Engineering handbook II

ESCO사업에서의 GHP 활용 방안

김윤일과장
린나이코리아(주) 공조사업부
yikim@gas.rinnai.co.kr

1. 서론

사람들의 쾌적한 환경추구에 대한 욕구 증대로 생활공간에 대한 냉방이 일반화되어 가고 있으며, 최근 들어서는 다양하고 복잡한 건물의 구조나 실내 인테리어를 고려한 냉난방 제품들이 나오고 있다. 또한 우리나라는 경제규모와 소득수준에 비해 에너지를 과도하게 사용하는 국가로 무엇보다 에너지절감형 기기 보급이 절실히 요구되어 이에 알맞은 냉난방 기기가 개발되고 있는 것이다.

보통 실내의 냉난방에는 중앙식과 개별식으로 대별할 수 있는데, 중앙식은 냉온수유니트 등을 설치하여 각 실의 팬코일유니트를 통해 냉난방이 이루어지며, 개별식은 에어컨과 온풍기로 냉난방을 한다.

중앙공조방식은 개별운전제어에 한계가 있어서 부하가 작아지는 경우에도 전체시스템이 가동되어야 하므로 부분부하 운전의 경우 시스템의 효율이 좋지 않으며, 공조를 위한 덕트나 수배관 등의 부가설비를 필요로 한다. 또한 이들 설비의 설치를 위한 공간이 필요하므로 건물의 유용면적이 줄어드는 단점이 있다.

반면에 개별공조방식은 작은 부하에 대응가능하며, 부가설비가 필요없어 설치성 및 운전비용 면에서 유리한 점을 가지고 있다. 그러나 개별공조방식 역시 실외기를 개별적으로 설치해야 하므로 설치수량이 늘어날수록 설치면적이나 건물미관 등의 문제뿐만 아니라 한 층 또는 한 건물의 통합제어의 어려움 등의 문제가 있어 실외기 한 대에 몇 대의 실내기를 연결, 설치하여 제어는 개별적으로 할 수 있도록 하였다. 또한 냉매의 순환방향을 변환시켜 여름에는 냉방, 겨울에는 난방이 되는 히트펌프 방식의 멀티 냉난방시스템으로까지 기술이 발전하여 다양한 실내의 공조부하 및 조작의 편리성 등을 구현한 방식이 몇 년 전부터 주목받기 시작하였다.

이러한 히트펌프 냉난방시스템에서 압축기를 구동하는 연료가 전기면 EHP, 가스면 GHP라고 한다. 가스를 연료로 하고 가스엔진에서 나오는 폐열을 이용하면 에너지 절약이나 효율면에서 우수한 냉난방 시스템이 된다.

GHP 냉난방시스템의 개발은 에너지 절약측면에서 시작된 것이다. 세계 제2차 오일쇼크 이후 1차 원료로서 냉난방을 할 수 있는 기기에 대한 개발 필요성이 대두되어 처음 일본에서 개발되어 1980년대 상용화되었고, 국내에는 1990년대 후반에 도입되어 현재 많은 업체들이 사업을 진행하고 있다.

국내 전력의 경우 매년 평균 600MW의 냉방전력 부하가 증가된다는 점을 감안하면 하절기 냉방수요 증가를 감당하기 위하여 매년 5,000여억원이 투입돼 400MW급 화력발전소 1.5기가 새로 건설돼야 한다. 이렇게 막대한 비용을 투입, 증설되는 발전소지만 이용효율은 매우 낮을 수밖에 없다. 단지 몇 시간의 하절기 피크부하에 대처하기 위한 것이기 때문이다.

가스의 경우는 전력과는 정반대의 패턴을 보이고 있다. 동고하저(冬高夏低)인 것이다. 계절적 수요변동에 관계없이 거의 균일한 물량이 들어오는 가스구매의 특성을 고려할 때 이러한 수급불균형 문제는 비수요기에 도입되는 가스의 저장을 위해 저장시설을 필요로 하고, 이 시설을 갖추기 위해서는 막대한 시설자금이 소요된다

또한 최근의 경제상황을 보면 국제유가 급등과 함께 정부가 산업용 전기요금도 단계적으로 인상키로 함에 따라 기업들이 원가절감을 통한 생존을 위해 에너지 비용 줄이기에 나섰다. 특히 철강, 석유화학, 섬유 등 에너지 다소비 업종의 경우 공정의 효율화, 폐열재활용 강화에서부터 새로운 시스템 도입 등 에너지 소비를 조금이라도 더 줄이기 위한 '쥐어짜기'에 들어갔다. 이에 따라 각 기업에서는 에너지절감 업무수행을 위해 ESCO 관련 사업부를 발족시키고 있다.

또한 기업뿐만 아니라 일반 건물에 관련된 사업분야에서도 냉난방시스템을 에너지 절감을 위해 기존 설비를 리뉴얼하거나 여러가지 시스템을 상호 비교

ESCO사업에서의 GHP 활용 방안

하여 좀 더 절약되면서 편리한 시스템을 도입하고 있는 실정이다.

이러한 ESCO사업에 있어서 사업의 다각화, 냉난방 설비 분야에 있어서 에너지절감을 위한 새로운 냉난방시스템이 GHP라는 것이며, 현재 시장에서의 반응은 긍정적이므로 앞으로 국내의 대표적인 냉난방시스템이 될 것으로 예측하고 있다.

2 GHP 시스템의 특성 및 원리

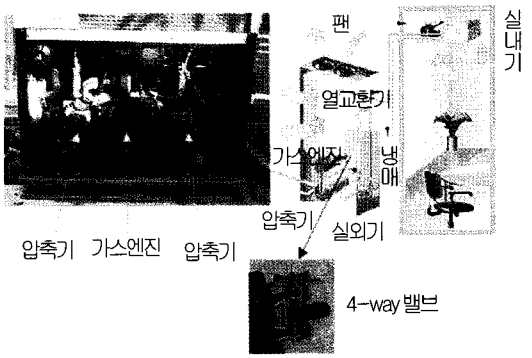
GHP(가스히트펌프) 시스템은 멀티 냉난방 시스템으로 가스 엔진으로 히트펌프를 가동시키는 가스 냉난방기이다. 가스엔진에 의해 냉난방 시스템이 이루어진다는 점에서 상대적으로 쾌적하고 파워운전이 가능하며 여러가지 장점을 얻을 수 있다.

2-1 GHP 냉난방시스템의 구조 및 원리

[그림 1]에서 볼 수 있듯 GHP의 원리는 다음과 같다

냉방 : 냉매는 가스엔진으로 구동되는 컴프레서에 의해 압축되어 실외 열교환기에서 응축된다 응축된 냉매는 실내기에서 실내공기와 열교환되어 실내공기는 차가워지고, 냉매는 가스가 되어 다시 컴프레서에서 압축된다 이러한 사이클을 반복하면서 냉방이 이루어진다.

난방 : 냉매는 가스엔진으로 구동되는 컴프레서에 의해 압축되어 고온의 냉매가 된다. 이러한 고온의 냉매를 실내기로 보내 실내공기와 열교환시켜 실내공기를 따뜻하게 하고 냉매는 액화가 되어 실외기의 열교환기로 들어가게 된다. 이러한 사이클을 반복하면서 난방이 이루어진다



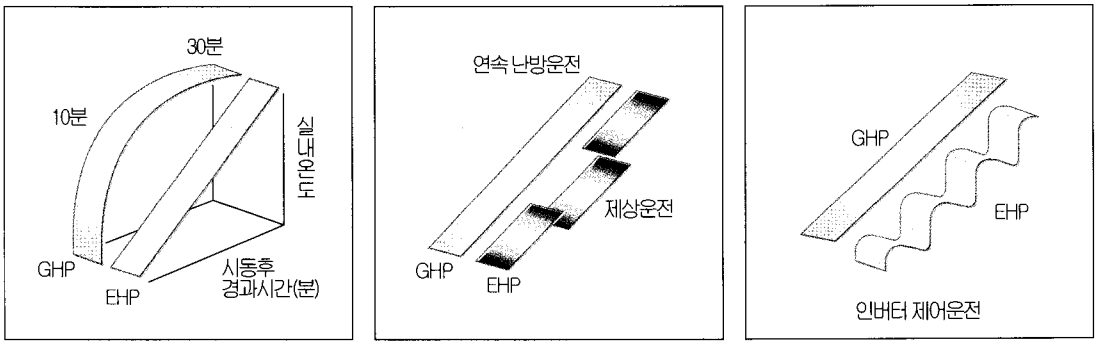
[그림 1] GHP 시스템의 구성

2-1 GHP 냉난방시스템의 특징

GHP의 특징은 기존 전기식 히트펌프(EHP)가 갖는 장점에 가스엔진을 사용함으로써 얻을 수 있는 장점을 포함하고 있다.

1) 파워 냉난방 운전

GHP는 운전상태에 맞는 최적의 회전수로 운전하는 엔진



[그림 2] GHP와 EHP 운전비교

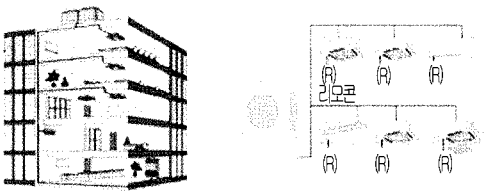
의 특성과 엔진에서 나오는 배기열을 최대한 활용하여 냉난방 운전이 이루어지므로 파워풀한 운전이 가능하다. 난방운전 시작부터 발생하는 엔진의 배열을 이용하므로 운전과 거의 동시에 난방이 가능하며, EHP와 달리 운전 중 별도의 서리제거 운전이 필요하지 않아 연속적인 난방운전이 가능하다. 따라서 추운 겨울철 아침 기다림의 시간이 필요없고, 외기온도 변화가 있더라도 실내 난방은 일정하게 유지된다.

2) 우수한 경제성

GHP는 가스를 주연료로 하기 때문에 소비전력은 동일 냉방용량의 전기에어컨의 1/10 정도이므로 전기식 냉난방기에 비해 50~40% 정도의 운전관리비용을 절약할 수 있다. 또한 별도의 기계실과 수전설비가 필요없으므로 공간의 활용이 가능하다. GHP는 초기 설치비가 비싸지만 가스냉방 설계장려금, 가스냉방 설치지원금, 가스냉방 설치자금 융자, 세제 지원 등 다양한 지원제도가 있어 부담을 줄일 수 있다.

3) 다양한 제어 시스템 구축

GHP는 중앙집중식이면서 개별제어가 가능하기



[그림 3] GHP 제어시스템

때문에 다양한 제어시스템을 구축할 수 있어 소비자가 필요하게 운전조작할 수 있도록 구성할 수 있다.

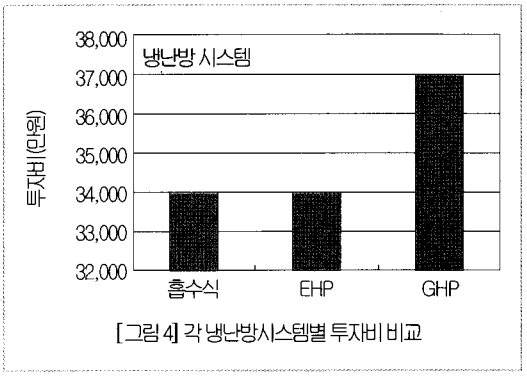
4) GHP의 설치성 및 인테리어

GHP는 다른 중앙식 냉난방기와 달리 간단한 냉매배관만으로 설치가 이루어지기 때문에 덕트설치 공간이 없거나, 실외기 설치면적이 협소한 장소 등에 편리하게 설치할 수 있으며, 공사 후 마감처리도 용이하다. 특히 실내기는 기존 에어컨의 실내기나 온풍기의 실내기와 달리 다양한 종류가 있기 때문에 실내 구조와 주변 설치물에 어울릴 수 있는 설치가 가능하다.

3. GHP의 절약 효과

실제 설치사례를 통해 절약 효과를 비교해 보았다. 아래의 내용은 동일 조건에 의해 각 시스템의 투자비용과 연료비에 의한 운전비용을 비교한 것이다.

- 대상 건물 : 학교
- 냉난방 면적 : 500평



[그림 4] 각 냉난방시스템별 투자비 비교

- 사양 비교 : 흡수식, EHP, GHP
- 투자비 및 운전비용 분석

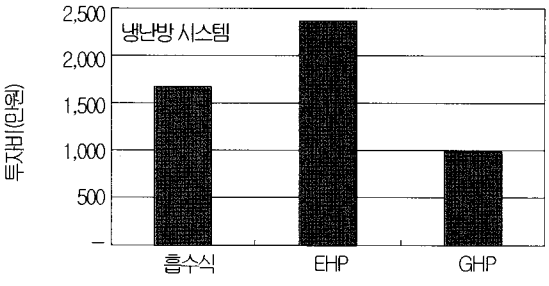
위 그래프에서 보면 투자비에 있어서 GHP가 약 2배 정도 높은 것으로 나타났고, 흡수식의 경우 부가적인 장비비로 인해 EHP와 비슷하게 나타났다.

운전비용 비교에서는 GHP가 다른 시스템에 비해 1.5~2.2% 정도 낮게 나타났다. EHP의 경우는 겨울철 난방문제로 인해 운전비용이 늘어난 것으로 판단된다.

- 효과

위의 결과를 보면 GHP 시스템의 경우 초기 투자비가 비싸지만, 약 2년 정도면 투자비를 회수하는 것

ESCO사업에서의 GHP 활용 방안



[그림 5] 각 냉난방시스템별 운전비용 비교

으로 나타났고, 그 이후 매년 EHP에 비해서는 연간 약 1천4백만원, 흡수식에 대해서는 약 700만원 정도 운전관리비용이 절감되는 것으로 나타났다. 이러한 것은 연료비에 의한 차이, 난방능력의 우수성, 시공의 간편성 등에 의해 나타난 결과로 향후 ESCO 관련 사업분야에서도 GHP로 인한 효과가 우수하다고 볼 수 있다.

현재 GHP 시스템은 다양하게 개발되어 있지 않지만 향후 기존 공조시스템과 결합되어 복합적인 시스템으로 발전한다면 좀더 유용한 에너지절감시스템으로 발전하리라 생각된다.

4. GHP의 설치 사례

이러한 GHP는 다양한 곳에 설치되어 가동중에 있으며 대표적인 설치 사례는 다음과 같다.

4-1 일반 빌딩

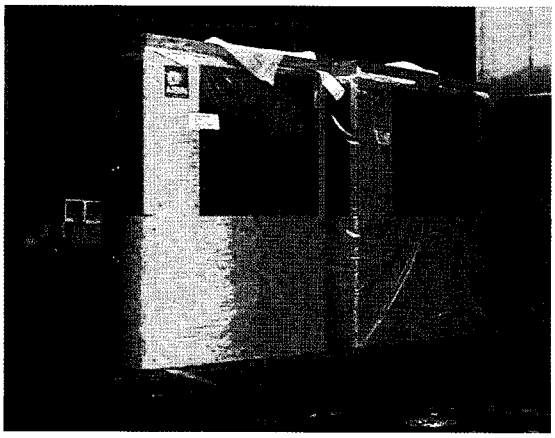
- 대상 건물 : 00기업 건물
- 적용 POINT : 대강당, 회의실, 개인사무실 등 다양한 공간의 효율적인 냉난방시스템
- 기존 냉난방 : 보일러 난방+개별 냉방
- 설치 사진 : [그림 6], [그림 7]

4-2 학교

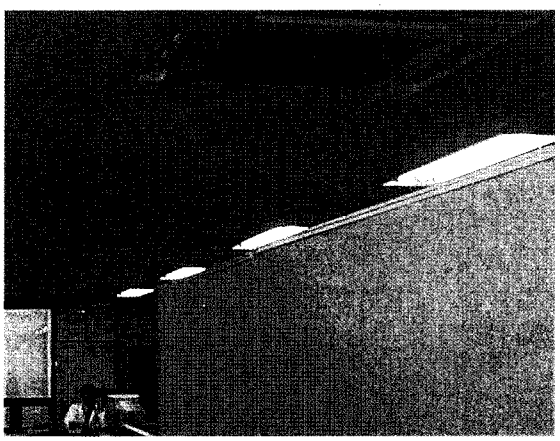
- 대상 건물 : 서울 소재 00중학교 16개 교실
- 적용 POINT : 교실 특성에 맞는 개별 및 중앙제어, 학생 등에 의한 관리 문제 해결
- 기존 냉난방 : 가스 온풍기+개별 에어컨
- 설치 사진 : [그림 8], [그림 9]

5. GHP의 보급촉진 계획 및 지원제도

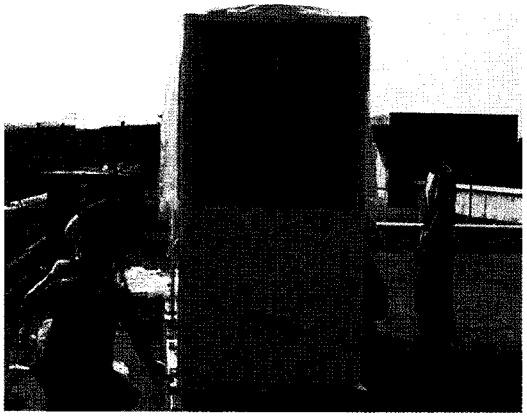
GHP는 그 우수한 특징에 비해 현재 제품이 고가라는 점이 보급 확대에 있어 걸림돌이 되고 있으며, 이에 따라 정부



[그림 6] 실외기



[그림 7] 실내기



[그림 8] 실외기

[그림 9] 실내기

에서는 GHP의 보급활성화를 위해 지원제도 및 정책을 내놓고 있다.

5-1 지원제도

〈표 1〉 참조.

5-2 정부 정책 지원 - 가스 냉난방 설치 의무화(산업자원부고시제92-44호)

일정규모 이상의 건축물에 중앙집중 냉방설비를 설치할 때에는 해당 건물에 소요되는 주간 최대 냉방 부하의 60% 이상을 수용할 수 있는 용량을 가스를 이용한 중앙집중방식으로 설치토록 의무화하고 있다.

연면적 합계가 3,000㎡ 이상	업무시설, 판매시설 또는 연구소
연면적 합계가 2,000㎡ 이상	숙박시설, 기숙사, 유스호스텔 또는 병원
연면적 합계가 1,000㎡ 이상	일반목욕탕, 특수목욕탕 또는 실내수영장
연면적 합계가 10,000㎡ 이상	중앙집중식 공기조화기 또는 냉 · 난방 설비를 설치하는 건축물, 관람집회시설, 학교 등 일반 건축물

5-3 보급 촉진 계획

GHP의 보급촉진을 위해서 필요한 내용들을 위해 여러가지 사항이 검토되어야겠지만, 무엇보다 정부

<표 1> 지원제도

항목	범위	지원금액	조건	비고
설계 장려금	냉방 용량	10,000원/RT	500만원 한도내	가스공사
설치 장려금	냉방용량	250만원/대		가스공사
	30RT이하	10,000원/RT	500만원 한도내	
융자금	가스냉방시설 (단, 공조기 및 냉온수기 배관은 제외)	100% 이내 (소요자금)	- 소요자금의 100% 이내 동일 사업장당(동일시스템 적용건물) 50억 이내 - 3년거치 5년 분할 상환 - 연리 4.75(변동금리)	은행 당해년도 지원한도 10억원 이내
법인세 절감	가스냉방시설	10% / 투자금	2002년 12월 31일까지	조세특례법 제25조의 2

ESCO사업에서의 GHP 활용 방안

차원에서의 지원이 중요하다고 판단된다.

- GHP는 무엇보다 설치가 중요하다. 즉 냉난방 시스템에 대한 이해와 설비배관 기술, 기초적인 건축에 대한 지식이 필요하므로 GHP에 대한 전문시공업체 양성으로 완벽한 시공이 뒤따라야 할 것이다.
- 보다 체계적이고 효율적인 A/S관리시스템 구축이 선결과제다. 급속히 커지는 국내 GHP시장에 비해서 이에 맞는 A/S시스템 구축이 각사별로 부족한 형편이다. 기존 A/S조직의 확충이나 교육 등이 반드시 뒤따라야만 할 것으로 생각된다.

6. ESCO사업에서의 GHP의 활용

6-1 GHP의 사양

GHP는 기존 배관을 그대로 사용할 수 있기 때문에, 시공비를 대폭적으로 절감할 수 있어 에너지절감 사업에 유용하게 활용할 수 있다. 즉 기존에 EHP가 설치된 곳에 에너지절감을 위해 GHP로 설치할 경우 기존 배관을 그대로 사용할 수 있다.

- 종래 : 냉동기유가 서로 다르기 때문에 이로 인해 이물질이 발생되어 배관이 막히거나, 압축기의 윤활 불량 등으로 기기 고장의 원인이 된다.
- GHP 특징 : 신냉매(R-407C)의 채용으로 배관을 세정하지 않고 그대로 사용이 가능하다는 것이며, 이에 속하는 기술내용은 다음과 같다.

- 회전부의 윤활성 향상과 메카니칼씰을 개량시킨 스크롤컴프레셔를 채용
- 열, 화학안정이 뛰어난 냉동기유를 개발
- 수분이나 이물질을 회수성이 뛰어난 필터드라이어(액측), 스트레이너(가스관)의 채용

이러한 특징으로 인해 얻을 수 있는 메리트는 다음과 같다.

- 시공비 절감 : 배관을 재이용하므로 시공비의 40~80% 정도 절감할 수 있다.
- 시공단축 : 시공이 간단해지므로 시공기간을 단축할 수 있다.
- 환경보호 : 신냉매(R-407C)을 채용하므로 환경성이 뛰어나다.

6-2 건물에 대한 냉난방 시스템 검토 사항

일반적으로 ESCO 사업에 GHP를 활용하기 위해서는 건물에 대해서 냉난방 설비에 대한 비용뿐만 아니라 전반적인 사항에 있어 시장성이 있어야만 활용할 수 있다고 판단된다. 건물의 냉난방 시스템를 검토하기 위해 필요한 내용과 이에 대한 GHP 시스템의 특징을 〈표 2〉에 나타냈다.

7. 향후 전망

가스 냉난방기는 향후 단위 냉난방을 위한 공조기기로 보급이 빠르게 확대될 것이 확실하다. 국가 에너지의 효율적인 이용과 전력수급의 안정화에 기여도가 큰데다 발전소나 저장기지의 대체에 따른 비용절감 측면 외에 집단민원 등으로 부지확보가 갈수록 어려워지는 상태에서 최적의 대안이라 할 수 있기 때문이다.

정부도 국가 경제적인 측면에서 비용절감 효과가 크다는 점을 감안하여 설치지원금과 설계장려금제도를 확대하고, 요금제도를 개선하는 등 적극 지원하고 있다.

국내의 현황은 지난 1998년에 일본의 산요 제품 5기가 보급된 이래로 그 수요가 급속히 확산되고 있다. 현재 학교, 병원, 상가 등으로 GHP의 적용이 늘어나고 있으며, 업계에서는 금년 보급 대수가 약 1,000대에 이를 것으로 예상하고 있다. 뿐만 아니라 한국가스공사의 분석에 따르면 산자부의 가스냉방 지원정책 확대 등에 힘입어 2010년까지 GHP 시장이 급성장하여 보급 누계 대수가 약 3만5천대에 이를 것으로 예상되고 있다.

그러나 보급 활성화를 위해서는 정책적 지원폭이 더욱 확대되어야 하고, 일정규모 이상의 신축건물 또는 공장 등에서 소비되는 총 냉난방 수요 중 일정 부분은 가스 냉난방을 이

<표 2> 건물에 대한 냉난방 시스템 검토사항

검토항목	검토 내용	GHP 시스템
투자비용 및 관리비용	• 일반 건물의 건축비용 중 냉난방 설비비용은 약 10% • 운전관리비용 중 냉난방 설비의 관리비용은 약 20% • 고정 관리인원 필요 여부	• 초기 투자비용은 다른 시스템에 비해 약 1.5~2배 정도 비쌈 • 운전관리비용은 약 40~50% 절감 • 개별 및 중앙제어 운전으로 관리인원이 필요없음
쾌적성	• 각 실의 부하에 맞는 개별제어 • 실내 부하변동에 대한 응답성	• 개별 및 중앙제어 시스템 • 가스엔진의 회전수로 변화 대응
신뢰성 및 내구성	• 공기조화기에서 보수관리 비중이 높은 부분 • 냉온수/냉각수 물관리, 필터, 가습기	• 긴 정기점검 주기(5년/1만시간) • 보수/유지 계약시스템 구축
공간효율성, 인테리어성	• 설치장소의 확보 • 효율적인 공간배치 • 설치 후 건물의 가치상승 유도	• 간단한 냉매배관 설치 시공 • 인테리어를 고려한 다양한 실내기
유연성	• 건물 완성 후 용도변경 대응 – 칸막이 설치 등	• 실내 구조 변경에 유연한 대응

용해야 한다는 의무화 규정 등을 검토해볼 필요가 있다.

국내에서 GHP 보급에 있어 가장 큰 장애요인은 기기가격이 비싸다는 것이다. 그러므로 앞으로 기기의 국산화가 이루어져 가격이 낮아지거나 또는 지금보다 좀더 낮은 가격으로 기기수입이 가능해진다면, 일본의 경우를 비추어 볼 때, GHP의 보급은 급격히 확산될 것으로 전망된다.

8 결론

앞에서 기술하였듯이 GHP는 많은 장점이 있기 때문에 많은 기업에서 활발히 보급에 주력하고 있으며, 정부에서도 지속적으로 지원을 하고 있다. 더욱이 에너지절감 차원에서 유리한 위치에 있는 냉난방 시스템이다. 다만, 여러가지 냉난방시스템에서 에너지 절감을 가져올 수 있는 환경이나 규모가 있기 때문에 모든 경우에 GHP가 유리한 것만은 아니다. 그러나 다른 시스템에 비해 중소형부터 대형까지 폭넓게 적용할 수 있다는 점에서 향후 ESCO 사업분야에서 주목해야 한다.