

지열원 히트펌프 시스템 및 설치사례

김 종 룰

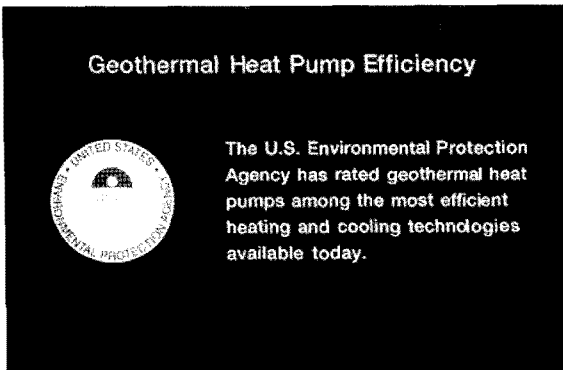
(주)이앤이시스템 기술연구소

1. 서론

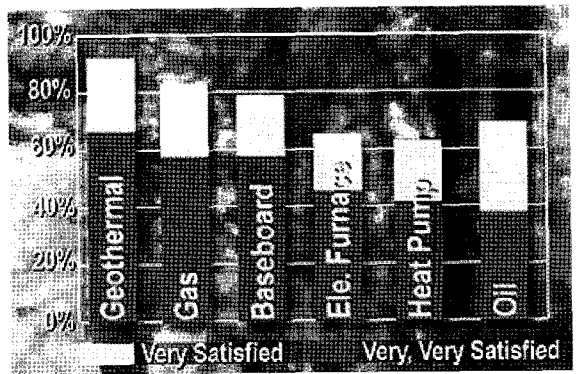
우리나라의 기후조건에서 지하심도 6 ~ 8m 이하에서는 연평균 14 ~ 16℃ 정도의 일정한 온도 분포를 유지하는 것으로 보고되고 있어 이를 열원으로 활용하여 시스템을 구성하면 안정적인 성능을 발휘할 수 있으며 동계 및 하계에도 큰 편차 없이 열원의 온도가 유지되므로 냉난방 열원으로 유효하게 이용할 수 있다. 열원으로 활용되는 일부 열원이 계절별 온도 편차가 심한 경우도 있으므로 안정적 열원온도를 확보하고 공급이 가능한 지열을 히트펌프의 열원으로 활용할 경우 이들과 비교시 더 안정적인 시스템 구성이 가능하다.

미국의 환경청(US EPA)에서는 그림 1에 나타

난 것과 같이 지열이용 히트펌프시스템(geothermal heat pump)을 현재까지 개발된 냉난방 기술 중에서 가장 에너지 효율이 높은 에너지절약 시스템으로 평가하고 있으며 이를 적극적으로 보급하기 위하여 에너지스타(Energy Star) 프로그램 등에서의 활용을 추천하고 있다. 미국의 EPA에서 적용 예에 대한 분석 자료에 따르면 건물의 냉난방에너지 소비량이 최고 73%(난방용)까지 경감되고 평균적으로 45% 정도(냉방용)의 에너지 절약 효과가 있는 것으로 보고하고 있다. 그림 2는 미국 환경청에서 조사된 냉난방 시스템의 종류에 따른 사용자들의 만족도를 나타낸 것으로 지열이용 히트펌프의 기술에 대한 만족도가 타 시스템보다 상당히 높게 나타나고 있다. 이는 지



[그림 1] 미국 환경청(US EPA)에서 공인한 지열이용 히트펌프 기술



[그림 2] 미국환경청(US EPA)에서 조사된 냉난방 시스템별 만족도

열이용시스템이 한번 시공하고나면 매우 안정적인 냉난방시스템으로 평가되고 있음을 나타내고 있다.

2. 지열원히트펌프시스템

히트펌프시스템은 잘 알려진 바와 같이 저온의 열원으로부터 열을 흡수하여 보다 높은 온도를 가진 또 다른 대상공간으로 열을 방출하는 기기로 정의되며 이것은 중력이 작용하는 공간에서 펌프가 중력을 거슬러 낮은 곳의 물을 높은 곳으로 올려보내는 것과 같이 온도가 낮은 곳의 열을 온도가 높은 곳으로 이동시키 것이 유사하므로 히트펌프라고 불리게 되었다. 히트펌프시스템의 사이클 구성은 우리가 잘 알고 있는 냉동시스템의 사이클 구성과 동일하나 열을 방출하는 응축기를 이용하는가 그렇지 않으면 열을 흡수하는 증발기를 이용하는가의 차이로 구분하면 쉽게 이해할 수 있다. 이와 같은 유사성에도 불구하고 히트펌프시스템이 냉동시스템과 구분되는 가장 큰 차이는 증발기가 일정 온도 조건에 노출되어 시스템이 안정적으로 운전이 가능하도록 하는 열원(Heat Source)이 필요하다는 점이다. 물론 냉동시스템도 냉수생산시 흡수한 열을 응축기에서 방출하기 위해 냉각열원(Heat Sink)이 필요하지만 대기나 냉각탑을 활용하는 대부분의 경우 시스템의 안정성에는 큰 문제가 발생하지 않는다. 반면 히트펌프시스템은 응축기에서 열을 방출하기 위해서는 증발기에서 일정수준의 열을 지속적 안정적 흡수가 필수사항이므로 열원을 확보하는 것은 냉각열원을 확보하는 것처럼 쉽지는 않으므로 다음과 같이 열원의 종류 및 특징에 따라 히트펌프는 다양하게 구성될 수 있다.

2.1 히트펌프의 열원

2.1.1 공기

일반적으로 공기라고 불리는 대기는 우리주위

어느 곳이나 존재하므로 수급을 위한 검토는 불필요하지만, 대기의 경우는 계절별로 온도편차가 심하게 발생하는 단점이 있어 열원으로 활용시 시스템 설계에 충분한 검토가 필요하다. 특히 동계의 경우 기온이 하강하여 빙점이하가 되면 증발기에 적상이 발생하게 되므로 이를 방지하기 위하여 제상과 같은 별도의 고려가 필요하다. 공기중에는 공장배기가스나 공정으로부터의 배기도 있으므로 이를 열원으로 사용할 경우 열교환기의 오염에 대한 고려가 바탕이 된다면 시스템 성능 향상을 기대할 수 있다.

2.1.2 물

열원으로 사용이 가능한 유체로서의 물은 폐수 및 방류수 등과 같이 생산공정이나 시설물로부터 방출되는 것과 하천수, 지하수 등의 자연상태에 존재하는 유수(流水)로 구분할 수 있다. 공기와 비교하여 비열이 크므로 동일한 온도차로도 3 ~ 4배의 열량을 확보할 수 있다. 열원으로서의 물은 공정등으로부터의 배출되는 폐수의 경우 비교적 온도가 일정한 반면 물량이 한정적이며 부식 등이 발생할 수 있으므로 이에 대한 고려가 필요하다. 자연 상태의 유수는 풍부한 유량을 보유하고 있으나 대기와 비슷하게 계절에 따른 온도변화가 발생하므로 시스템 설계시 충분한 고려가 필요하다.

2.1.3 신재생에너지로서의 지열

땅을 열원(Heat Source) 또는 냉각열원(Heat Sink)으로 활용하는 방법으로 열용량이 크고 지표면에서 일정 깊이(6 ~ 8m) 이상의 지중온도는 계절적 변화가 적고 연평균 14 ~ 16℃로 일정하므로 이를 활용하면 안정적 시스템 구성이 가능하다. 지중의 열은 열교환기를 땅과 묻어 땅과 직접 접촉하여 열교환하는 방법과 땅속을 흐르는 지하수를 이용하여 열교환하는 방법이 있다. 열원으로서의 지열은 신재생에너지로 분류되어 있어 국가 에너지 정책과도 부합하는 시스템이다.

2.2 히트펌프시스템 분류

2.2.1 공기-공기(Air-Air) 히트펌프

증발기와 응축기가 각각 공기와 열교환하도록 시스템을 구성한 것으로 냉난방 겸용사용시 운전 전환용으로 4방밸브(4-way Valve)가 필요하며 운전전환이 될 경우 증발기는 응축기로, 응축기는 증발기로 바뀌게 되고 압축기를 제외한 모든 부분에서 냉매 흐름 방향이 바뀌게 된다.

2.2.2 공기-물(Air-Water) 히트펌프

증발기는 공기와 열교환을 하고 응축기는 물과 열교환하도록 시스템을 구성한 것으로 공기로부터 열을 회수하여 온수를 생산하고 이를 난방에 사용하는 시스템으로 냉방시에는 외기에 설치된 코일이 응축기로 운전되므로 냉수를 생산하는 공랭식 시스템으로 운전된다.

2.2.3 물-물(Water-Water) 히트펌프

증발기 응축기 모두 물을 이용하여 열교환하는

시스템으로 냉난방 운전 전환은 냉매의 유로를 변경시켜 증발기와 응축기가 서로 바뀌도록 운전하는 방법과 2차측 유체인 물의 경로를 바꿔 운전 전환이 일어나도록 시스템을 구성할 수 있다. 양측이 모두 물로 열교환하므로 시스템이 동일 용량에서는 가장 컴팩트하다.

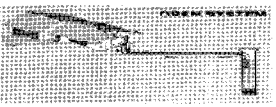



2.2.4 물-공기(Water-Air) 히트펌프

물을 열원으로 사용하고 온풍을 생산하여 난방에 사용하는 방식으로 운전전환에 따라 하계에는 냉풍을 만들어 공급하고 냉각탑 등을 이용하여 응축열을 제거하도록 시스템을 구성할 수 있다.

2.3 지열원히트펌프시스템 종류

지열이용 히트펌프시스템은 땅이 가지고 있는 열을 이용하는 것으로 지구내부의 온도와 태양복사열이 열원이다. 일반적으로 국내의 경우 지하수면을 지열히트펌프시스템은 열원의 종류에 따라 지하수이용, 지중열이용 및 지표수이용으로 분류되며 다음 표 1에 나타낸 것과 같은 특성을 나타낸다.

<표 1>지열원히트펌프의 종류

구분	시스템 개념도	개요	비고
① 지하수이용		<ul style="list-style-type: none"> - 역사가 가장 오래된 지열히트펌프 방식 - 가장 효율이 높음(개회로 방식) - 종류 : SCW(Standing Column Well) 방식 등 	
② 지중열이용	 	<ul style="list-style-type: none"> - 부동액 폐회로 방식 : PE파이프 (3/4 ~ 2인치, HDPE) - 냉매 폐회로 방식(직접팽창) : 동관을 지중에 매설 - 종류 : 수직형(가장 일반적인 방식), 수평형 	
③ 지표수이용		<ul style="list-style-type: none"> - 하천수, 호수, 해수 등을 열원으로 사용 - 대규모 사례가 많음 	

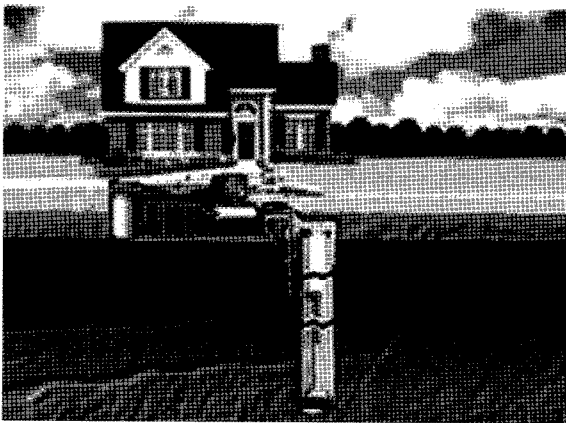
2.4 지중열교환방식 분류

지열을 이용한 히트펌프시스템은 열교환방식에 따라 크게 우물관정방식(우물관정형:SCW), 수직방식(수직밀폐형), 수평방식(수평형), 지하수방식의 4가지로 분류되며 각각의 특징은 다음과 같다.

2.4.1 우물관정형(SCW, Standing Coulmn Well)

땅속 깊은 곳의 지하수를 끌어올려 히트펌프의 열원으로 활용하는 방식으로 히트펌프와 열교환하는 지하수는 형성된 관정을 통하여 지하로 환원되는 방식으로 지중에 있는 열을 지하수를 이용하여 이동시키는 시스템이다. 그림 3에 설치개념도를 나타내며, 그림 4에 시스템 구성도를 나타낸다.

또한 일반적 천공깊이는 약 350m 내외이며 시공관경의 크기는 200A, 천공간 간격은 약 10m 내외로 시공한다. 시공후 천공당 생산가능한 열량은 냉방시 20 ~ 40RT로 평균적으로 약 30RT 생산이 가능하고, 난방시는 약 113,400 kcal/h의 열량을 생산할 수 있다. 지하수를 직접 열교환하므로 지중열교환기의 효율이 우수하고, 지중매설 및 관정에 삽입되어 배관의 용접부가 거의 없으므로 매설 후 이상발생이 매우 적다. 지중 열교환기 설치면적이 적으므로 소요 대지면적이 적어 대용량 적용에 적합하고 시공기간이 비교적 짧아 공사비 절감이 가능하며 유지 보수가 용이하다.



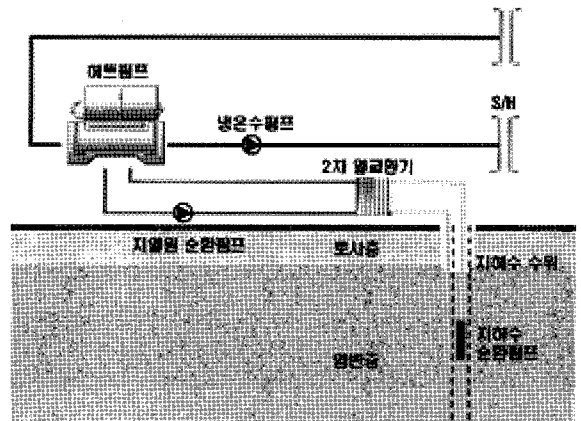
[그림 3] 설치도(우물관정형)

반면 초기투자비가 약간 높고 심정사용으로 전체 시스템에서 펌프가 차지하는 동력비율이 높고 시공전 지하수의 유무와 관정의 깊이 및 암반 종류에 대한 사전 조사가 필요하다.

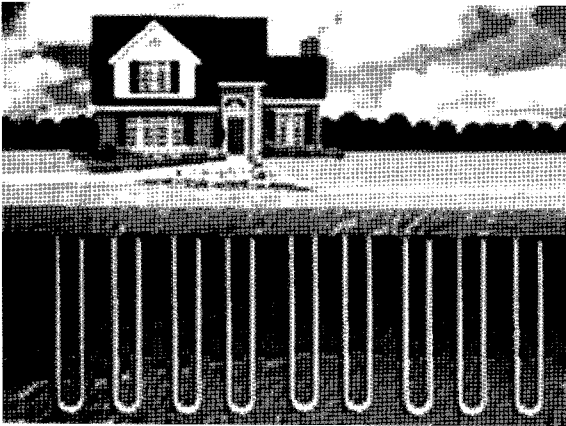
2.4.2 수직밀폐형

우체가 통과할 수 있는 U자형 파이프를 수직으로 매설하여 폐회로를 구성하고 파이프 내부로 유체를 순환시켜 땅과 열교환이 가능하도록 시스템을 구성한 것으로 하계에는 땅으로 방출을 하게 되고 동계에는 땅으로부터 열을 흡수하게 된다. 시스템에 대한 설치개념도와 시스템 구성도를 그림 5 ~ 그림 6에 나타낸다.

수직밀폐형의 경우 천공깊이는 100 ~ 150m 정도로 우물관정형과 비교시 천공깊이가 얕아 시공이 용이하다. 사용관경은 150A, 천공간격은 6m 이고 천공당 생산가능열량은 냉방운전시 2~3RT이며 난방운전시 7,560kcal/h이다. 전형적인 지열시스템으로 국내 설치사례가 많고, 기술자료가 일반화되어 있다. 우물관정형과 비교시 천공 하나당 소요 면적은 적으나 생산 가능열량이 적어 동일 용량일 경우 천공개수가 10~15배 가량 되므로 실제 소요 면적은 3.5~5.3배 가량 늘어나게 되지만, 지하수의 유무에 따른 성능차가 거의 발생하지 않으므로 적절한 그라우팅 소재로 정상적



[그림 4] 시스템구성도(우물관정형)



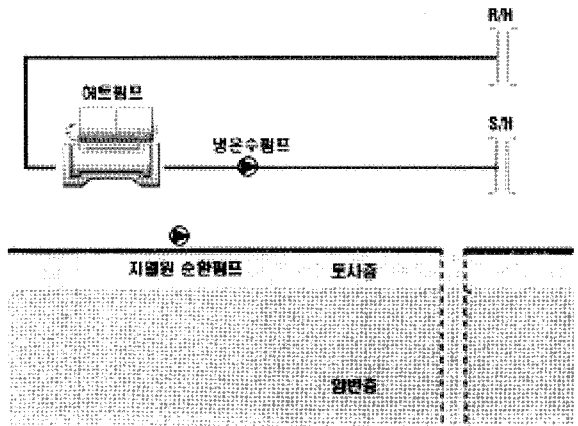
[그림 5] 설치도(수직밀폐형)

시공이 이루어지면 타방식에 비하여 비교적 안정적인 시스템으로 운전이 가능하다. 그러나 초기투자비가 높고 지중열교환기 설치 소요면적이 크므로 소요 대지면적이 크며 매설배관 및 매입배관이 많아 시공시 주의를 요하며 천공개수가 많아 공사기간이 길어질 수 있다.

2.4.3 수평형

파이프를 수평으로 매설하여 땅의 열을 이용하는 방식으로 매설된 파이프 내부로 유체를 통과시켜 땅과 열교환이 이루어지게 된다. 1.5m 가량 깊이로 천공을 하고 200A 관경의 열교환용 파이프를 그림 7의 설치도에 나타난 것과 같이 나선평방향 또는 나선모양으로 지하에 매설하며, 10m 간격으로 천공을 한다. 비교적 얕은 위치에 매설되어 있어 대기온의 영향을 많이 받게 되지만 시공 및 비용적측면에서는 매우 우수한 방법이므로 매설(트렌치)깊이, 파이프 직경 및 백필링 방법등에 대한 검토가 필요하다.

수평형의 경우 앞서 소개한 두 가지 방법과 비교시 가장 넓은 설치면적을 필요로 하고 지중열교환기가 설치된 면적은 다른 건축용도로 사용이 불가하므로 계획적 시공이 필요하다. Slinky형의 경우 깊은 트렌치내에서 파이프 이격을 위한 고정 등 추가 작업이 필요하다.



[그림 6] 시스템구성도(수직밀폐형)



[그림 7] 설치도(수평형)

2.5 지중열교환히트펌프 시스템의 활용방안

지열이용시스템은 향후 미이용 에너지원의 개발과 신, 재생에너지 분야에서 매우 중요한 위치를 차지할 것으로 기대되며, 막대한 지열에너지를 활용한 에너지 절약적인 시스템의 개발과 이분야의 응용기술의 기초자료로 활용하여 건물의 용도별 규모별 최적의 설비시스템으로 구축할 수 있다.

2.5.1 수평형일반 건물과 주거용시설

- 근린생활시설, 사무소건물, 호텔, 판매시설, 병원 등 다양한 용도의 건물에 적용할 수 있다.
- 복잡한 도심의 건축물에서도 수직루프형 지열

교환기를 건물 주변에 시공하여 시스템의 적용이 가능하며, 신축건물은 물론 건물의 리모델링에도 매우 효과적으로 적용할 수 있는 시스템이다.

2.5.2 군시설, 학교, 체육시설 등에서의 보급 활성화

- 지열시스템 시공을 위한 충분한 부지공간을 확보하고 있어 수직형 루프방식은 물론 저가의 수평형 루프방식의 시공이 가능하여 매우 높은 경제성을 확보할 수 있다.
- 반영구적인 지열 교환시스템은 한번 시공하면 추후 건물의 개보수, 리모델링, 개건축 등의 조건에서도 기존의 시스템을 재활용할 수 있어 반영구적인 에너지원으로 재활용이 가능하다.

2.5.3 공공시설, 체육시설, 복지시설, 수영장, 대형식당 등에서의 활성화 기대

- 도시의 인구증가로 인하여 증대되고 있는 공공시설, 복지시설, 체육시설 등에 청정에너지 공급과 활용할 수 있다.

2.6 현장적용을 위한 공사비 검토

2.6.1 건축공사비 산정 방법

건축시 공사비는 표 2에 나타난 것과 같이 건축

연면적에 대하여 산정한다.

2.6.2 용도별 기준 건축공사비

용도가 지정된 경우는 표 3에 나타난 것과 같이 표준건축비에 용도별 비율을 적용하여 산정한다.

2.6.3 년도별 표준 건축 공사비

- 2008년 : 1,441,000원/m²(건설교통부 고시 제2007-621호 : '07.12.28)
- 2007년 : 1,382,000원/m²(건설교통부 고시 제2006-559호 : '06.12.26)
- 2006년 : 1,336,000원/m²(건설교통부 고시 제2005-455호 : '05.12.26)

2.6.4 신재생에너지 산정

상기 내용을 기준으로 건축공사비를 산정한 후, 산정 금액의 5% 이상을 신재생에너지에 적용함.

2.6.5 열원별 상한공사비

지중열히트펌프시스템을 포함한 신재생에너지 적용시 열원별 상한 공사비를 표 4에 나타낸다.

2.6.6 국내 지열보급현황

2008년 현재 보급이 계속 이루어지고 있으며, 교육시설의 경우 약 570 RT 정도의 보급이 이루어지고 있다(표 5, 표 6 참조).

<표 2> 건축연면적별 건축공사비 산정기준

건축연면적	건축공사비 산정기준
3천m ² 이상 ~ 5천m ² 미만	용도별 기준 건축공사비 × 건축연면적
5천m ² 이상 ~ 1만m ² 미만	(5천m ² × 용도별 기준 건축공사비) + (5천m ² 를 초과하는 건축연면적 × 용도별 기준 건축공사비 × 0.8)
1만m ² 이상 ~ 10만m ² 미만	(5천m ² × 용도별 기준 건축공사비) + (5천m ² × 용도별 기준 건축공사비 × 0.8) + (1만m ² 를 초과하는 건축연면적 × 용도별 기준 건축공사비 × 0.6)
10만m ² 이상	(5천m ² × 용도별 기준 건축공사비) + (5천m ² × 용도별 기준 건축공사비 × 0.8) + (9만m ² × 용도별 기준 건축공사비 × 0.6) + (10만m ² 를 초과하는 건축연면적 × 용도별 기준 건축공사비 × 0.4)

비고) 1. "건축연면적"이라 함은 건축법 시행령 제119조제1항제4호의 규정에 의한 연면적을 말하며 주차장 면적은 제외함.
2. 용도별 기준 건축공사비는 2호에 의함

3. 설치 사례

3.1 개요

- 적용시설명 : 한국00연구원 기숙사동
- 연면적 : 1,538평 (지상 4층, 지하 1층)

〈표 3〉 용도별 기준 건축공사비

구분	구분	용도별 기준 건축공사비
공공용	교정 및 군사시설	표준건축비 × 0.7
	방송통신시설	표준건축비 × 0.7
	발전시설	표준건축비 × 0.7
	업무시설	표준건축비 × 0.7
문교·사회용	문화 및 집회시설	표준건축비 × 0.6
	종교시설	표준건축비 × 0.6
	의료시설	표준건축비 × 0.7
	교육연구시설	표준건축비 × 0.7
	노유자시설	표준건축비 × 0.7
	수련시설	표준건축비 × 0.7
	운동시설	표준건축비 × 0.6
	요지관련시설	표준건축비 × 0.5
	관광휴게시설	표준건축비 × 0.7
	판매 및 영업시설	표준건축비 × 0.7
상업용	운수시설	표준건축비 × 0.7
	업무시설	표준건축비 × 0.7
	숙박시설	표준건축비 × 0.7
	위락시설	표준건축비 × 0.7

비고) “표준건축비”라 함은 수도권정비계획법 제14조제2항의 규정에 의하여 1㎡당 건축비에 대해 건설교통부장관이 매년 고시하는 금액을 말함.

〈표 5〉 지열 이용시설 보급현황 (2006년 통계확정치)

구분	2001년	2002년	2003년	2004년	2005년	합계
보급용량(RT)	88	207	670	1,768	2,331	5,064

〈표 6〉 용도별 보급용량 (2005년)

구분	가정용	공공시설	교육시설	사회복지시설
보급용량(RT)	39	261	570	569
구분	산업시설	상업시설	기타	합계
보급용량(RT)	307	243	342	2,331

- 냉난방시간 : 16시간
- 건물용도 : 기숙사
- 시스템 구성방식 : 축열식 지열 히트펌프 시스템

3.2 시스템 운전조건 및 개략도

본시스템은 냉방과 난방에 모두 사용하도록 설계되었으며 냉방시 공급온도는 7℃, 난방시 공급

〈표 4〉 열원별 상한 공사비

(단위 : 천원, VAT 포함)

구분	구분	설치단가
태양광 발전설비	고정식	9,300/kW
	추적식	10,960/kW
	BIPV	13,270/kW
태양열 이용설비	평판형	900/m ²
	단일진공관형	1,040/m ²
	이중진공관형	1,000/m ²
풍력 발전설비		4,770/kW
지열 이용설비	수직밀폐형	1,140/kW
	개방형(SCW형)	1,010/kW
집광채광 이용설비		4,730/m ²

- 주) ① 설치단가를 고시하지 않은 신·재생에너지원별, 설비타입별 단가는 거래사례 가격을 적용하여 별도 검토
 ② 지열 이용설비의 단위는 kW로 환산(1RT는 3.5kW임)
 ③ 태양열 이용설비의 이중진공관형에서 수관형은 제외
 ④ 풍력 발전설비는 발전기 1기당 정격용량이 10kW 이상인 설비(계통연계형 설비에 한함)
 ⑤ 상기단가로 설치가 불가능한 경우 신재생에너지센터의 승인을 얻어 설치단가를 조정할 수 있음.

온도는 50℃이다. 또한 이를 공급하기 위한 시스템 개략도는 그림 8과 같다.

3.3 장비 사양

본 시스템 구성에 사용된 장비사양을 표 7에 나타내었다.

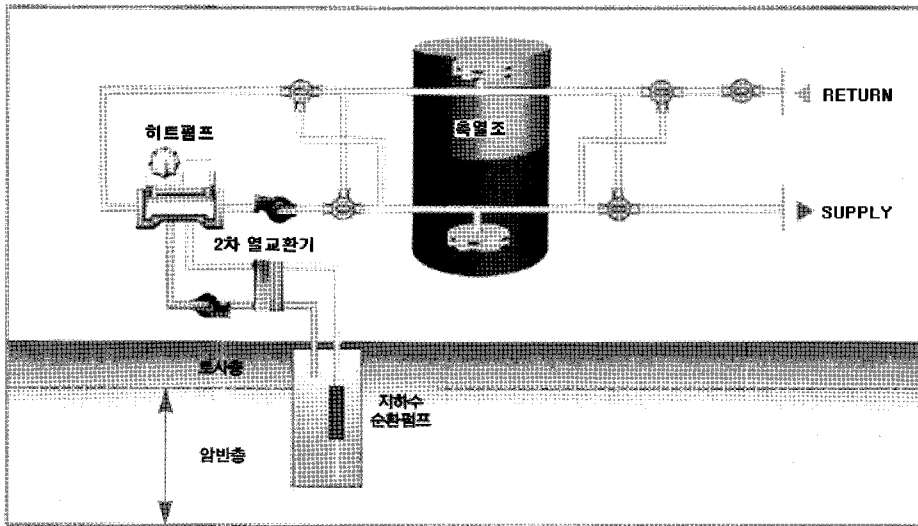
3.4 설치효과

축열식 지열을 설치하여 에너지 사용량 및 운전 요금을 산출하였다. 동일 용량의 에어컨 및 보일러(기존 1안)를 사용할 경우와 가스를 주 열원으로

로 하는 흡수식냉온수기(기존 2안)를 적용할 경우를 비교 검토하여 표 8에 정리하였다.

상기와 같이 비교한 결과 축열식 지열 히트펌프 시스템을 이용하여 냉난방을 수행에 따른 운전비가 약 11,589 천원으로 흡수식냉온수기 대비 63%, 에어컨 및 보일러 사용대비 약 64%의 운전비를 절감할 수 있으며, 이에 투자비 회수기간은 약 5년 정도로 나타났다.

연간 에너지사용량을 비교해 보면 축열식 지열 히트펌프를 사용할 경우 흡수식냉온수기 대비 약 30%를 절감할 수 있었다. 환경문제와 밀접한



[그림 8] 시스템 개략도

<표 7> 장비사양(00연구원)

구분	형식	용량	대수	비고
축열조	성층화 수축열조	174 USRt r	1 대	
히트펌프	왕복동식	25 USRt	2 대	
심정펌프	수증형	5.5 hp	2 대	
축냉펌프	인라인	1.5 hp	3 대	
방냉펌프	인라인	7.5 hp	3 대	
지열순환펌프	인라인	5.0 hp	3 대	
열교환기	판형	87.7 Mcal/h	2 대	
천공	우물관정형	400 m	2 공	

〈표 8〉 에너지사용량 및 운전요금

		축열식 지열히트펌프 (재안)	에어컨&보일러 (기준 1안)	흡수식냉온수기 (기준 2안)
전력 소비량	kWh	219,577	120,572	112,020
	toe	54.9	30.1	28.0
가스 소비량	Nm ³	-	32,915	198,513
	toe	-	34.6	49.6
에너지총 사용량(toe)		54.9	64.7	77.6
		70.7%	83.4%	기준
년간운전비		11,589 천원	34,602 천원	30,937 천원
		37.5%	111.8%	기준
CO ₂ 배출량		28.4 ton C	37.9 ton C	46.4 ton C
		61.2%	81.7%	기준

CO₂ 배출량은 가스를 사용하는 흡수식냉온수기 대비 약 39%를 절감할 수 있다. 축열식 지열히트펌프 및 에어컨의 경우에는 화석연료를 사용하지 않기 때문에 직접적인 CO₂ 배출량은 없으나, 전기생산시 발생하는 CO₂ 배출량을 고려한 값이다. 축열식 지열 히트펌프를 적용하지 않고 일반 지열 히트펌프 시스템을 적용할 경우 장비의 용량이 증대(축열조 용량)될 뿐만 아니라 일반용 전력의 사용으로 약 10년 정도의 경제성을 나타내었다. 그리고 신재생에너지인 지열과 수축열시스템을 적용하여 저렴한 투자비와 운전비를 적용 가능한 축열식 지열 히트펌프의 경제성이 국가적이나 수요자 측에서 모두 유리한 것으로 나타났다.

4. 결론

이상과 같이 지열원히트펌프의 적용가능 열원, 분류, 열교환 방식에 따른 종류 및 시스템 활용방안에 대하여 살펴보았으며 지열원히트펌프가 지중열을 이용하기 위한 천공부와 열교환기가 타열원방식과 비교하여 동일용량대비 규모가 크고 특이한 형태이므로 설계 및 시공이 다르지만 나머지 기계적 부분은 일반형 히트펌프와 대부분 동일하므로 설계 및 시공상의 특별한 어려움은 없다. 설치사례 분석을 통한 설치효과 검토에서 기

존 방식 대비 60 ~ 65%의 운전비 절감이 가능하여 약 5년내 투자비를 회수 할 수 있어 막연히 시공단가만 높아 적용하기 어려운 시스템이라는 생각을 정정할 수 있는 좋은 예시가 될 것이다. 환경적 측면에서는 직접적인 CO₂ 배출은 없으나 사용전력의 CO₂ 환산시 흡수식 대비 39% 절감이 가능하다. 지열원히트펌프시스템에 대한 활용 및 설치 사례가 증가하므로 활용가능한 에너지에 대한 관심을 증가시켜 이용도를 높이고, 보다 안정적이고 신뢰성이 높은 시스템 설계 및 제작 보급을 통하여 소비자에게는 경제적인 시스템을 제공하고, 국가에너지 정책에 부합하는 친환경적 시스템 제공에 기여할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. (사)대한설비공학회, 2004, “설비공학편람”, Vol. 3, pp. 1.8-1~1.8-18.
2. Oklahoma State Univ., 2000, “Closed-Loop/Ground-Source Heat Pump System : Installation Guide”.
3. 신현준 외, 2005, “지열 이용 열펌프시스템의 성능평가기법 및 기술기준(안) 구축”, 산업자원부, pp. 1~30. 