의 성적계수인 COP=1.85를 달성하였다. 고효율 발전기 적용으로 CO<sub>2</sub> 발생량을 감소시켰으며 소비전력을 최대 93%까지 절감이 가능하며 시스템과 소비전력에 대한

비교를 그림 14, 15에 나타내었다.

### 3way 멀티시스템

1대의 실외기를 운전하면서 냉방과 난방 운전이 가능하도록 시스템을 구성한 것으로 냉방과 난방을 동시에 수행할 수 있으므로 냉방과 난방이 동시에 필요한 곳이나 겨울철에도 냉방부하가 발생하는 곳 등에 적용이 가능하다. 이를 통하여 에너지 소비 절감이 약 45%수준까지 가능하며 용도에 맞게 탄력적인 설계가 가능하다.



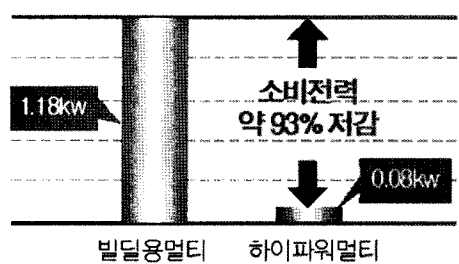
13 · 16 · 20 마력

[그림 14] 하이파워 멀티시스템

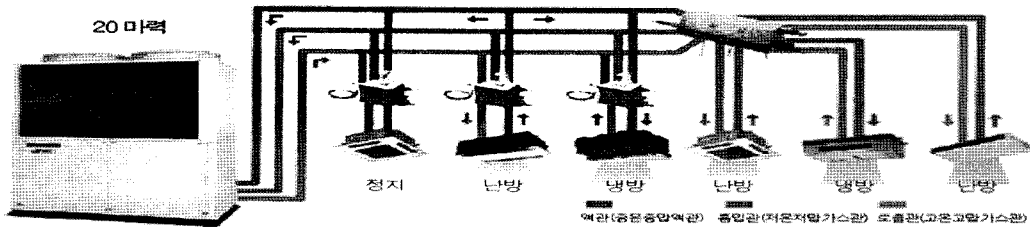
### GHP시스템의 성능 개발 수준

GHP시스템은 엔진을 사용하므로 엔진의 연료소비량이 성능을 나타내는 지표가 되므로 냉방과 난방에 대한 가스 소비량을 그림 17, 18에 나타내었다. 초기모델과 비교하여 가스소비량을 55 ~ 60% 절감할 수 있는 수준까지 개발되었으며 시스템이 소비하는 전기사용량 또한 그림 19에 나타난 것과 같이 20 ~ 25% 가량 줄일 수 있는 수준에 도달하였다.

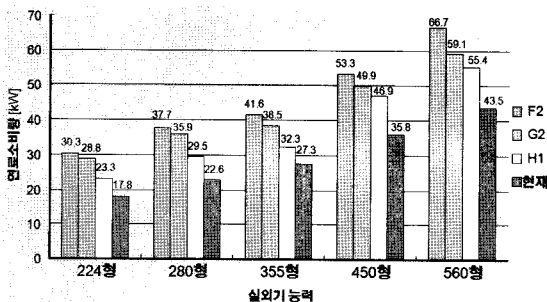
실외기 소비전력비교 (13·16·20마력냉방시, 50Hz)



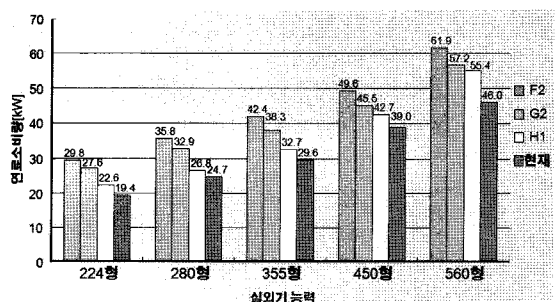
[그림 15] 소비전력 비교



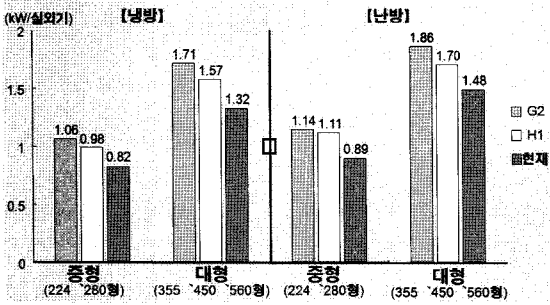
[그림 16] 3way 멀티시스템 계략도



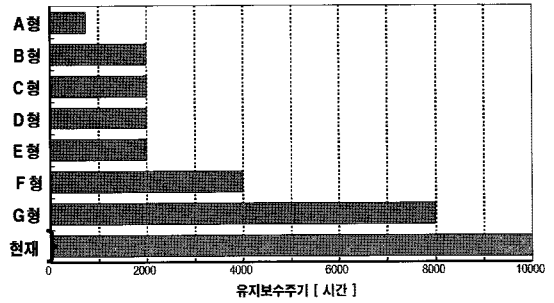
[그림 17] 가스소비량(냉방)



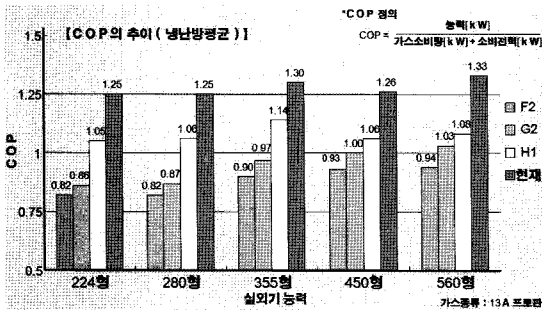
[그림 18] 가스소비량(난방)



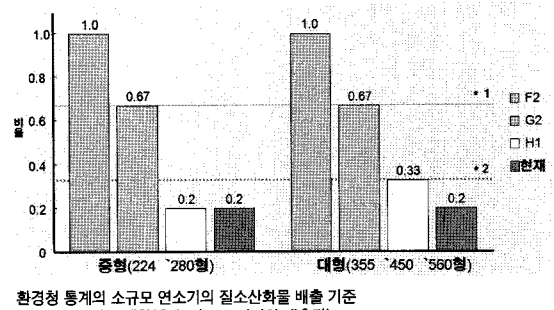
[그림 19] 전기사용량



[그림 20] 유지보수기간



[그림 21] 성적계수(COP) 향상

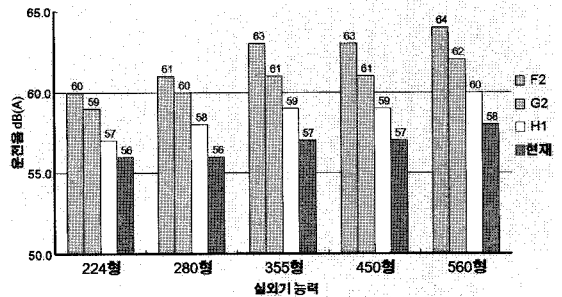


환경청 통계의 소규모 연소기의 질소산화물 배출 기준  
 \*1 : 2001년 규제치(우수 저 NOx기기의 배출량)  
 \*2 : 2002년 규제치(우수 저 NOx기기의 배출량)

[그림 22] NO<sub>x</sub> 배출량(상대비교)

기술개발과 더불어 GHP시스템의 유지보수주기 또한 늘어나게 되어 현재는 1만시간까지 늘어나게 되어 초기대비 10배 이상 늘어났으므로 1일 10시간 운전할 경우호 환산하면 유지보수주기가 약 5년 정도 된다.

이러한 개발 성과에 의하여 GHP시스템의 성능은 그림 21에 나타난 것과 같이 초기 1 이하의 COP에서 모델별로 약간의 차이는 있으나 현재는 최고 1.85 수준까지 개발되어 COP가 90% 가량 향상되었고 이에 따라 그림 22에 나타난 것과 같이 환경오염물질의 배출량도 줄어 날로 까다로워지는 환경규제에 충분히 대응하고 있는 것으로 나타났다. 또한 엔진기술의 꾸준한 진보를 통하여 시스템 가동시 발생하는 운전소음은 그림 23에 나타난 것과 같이 56 dB까지 줄어들게 되어 소음수준이 매우 낮아지게 되었다.



[그림 23] 운전소음

이상과 같이 GHP시스템의 특징과 기술 개발 수준을 살펴보았다. 향후에도 GHP시스템이 초기 탄생배경에 걸맞게 에너지 분산화에 기여하는 시스템으로 활용되기를 바란다. (★)