

# 지열히트펌프 국산화 방안

지열히트 펌프의 종류와 장단점을 소개하고 국산화에 필요한 시장 형성 상황, 국내의 산업기술 수준과 보급 촉진을 위한 정부 시책 제언 등에 관하여 서술한다.

김진상  
ERE 대표

지각에 분포한 저온의 열을 열원으로 이용하는 지열히트펌프는 높은 효율과 친환경적인 특성을 가지고 있고, 신재생에너지로 분류되면서 그 보급 속도가 전 세계적으로 빨라지고 있다. 지열히트펌프 시스템의 주요 구성요소는 지중열교환기와 히트펌프 유닛, 그리고 물배관 시스템으로 볼 수 있는데, 다른 신재생에너지에 비하여 국산화율이 매우 높은 편이다. 지열히트펌프의 구성요소 중에서 핵심 구성품이면서 대부분을 수입에 의존하는 부품인 히트펌프 유닛은 전체 지열히트펌프 시스템 비용의 약 15%에 달하지만, 이러한 물열원 히트펌프 유닛을 40~50년 전부터 상용화시켜 대량 생산하는 체제를 갖추고 있는 미국의 제조업체들과 경쟁은 용이하지 않으므로, 국내시장의 성장과 더불어 장기적인 계획과 전략, 그리고 지원이 뒤따라야 한다. 또한 시스템 설계 기술과 최적화 기술은 현장 여건에 적합한 설계를 통해 국내 지열히트펌프의 정착을 위해 꼭 필요한 부분이다.

## 서론

지열을 열원으로 이용 히트펌프는 냉난방 방식 중에서 가장 효율이 높고, 환경 친화적인 방법으로 알려져 있다. 지구온난화를 유발하는 이산화탄소 배출 절감을 위한 방안 중에서 가장 경제적이고 효과적인 방법으로 인식되면서, 많은 국가들이 각종 지원을 통해서 보급을 확대하기 위해 노력

하고 있다. 또한 신재생에너지의 하나로 분류되어 있으며, 최근 국내에서 일정 규모 이상의 공공건물에 신재생에너지의 적용이 의무화되면서, 다른 신재생에너지에 비하여 건물에 적용이 유리한 지열히트펌프가 큰 관심을 받고 있다. 유가가 높고 상대적으로 전력비용이 매우 낮은 국내 에너지 가격구조는 지열히트펌프 적용에 매우 유리한 구조로서, 보급이 확대되기 시작하여 초기투자비용이 안정화되면 투자회수기간은 다른 나라에 비하여 짧아질 것으로 예상된다.

현재의 지열히트펌프는 미국에서 오래 전부터 사용되어 온 물열원 히트펌프(water source heat pump)에서 유래되었다고 볼 수 있다. 물열원 히트펌프 시스템은 zone별로 분산되어 설치되어 있는 히트펌프에 물을 공급하는 공용 물 순환 회로에 냉각탑과 보일러가 연결되어 있는 구조를 갖고 있다. 지열히트펌프 시스템은 이와 매우 유사한 구조를 가지고 있는데, 냉각탑과 보일러 전체 또는 일부가 지중열교환기로 대체된 구성을 갖고 있다.

지열히트펌프는 지중에 설치되어 열을 흡수하거나 저장하는 지중열교환기와 히트펌프 유닛 그리고 물이나 부동액의 열전달 매체가 순환하는 배관과 펌프 시스템으로 구성되어 있다. 건물내부로 물을 순환시키는 hydronic 시스템의 경우에는 건물 내부에 부동액 회로가 있고, 온수를 사용하는 경우 온수 회로가 있다. 지하수 또는 지표수를 사

용하는 경우 직접 냉매와 열교환을 하지 않는 경우가 일반적이는데, 이 경우에는 지하수/지표수와 히트펌프 사이에 열교환기를 두어 열교환기와 히트펌프 사이에 부동액 회로가 추가로 존재하게 된다.

지열히트펌프 시스템의 비용 중에서 지중열교환기의 비용이 가장 큰 것이 일반적이는데, 그 방식이나 현장 여건에 따라서 크게 차이가 난다. 지열히트펌프 시스템의 사업비용은 대부분 국내에서 사용된다. 천공 및 설비업체 등 여러 업체가 참여하는 공사로서 고용효과가 매우 높다고 할 수 있다. 대부분 수입에 의존하는 태양광, 풍력 등과 달리 지열히트펌프 시스템은 이미 대부분 국산화되어 있다고 볼 수 있다. 그 중에서 지열히트펌프 유닛은 대부분 수입에 의존하고 있는데, 이 히트펌프 유닛의 비용은 전체 지열히트펌프 시스템 비용의 15% 내외로 볼 수 있다.

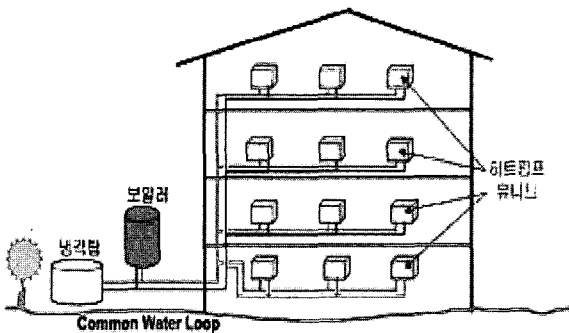
### 지열히트펌프 및 물열원 히트펌프 시스템

물열원 히트펌프 시스템에서 발전된 지열히트펌프 시스템은 기본적인 구조와 사용되는 부품에 있어서 매우 유사하다. 히트펌프 유닛에 열을 공급하는 물 루프의 온도를 조절하기 위한 냉각탑과 보일러가 연결되어 있는 구조의 물열원 히트펌프 시스템에서 냉각탑과 보일러 대신에 지중열교환기가 설치된 것이 지열히트펌프이다. 최근에

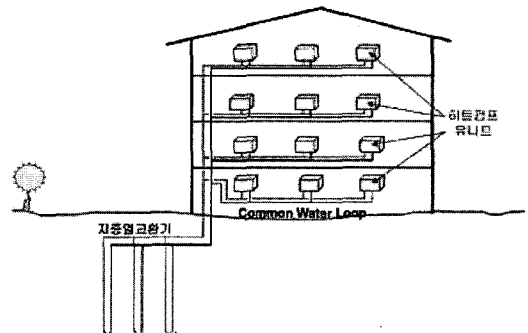
는 비용이 높은 지중열교환기가 과설치되는 것을 막기 위하여 부하의 일부를 냉각탑이나 보일러를 활용하는 복합시스템도 활용되고 있다.

### 물열원 히트펌프 시스템

이러한 물열원 히트펌프가 상업용 및 기관용으로 널리 사용된 것은 1960년대 이후로서 각 zone마다 히트펌프를 붙여서 건물 전체를 연결하는 공유 물 루프에 연결하는 방식이 1960년대 초부터 미국 서해안 지역에서 시작되어 나중에 기후가 온화한 미국 각 지역으로 확대 적용되었다. 이러한 분산형의 수열원 히트펌프는 'incremental heat pump', '캘리포니아 히트펌프' 또는 '플로리다 히트펌프'라고 불리는데, 여러 개의 물열원 히트펌프를 각 zone별로 설치하고 이를 건물 전체 공통의 물 루프(common water loop)로 연결하는 방식으로, 그림 1과 같이 하절기에는 쿨링타워를 설치하여 열을 방출하고, 동절기에는 보일러를 이용하여 물 온도를 유지하는 방식으로 기존의 방식에 비하여 zone별로 제어가 용이하며 zone별로 냉난방을 달리 수행할 수도 있으며, 냉방과 난방 zone이 섞여 있는 부분부하(part load) 운전시에는 물열원 히트펌프의 효율이 매우 높으며(그림 3), 이론적으로는 냉난방 zone의 부하가 일치하는 균형 부하(balanced load) 운전도 가능하다.



[그림 1] 물열원 히트펌프 시스템 다이어그램



[그림 2] 물열원 히트펌프 시스템 다이어그램

### 지열히트펌프 시스템

수열원 히트펌프 시스템에서 물 루프의 온도를 조절하는 역할을 하는 보일러와 냉각탑 대신에, 지열히트펌프 시스템에서는 지중열교환기가 그 역할을 대신 수행한다(그림 2).

지열히트펌프 시스템의 구성요소는 지중열교환기와 히트펌프 유닛, 그리고 이를 연결하고 그 사이를 순환하는 부동액 순환시스템으로 구성된다. 이 중에서 비용이 가장 큰 부분은 지중열교환기 부분이다. 지중열교환기 중에서 가장 대표적인 수직 밀폐형의 경우는 천공, U-pipe, 그라우팅, 헤더, 실외배관 작업 등으로 이루어진다. 그중에서 천공비용이 가장 큰 비중을 차지한다. 건물 내부의 히트펌프 유닛과 연결시키는 부동액 순환시스템의 실내부분은 배관 작업, 단열 작업, 히트펌프 유닛 연결공사 등으로 구성된다. 지열히트펌프 유닛은 물-물 히트펌프는 국산제품을 사용하는 경우도 있으나, 대부분 수입에 의존하고 있다. 지열히트펌프 유닛의 가격은 전체 시스템비용의 15% 내외로 볼 수 있다.

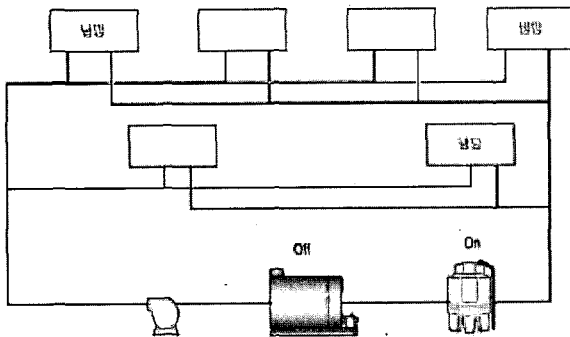
히트펌프 유닛을 제외한 나머지를 국내조달이 가능한 지열히트펌프의 국산화율은 85%에 달하며, 다른 신재생에너지에 비하여 국산화 비율이 매우 높다. 대표적인 신재생에너지인 태양광과 풍력은 대부분을 수입에 의존하고 있다.

지열히트펌프 유닛은 구조상 물열원 히트펌프와

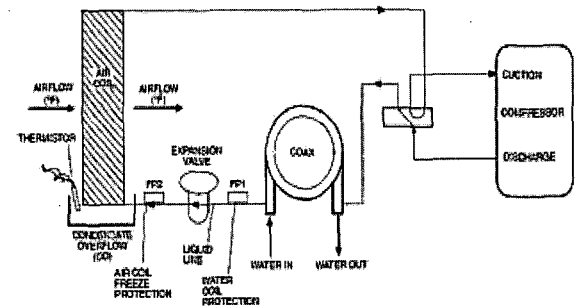
동일하며, 사용 온도범위가 다르다. 제조사들도 같은 모델을 유지하며, 수열원과 지열 히트펌프 유닛으로 들어오는 작동유체의 온도의 범위에 따라 'standard range'와 'extended range'로 관리하기도 한다.

지열히트펌프 시스템의 종류는 크게 두가지로 나눌 수 있다. 건물의 zone별로 필요한 크기의 히트펌프 유닛을 분산하여 배치하는 분산형과 건물 내부의 기계실에 부하 전체를 담당하는 히트펌프 유닛을 배치하여 냉난방을 담당하는 집중형의 두 종류가 있다. 분산형은 기존의 지열히트펌프 시스템에서 널리 사용되는 방식으로 zone별로 냉방과 난방을 별도로 수행할 수 있어서 zone별 제어특성이 우수하고 그리고 에너지 절약의 측면에서 유리한 방식이다. 물-물 히트펌프 유닛을 zone별로 설치하여 팬코일에 연결하여 사용하는 방식도 있다. 이에 반하여 집중형은 관리에서 유리한 방식으로 대용량의 물-공기 히트펌프 유닛을 사용하여 건물 내부로 공기를 공급하거나, 물-물 히트펌프 유닛을 기계실에 설치하여 건물 내부로 냉수나 온수의 물 형태로 공급하는 방식이 있다.

국내에서는 물열원 히트펌프가 건물에 적용된 사례가 많지 않다. Zone별로 물열원 히트펌프 유닛을 설치하여 히트펌프 유닛에 지중 순환 작동유체를 공급하는 방식에 대한 설계자의 경험이 부족한 반면에, 도시가스를 이용한 흡수식 냉온수



[그림 3] 수열원 히트펌프 시스템의 부분부하 운전



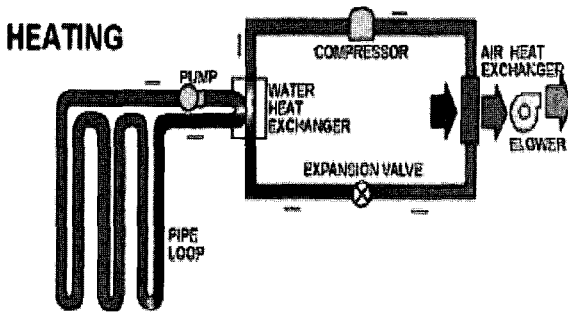
[그림 4] 물-공기 히트펌프 유닛 다이어그램

기에 경험이 많으므로, 이와 같이 냉수와 온수를 건물 내부로 공급하는 방식인 물-물 히트펌프 유닛을 적용하는 사례도 증가하고 있다.

### 지열히트펌프 유닛

지열히트펌프 유닛은 히트펌프는 냉장고나 에어컨과 같은 원리로 작동한다. 구성요소 또한 사방면(four way valve, reversing valve) 등 일부 제품을 제외하면 동일하다(그림 4). 그림 5는 물-공기 히트펌프의 경우의 부품구성과 작동원리를 나타낸다. 지열용으로 사용되는 히트펌프 유닛은 압축기와 열교환기를 하나의 유닛에 포함한 일체형(unitary type)으로 제작하는 것이 일반적이다.

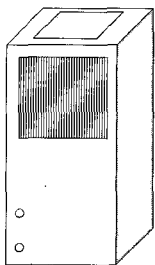
지열히트펌프 유닛은 크게 물-공기 히트펌프 유닛과 물-물 히트펌프 유닛으로 구분할 수 있



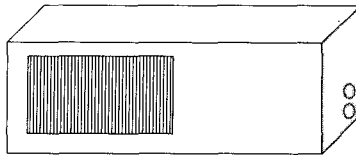
[그림 5] 물-공기 히트펌프의 난방 운전 다이어그램

다. 물-공기 히트펌프도 압축기를 내부에 포함한 일체형 히트펌프로 제작되는 것이 대부분이다. 물-공기 히트펌프는 주거나 사무공간에 가까이 설치되는 경우가 많으므로 설치공간에 방음이 부족한 경우에는 소음이 문제가 되기도 한다. 최근에는 몇몇 제조업체가 분리형(split type)의 물-공기 히트펌프 유닛을 발표하였는데, 압축기 부분을 지하 기계실 등 멀리에 설치할 수 있도록 하고 있다. 물-공기 히트펌프에는 소음절감을 위한 선택사양을 갖추고 있다. 국내의 경우 히트펌프 유닛이 천장에 설치되는 경우 미국의 경우보다 사람의 귀까지의 거리가 훨씬 가까워서, 소음에 대한 주의가 미국보다 훨씬 더 중요하다. 이러한 물-공기 히트펌프는 1 RT 이하의 소형에서부터 대략 5~6 RT까지 있으며 대용량으로 25~35 RT급까지 제품으로 발표되어 있으며, 그림 6과 같이 주로 3가지 방식이 있다. 이외에 물-공기 히트펌프 유닛에는 rooftop 타입이나 건물 실내에 준비된 공간에 설치할 수 있는 수직스택 타입도 있다.

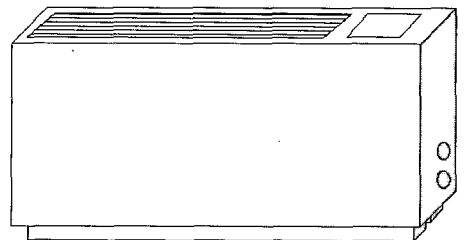
물-공기 히트펌프 유닛은 다양한 형태의 제품이 존재하고 있다. 특히 약 5~6 RT급 이하의 소용량의 수직타입과 수평타입에는 모델이 매우 다양하다. 제조업체들이 경쟁의 치열하고 신제품 개발이 집중되는 소용량 수직타입과 수평타입에는 같은 용량 같은 형식에 기능이 차별화된 제품군이 제조사별로 약간 다르지만 표 1과 같이 5 가지



수직타입



수평타입



콘솔타입

[그림 6] 물-공기 히트펌프 유닛의 종류

모델군이 존재하고 있다.

수열원히트펌프 분야에서 시장점유율이 높은 것으로 알려져 있는 회사들을 조사해 보면 물-공기 히트펌프 유닛의 수직 및 수평형에 표 1과 같은 제품군을 갖고 있다.

각가의 제품군에는 0.5, 0.75, 1, 1.5, 2, 2.5, 3, 3.5, 4, 5 RT 등으로 세분되어 있으며, 각각의 모델에 공기의 입출구 방향, 배관의 위치에 따라 2~4가지 선택사양을 보유하고 있다. 또한 압축기 출구에 소규모 열교환기를 장착하여 온수용으로 사용할 수 있도록 하는 Desuperheater 선택사양을 보유하고 있다. 기본적인 사양 이외에 소음절감을 위한 부가장치가 포함된 사양도 모두 포함되어 있는 다양한 제품군을 보유하고 있다. 그림 7은 ClimateMaster사의 제품군을 표시하

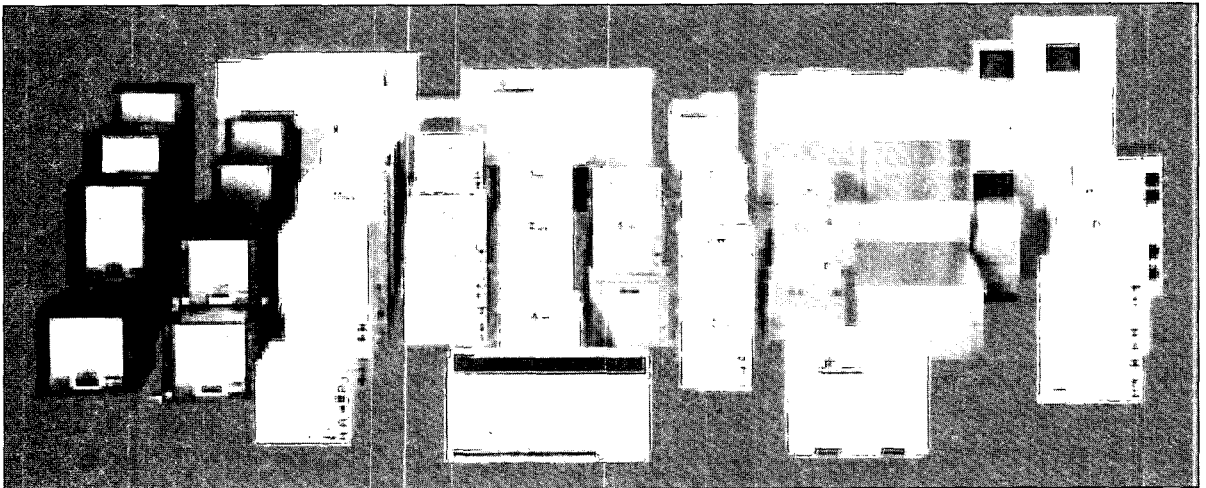
<표 1> 지열히트펌프 제품군의 특징

제품군명	용량	압축기	냉매	기타
일반형	1/2~5	로터리, 왕복동	R22	기본사양
고효율형	1/2~5	로터리, 스크롤	R22	제어강화
초고효율형	1/2~5	로터리, 스크롤	R22	압축기2대포함
신냉매형	1/2~5	로터리, 스크롤	R407c, R4	기본사양
다중신냉매형	1/2~5	로터리, 스크롤	10a	압축기2대

고 있다.

압축기는 최근에는 밀폐형 스크롤압축기가 주로 사용되고 있다. 스크롤압축기는 동급의 다른 방식의 압축기에 비하여 효율이 우수하고, 소음이 적으며, 신뢰도가 높은 편이므로 널리 사용되고 있다. 냉매가 모터를 냉각하는 밀폐형(Hermetic) 압축기는 소음이 적으며, 추가적인 소음 절감을 위한 작업이 매우 용이하다. 2 RT 이하의 소용량에는 스크롤압축기가 일반화되어 있지 않으므로, 로터리 압축기가 주로 사용된다.

ARI가 정한 물-공기 히트펌프의 시험규격에는 ARI 320, 325, 330의 3 가지 종류가 있는데, 각각이 적용하는 용도에 해당하는 제품에 맞도록 시험 온도조건이 다르다. 최근에 ARI/ISO13256-1로 통합 개정되었다. 가온(난방)의 경우에 조건이 크게 다르며, 70, 50, 32°F의 EWT에서 평가하도록 정해져 있다. 수열원 히트펌프는 ARI320을 기준으로 하며, 지하수를 이용한 히트펌프의 경우에는 ARI 325를 기준으로 삼는다. 지중열 히트펌프에는 ARI 330을 기준으로 시험된 것을 비교하여 선택하여야 한다. 기존의 ARI평가 기준과 통합된 ARI/ISO기준에는 다소의 차이가 있는데 이를 정리하면 표 2과 같다.



[그림 7] ClimateMaster사의 지열히트펌프 유닛

냉방 운전의 경우에는 EWT의 변화에 따라 냉방능력의 변화가 크지 않다. 3 RT 물-공기 히트펌프 유닛 모델의 예를 들면 EWT가 70, 80, 90°F로 변화함에 따라서 냉방능력은 40, 611 38, 972 37, 218 Btu/hr로 변화한다. 이를 비율로 계산하면 70°F를 기준으로 하여 4.0, 8.4%가 감소한다. 이에 비해 난방운전의 경우에는 EWT에 따라서 난방능력이 크게 달라진다. EWT가 50, 40, 30°F로 변화함에 따라서 난방능력은 37, 103 32, 924 29, 131 Btu/hr로 변화하는데, 이를 비율로 표시하면, 11.3, 21.5%만큼 감소한다.

위에서 설명된 것과 같이 일반적인 조건하에서 지열히트펌프의 난방능력은 냉방능력에 비하여 적다. 동일한 조건하에서는 난방능력이 냉방능력보다 압축기 소비전력만큼 크나, 냉방운전보다 난방운전은 훨씬 압축비가 커지게 되는데, 두 운전 모드 간에 운전 조건이 크게 다르다. 또한 히트펌프 유닛의 난방능력은 EWT에 따라서 훨씬 민감하게 변화한다. 지중열교환기가 부족하게 설계된 경우에는 EWT가 설계치보다 크게 변화하게 되는데, 냉방능력의 변화량은 덜 민감한 반면에, 난방능력은 훨씬 더 민감하게 변화한다.

지열히트펌프 유닛 시장이 상당히 오랫동안 R22를 사용하여 왔으며, 제조업체들이 신냉매의 적용에 둔감하여서, 대부분 R22가 주를 이루고 있었으나, 2003년도부터 일부 제조업체들이 R407c를 채택한 제품을 발표하였고 최근에는 R410a를 이용하는 제품을 생산하고 있다. 이러한 추세는 경쟁이 치열한 소형 물-공기 유닛에 적용되고 있다.

물-공기 히트펌프 유닛 시장은 제조업체 별로 모든 모델에서 경쟁하고 있는 구조이다. 그러나, 지금까지 물-물 히트펌프 유닛의 시장 규모는 이에 비하여 매우 적은 편이다. 모델도 다양하지 않은 편이다. 용량이 큰 물-물 히트펌프 유닛은 30 RT, 15 RT, 10 RT으로 모델을 구축한 회사도 있고, 30 RT, 10 RT로 구성된 회사도 있고, 35 RT, 30 RT, 20 RT, 15 RT, 10 RT로 비교적 모델을 잘 갖춘 회사도 있으나 그 수가 적다. 최근에 제조업체 관계자에 의하면, 세계적으로 물-물 히트펌프 시장이 증가하고 있으며, 30 RT급보다 훨씬 큰 모델도 곧 출시되고 모델도 세분화 시킬 예정으로 알려져 있다.

지열히트펌프 시장은 미국이 세계시장의 가장

<표 2> 지열히트펌프 시험기준 비교

RATING TESTS	Water-Loop Heat Pumps		Ground-Water Heat Pumps			Ground-Loop Heat Pumps	
	ARI/ISO	ARI 320	ARI/ISO	ARI 325 Hi	ARI 325 Lo	ARI/ISO	ARI 330
<b>Standard Cooling:</b>							
- air dry bulb, °C	27	26.7	27	26.7	26.7	27	26.7
- air wet bulb, °C	19	19.4	19	19.4	19.4	19	19.4
- air flow rate, L/s	per mfr	per mfr	per mfr	per mfr	per mfr	per mfr	per mfr
- liquid full load, °C	30	29.4	15	21.1	10.0	25	25.0
- liquid part load, °C	30	23.9	15	21.1	10.0	20	21.1
- liquid flow rate, L/s	per mfr	5.6°C rise	per mfr	per mfr	per mfr	per mfr	per mfr
<b>Standard Heating:</b>							
- air dry bulb, °C	20	21.1	20	21.1	21.1	20	21.1
- air wet bulb, °C	15	15.6	15	15.6	15.6	15	15.6
- air flow rate, L/s	per mfr	std clg	per mfr	std clg	std clg	per mfr	std clg
- liquid full load, °C	20	21.1	10	21.1	10.0	0	0.0
- liquid part load, °C	20	23.9	10	21.1	10.0	5	5.0
- liquid flow rate, L/s	per mfr	std clg	per mfr	per mfr	per mfr	per mfr	std clg
<b>External Static:</b>							
- air, Pa	0	25-75	0	25-75	25-75	0	25-75
- liquid, kPa	0	na	0	150	150	0	50

큰 부분을 차지하고 있다. 미국의 제조업체는 수열원 히트펌프 전문업체와 냉동공조 종합업체로 구분할 수 있다. 많은 수의 수열원 히트펌프 전문업체가 있고 냉동공조 종합업체가 있지만 그 중에서 ClimateMaster사, Waterfurnace사, FHP사 등이 대표적인 수열원 히트펌프 전문업체이고, 수열원 히트펌프를 공급하는 대표적인 냉동공조 종합업체에는 Trane사와 McQuay사가 있다. 적극적인 마케팅을 통한 연간 20~30%대의 성장율을 보이는 ClimateMaster사가 근래에 가장 높은 시장점유율을 보이고, 그 뒤를 폭 넓은 영업망을 보유한 냉동공조 종합업체들이 추격하고 있는 것으로 알려져 있다.

### 지열히트펌프의 국산화 방안

지열히트펌프 시스템 중에서 국산화의 대상이 되는 부분은 히트펌프 유닛과 히트펌프 시스템 설계기술이다. 미국의 물열원 히트펌프 및 지열히트펌프 시장은 주로 물-공기 히트펌프가 주를 이룬다. 자생력이 있는 시장을 보유하고 있는 미국 제조업체들이 다양한 제품군과 다양한 모델이 경쟁하는 물-공기 히트펌프 제품을 국산화하는 것은 보다는 모델 수가 훨씬 적고 미국 시장이 상대적으로 적어서 제조업체가 기술개발이 치열하지 않은 물-물 히트펌프 유닛을 국산화 하는 것이 타당성이 우수하다고 판단된다. 그러나 국내 시장 규모가 작으므로 국내의 제조업체가 지열히트펌프를 생산하는 것은 용이한 일이 아니다.

지열히트펌프 유닛을 국내에서 생산할 수 있는 능력이나 가능성이 있는 업체는 많다고 판단된다. 연구 개발능력을 보유한 대기업도 있고, 세계적인 규모의 경제를 달성한 기업도 여러 개 있다고 판단된다. 국내 시장의 규모가 성장하고 주변국가 및 세계시장의 규모가 더욱 성장하면 지열히트펌프 유닛의 국산화는 자생적으로 이루어 질 것으로 보인다.

물을 열원으로 하는 히트펌프의 국내시장은 현

재 영세한 업체들이 대부분이다. 자체적인 온도별 성능시험을 수행할 수 있는 시험 설비를 갖추지 못하고 있는 업체가 대부분이므로 열원 온도별 그리고 유량별 성능 데이터를 제공하지 못하고 있다. 지열히트펌프 시스템 설계 과정에서 히트펌프 유닛으로 반영되기 위해서는 설계자에게 제품의 성능 데이터를 제공할 수 있어야 한다. EWT 및 부동액의 순환 유량에 따라 그리고 변화하는 다양한 온도조건에 의해서 수많은 시험을 거쳐야 성능 테이블을 제공할 수 있다. 또한 설계소프트웨어에 입력할 수 있도록 자료가 준비가 되어야 설계자의 반영이 용이해 진다. 설계자에게 제공되는 성능 테이블을 만들기 위해 수많은 시험을 수행하므로 외부 기관에서 이러한 시험을 장기간에 걸쳐서 수행하는 것은 거의 불가능하며, 성능공인 기관에서 기관이 보유한 높은 정밀도를 유지하는 시험기를 이용하여 대표적인 조건에서 성능 공인을 위한 시험의 경우와는 성격이 다르다. 여러 가지 온도 조건을 제어하면서 시험을 수행할 수 있는 장비는 고가이므로 영세한 기업에서 보유하기 쉽지 않다.

공공건물에 신재생에너지 적용의무화로 대용량 물-물 히트펌프 유닛 시장의 성장 가능성이 증가할 것으로 보인다. 국산화된 제품을 시험 및 평가하기 위해서는 제조업체는 물론이고 성능평가기관에 대한 자금적인 그리고 기술적인 지원이 필요하다. 의무화 대상시설에 설치되는 모든 히트펌프 유닛은 공인기관이 성능을 인증하여 주는 제도 또한 필요할 지도 모른다. 제품화를 위한 성능 시험을 수행하기 위한 지원제도 또한 마련되어야 하며, 이러한 성능시험장치를 보유한 회사가 개발한 제품 또는 성능시험장치로 성능테이블을 만든 제품만을 시장에 출시할 수 있도록 하는 것이 필요하다.

히트펌프 유닛에 대한 리베이트 제도가 실시되어야 한다. 리베이트 금액은 성능에 따라 차별 지원되어야 한다. 이 때 공인 성능평가 기관이 평가한 성능을 근거로 리베이트 금액을 결정되어야

고효율 히트펌프 유닛의 개발을 유도할 수 있다.

하드웨어의 국산화 이외에 설계 기술의 개발도 국산화에 촉진하는 가장 중요한 부분이다. 지열히트펌프의 에너지 소비를 최소화할 수 있는 최적 설계 기술과 현장여건을 분석하여 최적의 시스템을 설계할 수 있는 설계능력이 절실하다. 이를 통하여 국내 여건에 적합한 지열히트펌프의 설계를 이룩할 수 있으며, 이것이 신속하게 국산화를 이루는 길이다.

## 결론

지열히트펌프 시스템은 다른 신재생에너지시스템에 비하면 매우 높은 국산화율과 매우 높은 고용효과를 가지고 있다. 수입에 의존하면서 핵심적인 부품인 지열히트펌프 유닛은 전체 시스템 비용의 15% 정도에 불과하다. 국내 시장규모가 증가하면 히트펌프 유닛의 국산화가 저절로 이루어질 수 있는 산업기반을 갖추고 있다. 국산화를 촉진하기 위해서는 시장을 키우는 지원과 성능평가

를 지원하는 지원이 필요하다. 효율적인 국산화를 위해 기술적인 지원을 수행하는 기관의 육성 또한 필요하다. 또한 지열히트펌프를 이용한 응용기술개발 및 최적설계기술의 개발이 절실한 상황이다. 지열히트펌프 보급은 온실가스 배출절감효과와 신재생에너지 사용확대와 더불어 고용 증대로 이루어 질것이다.

## 참고 문헌

1. 김진상 외 2 인, 지열이용 히트펌프 시스템, 설비, 2003년 7월, pp.71~83
2. All Products Guide 2005, LC007, ClimateMaster
3. McQuay Enfinity Horizontal & Vertical Heat Pumps, Catalog 1100-2, 2003, McQuay International
4. Daniel Ellis, An Overview of ARI/ISO Standard 13256-1 for Water-Source Heat Pumps