

# GHP 운전 현황 실태조사

■ 김 성 수 / 우성산업기술연구소, mhr2@khu.ac.kr

현재 국내 보급 설치된 GHP(Gas engine driven Heat Pump)를 대상으로 설문 및 현장 진단 조사를 통해 GHP의 문제점 및 해결방안을 소개 하고자 한다.

## GHP 시스템 개요

현재까지 국내외에서 개발되었거나 개발 중인 가스 냉방 기술을 분류하여 보면 흡수식(absorption system), 엔진구동식(engine-driven system), 흡착식(adsorption system) 및 화학식(chemical system)으로 나눌 수 있다. 현황을 표본으로 나타내면 표 1과 같다. 표에서 보면 흡수식 냉방시스템은 실용화되어 보급이 활발한 단계이지만 GHP는 현재 실용화 단계이나 흡착식이나 화학식 냉방시스템은 기초 연구 단계이다. 가정 및 소규모 건물에서 주로 사용되는 소형 및 중형급의 냉방기에 가스 냉방 기술을 적용하기 위해서는 GHP의 보급을 더욱 확대하기 위한 성능 향상 연구가 반드시 필요하다고 할 수 있다.

## GHP 시스템 구성

GHP(Gas engine driven Heat Pump)는 압축기를 가스 엔진으로 구동하는 방식의 열펌프로, 가스 엔진과 엔진 배열을 회수하는 열교환기를 제외하면 전기식 열펌프(Electric driven Heat Pump, EHP)와 동일하다.

즉, 가스를 열원으로 하여 냉/난방을 하는 일종의 고기능의 에어컨으로서 여름철에 냉방기능만 있는 기존의 에어컨과는 달리 한 대의 실내/외기로 냉방과 난방을 동시에 해결하는 효율적인 기기이다.

그 이론적 배경은 1852년경 그 개념이 정립되기 시작하였으나, 당시에는 시스템 구성 요소인 압축기나 냉매의 부재로 실현되지 못하고, 1970년대 Oil Shock을 계기로 열펌프가 에너지 절약형 기기로 인식됨으로써 개발이 본격화되어 현재에 이르고 있다.

대표적 GHP의 냉/난방 사이클 개략도는 그림 1과 같다. 냉방운전의 경우 가스 엔진의 동력으로 구동되는 압축기에 의해 고온 고압의 기체 상태로

<표 1> 가스 냉방 기술의 분류 및 국내외 기술현황

시스템 분류	중분류	소분류	선진국기술수준	국내기술수준
흡수식 시스템	LiBr-H <sub>2</sub> O	중·대형 기술 가정용/소형기술	보급 활발 상용화	보급 활발 실용화 단계
	H <sub>2</sub> O-NH <sub>3</sub>	일중효용 시스템 GAX 시스템	일부 시판 중 실용화 단계	연구개발 단계
엔진 구동식 시스템	GHP	소형 GHP 중·대형 GHP	보급 활발 보급 활발	실용화 단계 연구개발 단계
	SEHP VMHP		실용화 단계 연구개발 단계	기초연구 단계
흡착식 시스템	제습식 냉방식	Zeolite계, Silicagel계, 활성탄계	연구개발 단계	기초연구 단계
화학식 시스템	화학반응식 수소흡장식		연구개발 단계	기초연구 단계



된 냉매는 실외 열교환기에서 응축되면서 방열을 하게 된다. 응축된 액 냉매는 팽창밸브를 지나면서 압력과 온도가 강하하고 다시 실내 열교환기에서 증발되면서 공기로부터 증발열(흡열)을 빼앗아 냉방이 되도록 해준다.

난방을 할 경우 4way valve를 사용하여 사이클이 냉방 사이클과 반대가 된다. 압축기에 의해 고온 고압의 기체 상태로 된 냉매가 실내 열교환기를 지나면서 실내 공기를 데워주고(방열) 냉매는 응축된다. 즉 실내공기는 냉매의 응축열만큼 열을 흡수하여 가열되는 것이다. 응축된 액 냉매는 팽창밸브를 지나면서 압력과 온도가 강하되고 실외 열교환기에서는

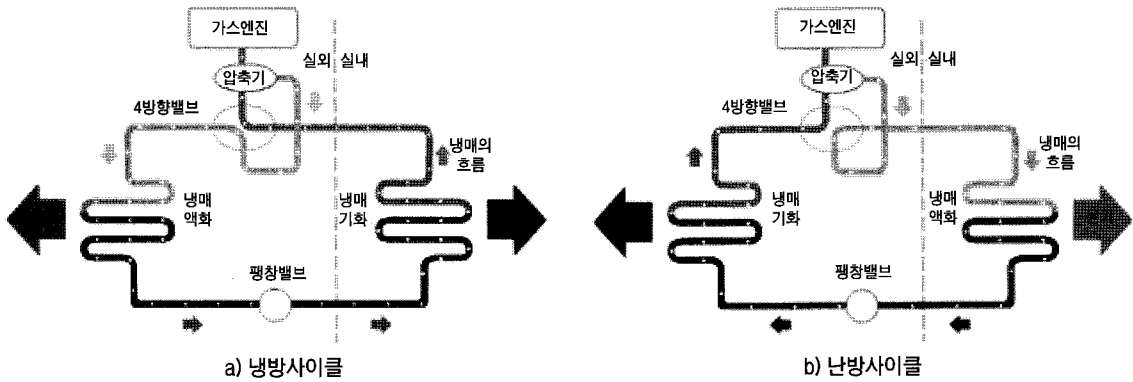
외부 공기로부터 열을 흡수하여 냉매가 증발된다.

### GHP의 작동원리

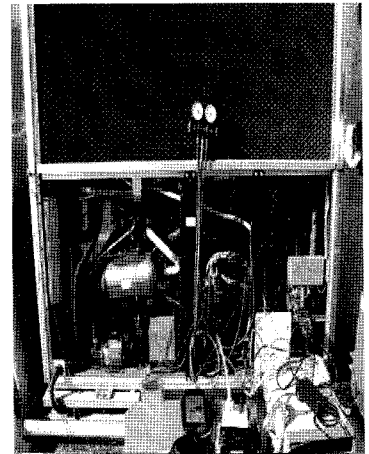
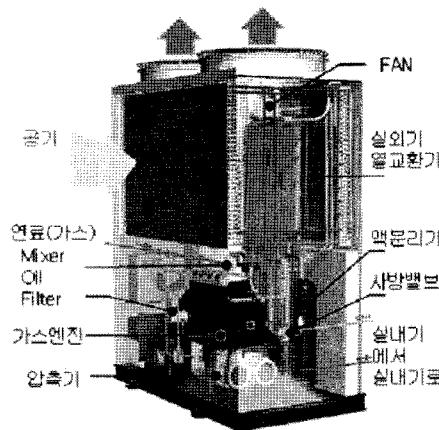
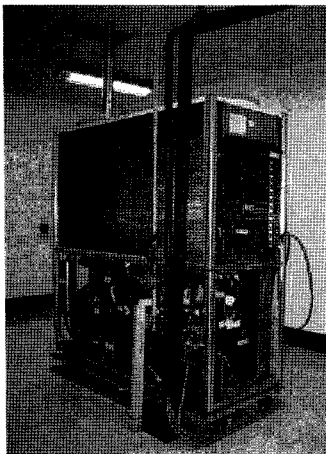
#### GHP 시스템의 구성

GHP의 경우 EHP과 비교했을 때 엔진에서 연소와 마찰에 의해 발생하는 열을 이용하는 것이 하나의 큰 특징이 되므로 이 버려지는 열을 이용하는 방법에 따라 시스템의 구성에 차이가 발생하게 된다. 그림 2는 실제 GHP 구성도를 나타낸다.

#### GHP 시스템 구성형태



[그림 1] 4way valve에 의한 냉/난방 사이클 전환 운전 개략도



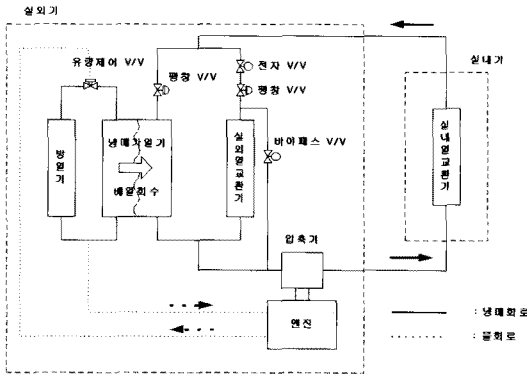
[그림 2] GHP 구성도

• 냉매 직접 가열형

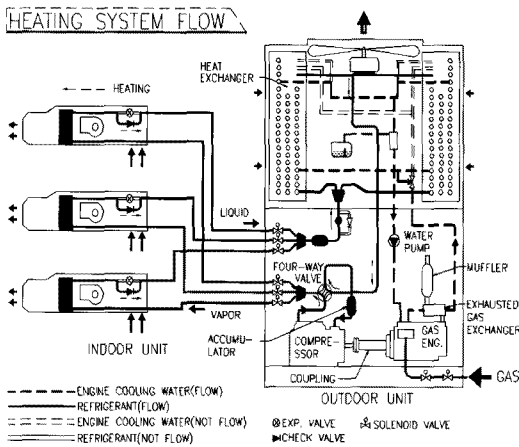
냉매 직접 가열 방식은 그림 3에 보인 바와 같이 열펌프의 실외기 측에 폐가스 열교환기를 거친 엔진 냉각수가 냉매를 가열하도록 별도의 열교환기를 부착시킨 것으로 난방 운전 시에는 외기 온도가 저하로 인해 능력이 떨어질 수 있는 증발기를 대신하여 냉매의 증발을 돕게 된다. 반대로 냉방 운전 시에는 고온의 냉매를 냉각시켜 주는 보조 응축기로 활용한다.

• 공기 예열 이용형

공기 예열 이용형 GHP방식은 그림 4에 보인 바



[그림 3] 냉매 직접 가열형 GHP



[그림 4] 공기 예열 이용형 GHP

와 같이 엔진의 방열기(Radiator)에 해당하는 열교환기 형태를 열펌프의 실외기의 공기 흡입 측에 삽입 혹은 별도 설치하는 형태로서 난방 운전 시에는 흡입되는 공기를 예열해줌으로써 제상 효과와 함께 열펌프의 성능을 향상시킨다. 그리고 냉방 운전 시에는 단순히 방열기로 사용하거나 별도의 설비로써 급탕에 이용하기도 한다.

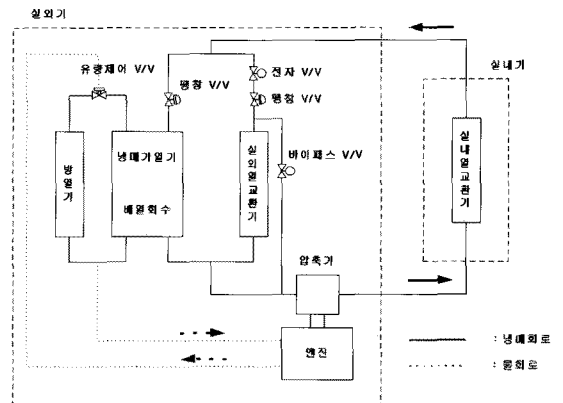
• 폐열 직접 이용형

폐열 직접 이용형 방식은 주로 유럽의 대형 시스템에 사용하는 형태로서 엔진에서 발생하는 폐열을 별도의 열교환기를 이용하여 난방이나 급탕에 이용하는 방식이다.

최근에는 이러한 분류에 제한되지 않고, GHP의 효율 향상을 위하여 위의 두 가지 혹은 세 가지 형태를 적절히 조합하여 사용하고 있으며, 궁극적으로는 엔진 배열을 우선적으로 이용하는 방식이 채택되고 있다.

• 복합형

그림 5에 보인 바와 같이 냉매 직접 가열형과 공기 예열형을 조합한 형태로서 냉매가열기와 실외기 측 열교환기로 흐르는 냉매와 냉각수의 양을 제어하여 난방 부하에 가장 적합한 형태로 운전이 이루어진다. 냉매 직접 가열형 및 공기 예열형의 장점을 취할 수 있으나 제어와 시스템 구성이 복잡해진다.



[그림 5] 복합형 GHP 시스템



## 국내 GHP 보급현황

국내의 경우 GHP 보급은 2001년 이후 급속도로 확대되어 2002년 기준 약 1,500여대가 보급된 것으로 추정되고 있다. 이를 용도별로 구분하여 보면 학교 73%, 상가 11%, 공공기관 6%, 병원 4% 등으로 주로 학교 중심으로 보급 형태를 보이고 있다. 이는 2001년 이후 정부의 교육시설 개선정책으로 보급이 확대되고 있으며 이러한 추세는 당분간 가스공급가격이 안정화 된다면 지속될 것으로 전망된다.

국내에서 GHP 개발은 1990년대 초 한국가스공사와 한국기계연구원이 공동으로 15마력 급 GHP 개발에 착수하여 이를 상품화 하기 위한 시도가 진행되었으나 본격적인 개발은 1998년부터 시작되

었다. 이와 함께 한국기계연구원, 삼성전자 및 한국에너지기술연구원이 함께 2001년부터 정부 연구 사업으로 상품화를 추진하여 제품 개발에는 성공한 바 있다.

국내 GHP 보급은 일본의 주요 GHP 메이커들과 국내 기업들이 손을 잡고 1999년도부터 본격적인 보급에 들어갔으며, 삼성에버랜드, 삼성전자, 롯데기공, 이송산업 등이 SANYO, 삼천리ES가 DAIKIN, 두우종합, 삼성물산, 삼성전자 등이 ASIN, HITACHI 등과의 공급 계약을 맺고 수입에 의존하고 있다. 국내의 GHP 보급 대수 및 보급 예상대수는 표 2와 같다.

## GHP 도입 시 기대되는 효과(표 3 참조)

<표 2> 국내 GHP보급 대수 및 보급 예상 대수

연도	당해 연도 보급대수	전체 누적대수	가스수요량 (천톤)	전력대체효과 (MW)
2002	1,500	1,600	3.8	17.4
2003	3,000	4,600	13.8	50.0
2004	5,000	9,600	31.7	104.4
2005	8,000	17,600	60.7	191.5
2006	8,500	26,100	97.5	284.0
2007	9,200	35,300	136.9	384.1
2008	10,000	45,300	179.7	492.9
2009	11,000	56,300	226.6	612.5
2010	12,000	68,300	227.8	743.1

<표 3> GHP 도입시 기대되는 효과

가스산업측면	개질별 수요 격차 완화 및 안정적인 수급확보 생산 및 공급설비 비용절감/하절기 전력 피크 수요 해소
전력산업측면	전력예비율에 따른 전력수급 불안해소 송배전 설비의 효율적 운영/발전소 건설비용 절감
국가적 측면	국제적 환경문제 능동적 대처 가능/발전소 부지확보와 투자자원 문제 해결/계절적 에너지 수급 불균형 해소/ 에너지 절약으로 안정적인 에너지 확보
환경적 측면	이산화탄소 배출에 의한 지구온난화 억제 CFC 냉매에 의한 지구환경 문제 해소
생산자 측면	새로운 사업방향으로 진보적 결과물 출중/GHP 보급으로 사세확장 효과
수요자 측면	운전비용 절감으로 경제성 확보/개별난방으로 업무능력 향상/다양한 지원혜택으로 인한 초기투자비 감소/전정애립 4방향 실내기로서 안전 및 공간 확보/인테리어 미적 효과 증대/중앙 집중식보다 설치 공간 축소로 공간 활용도 증가

### GHP 운전실태 및 문제점 분석

국내에 수입되어 설치된 GHP를 대상으로 현장 조사 진단을 통해 GHP의 사용 실태 및 성능을 측정하고, 현장 조사를 통한 만족도와 불만사항을 조

사하여 GHP 보급 및 운전의 효율을 상승시키고 GHP의 국산화를 위한 기초자료와 이를 위한 정책적 지원방안 및 향후 GHP 보급 그리고 GHP의 문제점 표 4 ~ 6을 도출하여 정책제도 개선에 반영할 수 있었으면 한다.

<표 4> 실외기 현장진단 문제점 및 해결방안

분류	현장진단 문제점	해결방안
실외기 문제점	법정용량 미만의 장비로 인한 관리의 사각지대에 있다.	GHP만이라도 법정용량을 20 RT 미만으로 관리가 필요해 보인다.
	실외기를 여러대 설치시 열교환기에 엔진 배기가스 유입으로 인한 열교환기 성능 저하 우려 된다.	실외기를 여러대 설치시 적절한 거리에 따른 실외기 표준 설치기준 마련이 필요
	일부시공업체에서 도시가스배관과 실외기 연료 도입구간을 강관연결 방법으로 시공사용 하므로 가스누설사고 위험이 있다.	GHP와 가스배관 연결부 플렉시블 관으로 연결 (표준화된 설치 지침서 필요)
	실외기 1대당 실내기 설치대수 미달 문제.	표준화된 설치 지침서 필요.
	낙뢰 및 우천방지시설이 절대 부족한 상태	피뢰침 설치 및 낙뢰방지기 설치 필요 (적절한 설치 지침서 필요)
	밀폐된 공간과 실외기 장소 설치시 배기가스로 인한 인근 주거시설의 영향을 줄 우려가 있다.	실외기 설치기준이 필요(표준화된 설치 지침서 필요)
	고가기기로 유지보수를 위한 부품비가 너무 비싼 문제 (10,000시간 또는 5년에 한번 정기 점검 및 소모 교환)	모든 부품은 수입에 의존하고 있으므로 소모성 부품만이라도 국산화가 절대 필요.

<표 5> 실내기 현장진단 문제점 및 해결방안

분류	현장진단 문제점	해결방안
실내기 문제점	난방 운전시 실내상하 온도가 고르지 못함.(냉방은 건물전체를 한 그룹 할 경우를 제외 하고는 별 어려움이 없어 보임.)	난방시 상 하 온도차를 줄이기 위한 통풍배관 분배 기술 개발 및 연결방법 개발 연구가 필요.
	다중시설의 경우 실내 카세트의 관리가 매우 불량 문제	주기적인 청소 및 환기시설과 연계방안 연구 필요
	건물전체를 한 그룹의 GHP로 냉방시 상층은 온도가 높고 하층부로 갈수록 온도차가 심해지는 문제	건물의 용도 및 사용 형태에 따른 GHP 표준화 설계가 필요.
심야운전에 따른 카세트에서 진동 및 소음발생문제.	저소음 모터 개발 및 카세트 팬의 설계가 필요	

<표 6> 기타 현장진단 문제점 및 해결방안

분류	현장진단 문제점	해결방안
기타 문제점	R-407C R-410A누설시 전량 냉매 재충진 비용 문제	보충이 가능한 냉매 적용 필요
	GHP 매뉴얼 및 조작 패널 외국어문제	관리자 및 운영자에 맞는 실질적인 매뉴얼 작성/보급이 필요.
	전력비 인상분보다 도시가스 인상폭이 크므로 운영자체에 어려움 문제	도시가스를 안정적으로 사용할 수 있는 정책이 필요
	GHP A/S요원 부족으로 사용자 불만발생 문제	숙련된 A/S요원 교육 및 관리가 절대 필요



## GHP 보급 현황 및 관리의 문제점

GHP는 가스엔진과 부대시설로 인한 고가의 기가가격(EHP에 비해 2 ~ 3배 정도)이 보급을 원활하게 할 수 없는 것으로 보고 있으며 또한 운전관리미숙 그리고 가스에 대한 인식 부족과 사후 관리의 미숙으로 GHP의 수명과 성능을 단축하고 있다. 또한 고가의 유지보수비용[10,000시간 또는 5년에 한번 정기점검 및 소모부품의 교환이 필요함(부품 교환 비용은 약 200만원)]과 가스공급가격이 보급발전에 발목을 잡고 있다고 볼 수 있다

## GHP 보급 촉진 및 관리의 제도적 방안

### GHP장비 및 부품의 국산화

GHP의 보급의 가장 큰 장애 요인 중 하나가 장비가격이 높고, 부품공급이 어렵고 비싸다는 점이다. 이를 해결하기 위해서는 빠른 국산화(국산화가 이루어질 경우 정기 점검시 소모품교체비용은 약 200만원에서 7 ~ 80만원으로 비용 절감효과가 있음)가 필요하다.

### 적극적인 홍보

GHP 보급, 확대를 위한 각종 방안들이 더욱 효율적으로 시행되도록 하기 위해서는 적극적인 홍보활동(가스냉방 보급 촉진을 위한 홍보활동 전개, 언론매체를 통한 가스냉방의 장점 및 정책홍보, 기존 및 신규 건물을 대상으로 홍보물 및 안내문 발송)을 전개할 필요가 있다.

### 일괄적인 정책 수립을 통한 장기적 안정화

현재 가스냉방의 보급에 대한 정책은 여러 부처로 분산 관리되고 있다. 이에 따라서 정책의 적용 여부를 제대로 파악하지 못해서 설치하지 못하는 경우가 많다. 모든 정책수립 및 관리는 국가의 기관 한곳에서 일괄적인 정책 진행을 통하여 신청의 편리성을 가질 필요가 있다.

### GHP개발 및 유지보수의 표준화

아직 GHP의 국산화는 초기 단계이다. 그러므로 이 단계에서 표준화를 세부적으로 하지 않을 경우 차후 많은 업체에서 GHP를 개발하거나 수입 설치 시 많은 혼돈의 문제가 발생 할 수 있다.

### 정기검사제도 도입

GHP는 판매 및 개발보다도 사후관리(A/S)가 매우 중요하다. EHP와 달리 자동차 가스엔진이 부착되어 공조/냉동 기술만으로는 점검 보수가 불가능함에 따라 GHP전문 기사 양성 및 표준화된 정기검사사항을 도입하고, 판매사에 의무 정기검사기간을 만들어 사후관리가 필요하다.

## 향후 GHP 정책방향

GHP 향후 정책방향 중 시급한 것은 국산화[GHP용 가스엔진 및 압축기 개발, 소형화(3.5.7 RT급)]장비에 필요한 엔진개발이 절대 필요하다. 그리고 적극적인 홍보 활동(가스 냉/난방 설계 장려제도 및 에너지 절약에 관한 세부적 홍보 강화 필요성) 일관적인 정책으로 장기적이고 안정적인(가스공급가 및 지원제도)으로 사용 할 수 있는 제도 도입, GHP의 장비 표준화 및 시공 표준화, GHP 시공자 및 관리자 양성 및 교육 도입, 초기 투자비용이 크므로 정책적으로 적극적인 지원해야하며 현재 엔진 구동방식과 병행하여 가스발전기를 사용하여 기존 밀폐형 압축기(현재 GHP는 개방형 직결구동 또는 벨트 구동방식을 사용하고 있음)를 가동시키 수 있을 것으로 생각된다. 그리고 발전된 전력으로 냉/온수(정수 장치를 부착 하여 별도의 정수시설을 설치하지 않는 방법의 모색이 필요)를 생산할 수 있는 방식의 GHP도 생각해볼만 하다.

## 참고문헌

1. 에너지관리공단, 에너지원별 냉방기기 경제성 비교분석, 2008.11
2. 우성산업기술연구소, 소형열병합발전 배열환용 냉방설비 보급방안 연구 2007.5

3. 우성산업기술연구소, 가스엔진 구동형 히트펌프(GHP) 성능향상 연구, 2006.6
4. 2001, Development of Heating-Enhanced Natural Gas Engine-Driven Heat Pump (GHP), Report of Korea gas corporation R&D center, RP 71-83.
5. Willard. W. P., 1997, Engineering Fundamentals of The Internal Combustion Engine, International Ed., Prentice-Hall Inc., p. 66.
6. Japan Air Conditioning, Heating & Refrigeration News, Serial No. 388-S, pp. 66, 2001. ●