

국내의 축열식 히트펌프 시스템 적용사례



1. 서론

최근 국민소득이 증대되어 레저 및 스포츠에 대한 관심이 높아짐에 따라 사우나 및 수영장 등의 시설을 갖춘 에너지 다소비형 복합건물이 늘어나고 있다. 지금까지는 이러한 대형건물의 급탕을 주로 경유 및 가스보일러에 의존하여 왔으나 최근 도심지 또는 관광지의 공해방지에 대한 규제가 강화되어 청정에너지로의 대체방안이 요구되고 있다.

일반적으로 히트펌프는 전기히터에 비하여 동일한 전력으로 2~5배의 열을 더 발생시킬 수 있어 우수한 에너지 절약기기로 각광받고 있으며, 전기히터에 의한 온수기를 히트펌프 시스템으로 대체하면 전력비용이 약 1/3로 줄어든다. 또한 히트펌프의 열원으로 건물에서 발생하는 배열을 활용하면 기기 성능이 향상되며, 하계에는 최대 전력량의 20%에 해당되는 냉방부하 증가에 따라 전력부족의 우려가 심각한 상황에서 주간전력을 심야로 유도할 수 있다. 더욱이 최근 급탕용으로 사용하는 가스 및 경유요금에 5년 전보다 2배 이상 오른 반면 심야전기요금은 거의 변동이 없어 이 시스템의 경제성은 더욱 높아졌다.

한전 전력연구원에서는 목욕탕 배수열을 재활용하

여 에너지를 절약하고 주간 냉방전력 피크부하를 심야로 전이할 수 있는 생활배수열이용 축열식 히트펌프 시스템을 개발하였으며, 한전 속초 생활연구원 건물을 대상으로 '94년도에 시범적용하여 현재까지 운전중에 있다. 본 내용에서는 이 시스템 및 신축예정인 온천숙박시설에 설계 사례를 중심으로 경제성 분석결과를 제시하고자 한다.

2. 배수열 이용 현황

복합건물에서 버려지는 배수열 현황을 조사하면 시스템 적용의 타당성을 검토할 수 있고 건물에 적합한 배열이용 시스템을 개발할 수 있다. 이용가능한 배열활용 장소로 폐온수를 많이 사용하는 객실 목욕탕, 사우나, 대중탕, 샤워시설 등을 갖춘 건물로서 크게 호텔, 스포츠센터, 수영장, 골프장 등이 있다.

본 연구에서는 표본으로 대전 근교의 호텔 5개소, 스포츠 센터 2개소, 골프장 2개소, 수영장 3개소의 4가지 유형을 조사하였고, 다음과 같은 결과를 얻었다.

(1) 각 건물의 배수온도는 하절기에 28°C-31°C의

범위로 나타났으며, 동절기에는 목욕탕 이용객이 많고 이용온도도 높아 배수온도가 하절기보다 더 높다.

(2) 조사된 건물 중 배열이용 축열식 히트펌프 시스템 적용대상으로는 냉방규모, 조건 및 급탕량을 고려할 때 스포츠 센터와 대형건물에 부속된 수영장 등이 최적이고 대중탕, 사우나 시설이 있는 호텔도 적정대상이다.

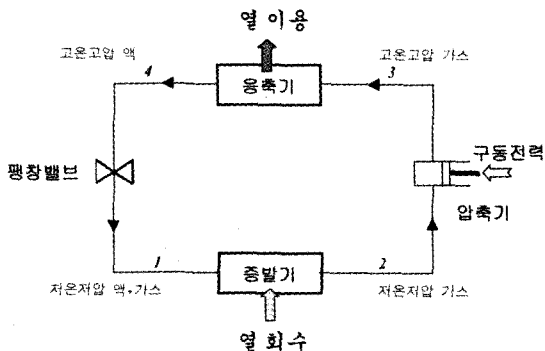
(3) 본 연구의 시범적용 대상건물인 온천수의 온도가 30℃ 이하인 온천관광지 부근 호텔 및 여관도 배열이용 히트펌프 시스템으로 구성하면 경제적이다.

(4) 현재 각 건물에 배수열 회수기가 설치되어 있으나 관리, 운용의 소홀로 인하여 사용되는 곳은 단 2곳(22.2%) 뿐이었고 그로 인한 절약효과는 약 15%이다.

3. 축열식 히트펌프 시스템 개요

3.1 히트펌프 원리

히트펌프는 열을 운반하는 냉매(프레온가스)가 주입되어 있다. 아래의 [그림 3.1]과 같이 냉매는 증발기에서 외부로부터의 열을 흡수(열원)하면서 증발(액체 → 기체)하고 저온저압의 가스상태가 되어 압축기로 흡입된다. 압축기에서는 냉매가 압축되면서 고온고압 상태가 되어 응축기로 전달되며, 응축기에서는 열을 방출(온풍, 온수로 이용)하면서 냉매는 액화된다. 고압 액화된 냉매는 팽창변에서 감압되고, 저압저온 액화상태의 냉매는 증발기로 들어간다.



<그림 3.1>히트 펌프 기본 원리도

히트펌프는 이러한 사이클을 반복하면서 저온의 열을 회수하고 압축기 동력을 추가하여 필요한 고온의 열을 발생시킨다. 결국 히트펌프는 열을 만드는 장치가 아니라 운반하는 기능을 가지고 있으며, 히트펌프란 명칭도 저온의 열을 마치 펌프처럼 고온의 열로 끌어올리는 장치라는 개념적인 의미로 명명되었다.

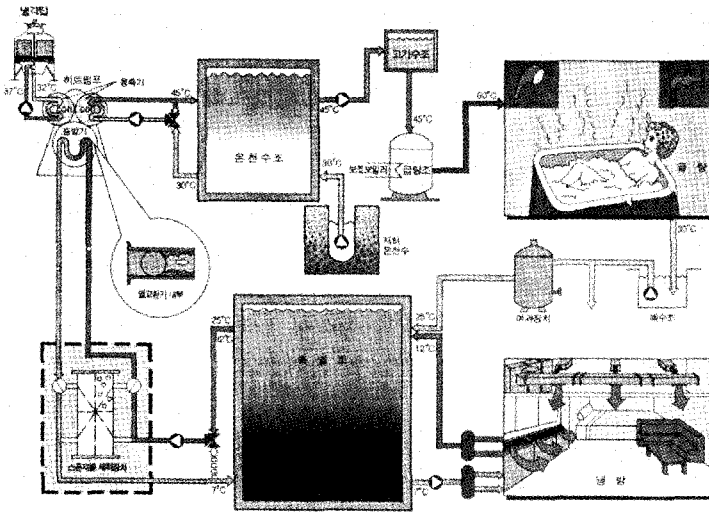
이 히트펌프는 일반적인 냉동기와 비교하여 설명하면 다음과 같다. 냉동기는 히트펌프와 동일한 사이클로 운전하지만, 증발기에서 열을 흡수하는 과정에서 냉열(냉풍, 냉수로 이용)을 발생시켜 냉방에 이용하고, 응축기에서 발생하는 열은 외부에 방열(에어컨의 실외기, 냉동기의 냉각탑)시키는 원리로 운전된다. 물론 히트펌프도 증발기와 응축기측의 온열 및 냉열 이용방향을 바꾸면 냉동기와 같은 기능을 가지므로, 히트펌프 1대로 냉방과 난방(급탕)이 동시에 가능하다.

히트펌프는 전력을 사용하여 온열을 발생시킨다는 의미에서는 전기히터와 동일하나, 히트펌프가 외부의 열을 회수하기 때문에 이 회수된 열 만큼은 전력소비가 줄어든다. 일반적으로 성능계수인 COP(Coefficient of Performance)란 용어는 히트펌프나 냉동기의 성능을 표현하는 데 사용되며, 이는 출력열량을 입력전력(열량으로 환산)으로 나누어 계산한다. 따라서 전기히터는 COP가 1이며, 히트펌프는 증발기에서 회수되는 온도에 따라 변하지만 대략 COP가 3~5정도 되므로 전기히터보다 3~5배의 열을 더 발생시킬 수 있다. 과거에는 이 전력비용을 일반 전기요금을 적용함에 따라 성능이 우수함에도 불구하고 가스나 기름보다 높아 실용화되지 못하였으나, 최근에 심야요금 제도가 적용되면서 가스나 기름보다 에너지비용이 줄어들어 경제성이 우수한 것으로 나타났다.

3.2 축열식 히트펌프 시스템 구성

생활배수열이용 축열식 히트펌프 급탕 및 냉방 시스템의 개념도가 [그림 3.2]에 나타나 있으며, 급탕용 급수는 각각 시수 또는온천수를 이용하고 있다. 시스템은 배열활용으로 에너지 절약에 기여하는 춘·추·동계운전 모드와 에너지 절약 뿐만 아니라 축열식 냉방시스템으로 전력피크 감소에 기여하는 하계운전 모

드로 구분되며, 구체적인 운용과정을 살펴보면 다음과 같다.



〈그림 32〉생활배수열의 히트펌프 시스템 기본구성도

(1) 춘추동계 운전모드

○복합건물의 사우나와 샤워장 등에서 목욕 후 배출되는 30°C의 배열수를 축열조에 저장.

○값싼 심야전력을 이용 히트펌프를 가동하여 증발기에서 축열조에 저장된 배열수를 열원으로 사용하고 하수로 배출

○히트펌프 가동시 응축기에서는 이 열을 받아 온천수조에 저장된 30°C의 온천수(시수는 약 10°C)를 45°C까지 상온시킴.

○온천수조에 저장된 45°C의 온천수(시수)를 보조급탕조에서 보일러를 이용 50°C까지 높인 후 사우나와 샤워장 등의 급탕에 사용.

(2) 하절기 운전모드

하절기에는 배열수를 이용하지 않고 하수로 배출

○심야에 히트펌프 가동하여 증발기에서 축열조에 저장된 12°C의 시수를 7°C까지 저하시킴.

○주간에는 축열조에 저장된 7°C의 냉열을 건물냉방에 사용.

○히트펌프 가동시 응축기에서 발생하는 열을 온천수조에 저장된 온천수(시수)의 온도를 45°C까지 상온시킴.

○이 온천수(시수)를 하계시에는 온도를 높이지 않고 급탕에 직접 사용

○온천수조 전체의 온도가 45°C 이상으로 올라가서 배열이 불가능하면 냉방운전에 지장이 없도록 냉각탑을 운전하여 이 열을 배출.

3.3 적용대상별 시스템

설계기준

축열식 히트펌프 시스템의 적용은 건물에 대중목욕탕이나 사우나 시설이 있어 동절기에 온수사용량이 많아 배수량이 많고 하절기에 냉방부하가 큰 건물이면서 중앙공급에 의해 급탕과 냉방이 동시에 이루어지는 건물이어야 효율가치가 크다고 볼 수 있다.

따라서 많은 온수를 소비하는 목욕탕이나 수영장을 포함하는 스포츠센터, 호텔, 골프장 등이 적용가치가 높은 것을 알 수 있다.

축열식 히트펌프 급탕 및 냉방 시스템의 적용 타당성 분석 및 시스템 설계 시 다음과 같은 사항을 면밀히 고려하여야 한다.

- (1) 히트펌프가 담당하는 동, 하절기의 급탕 및 냉방부하 크기
- (2) 동절기에 히트펌프가 감당할 급탕부하와 배수량 및 배수온도와의 관계
- (3) 하절기에 급탕부하와 냉방부하와의 관계
- (4) 공조방법(중앙집중식이 유리)

규모가 큰 복합건물에서는 축열식 히트펌프 시스템으로 전체 급탕 및 냉방부하를 감당하는 것은 투자비가 크므로 경제적 측면에서 비효율적이다. 따라서 부하특성에 따라 축열식 히트펌프는 시스템이 담

당하는 부하를 합리적으로 결정하여야 하며, 부족한 부하는 기존방식으로 설계하는 것이 바람직하다.

4. 속초 생활연수원 건물에 대한 시범적용 사례

본 시스템의 시범적용을 위한 대상건물은 한국전력 공사에서 직원 휴양소로 건립하는 속초생활연수원 증축건물로 선정하였다. 이 건물은 년중 계속해서 하루 평균 300명 정도가 이용하며, 사우나 시설은 물론 각 객실에 욕조와 샤워시설이 되어 있어 배열수가 많이 발생하는 건물이다.

이 건물은 정남향으로 위치한 지하 1층, 지상 5층 구조로 되어 있으며, 객실이 15평형 30실, 14평형 20실로서 총 50실의 건축면적 1540.7m², 연면적 5335 m², 냉방체적이 6871 m³인 콘크리트 조적조 건물이다. 현재 본 시스템은 속초 생활연수원 건물에 설치되어 '94 년초부터 성공적으로 운전되고 있으며, 시스템의 유용성을 입증하기 위하여 1년간 운전 성능측정 분석 및 경제성 평가를 수행하였다.

4.1 냉방 및 급탕 부하계산

건물의 냉방부하는 열전달의 여러 형태의 효과를 고려하여 아래와 같이 일반적인 냉방부하 산정방식에 의하여 각 열부하의 합으로 계산하였으며, 냉방부하가 가장 큰 7월의 경우, 일일 부하가 2,302,401 kcal/day 로 나타났다.

급탕 부하계산은 속초생활연수원이 휴양지인 점을 고려하여 호텔에서의 급탕사용량 기준인 1인당 일일 급탕사용량을 250리터로 하였고, 사용인원은 건물 최대 사용인원인 400명을 기준으로 하였다. 동절기에는 급탕온도는 온천수 온도를 31°C에서 60°C로 승온시킨 경우에 대하여 계산하면 2,900,000 kcal/day이며, 하절기에는 급탕사용량을 동절기의 50%로 하고, 온천수 온도를 33°C에서 60°C로 상온시킨 경우에 대하여 계산하면 1,350,000kcal/day으로 나타났다.

4.2 축열식 히트펌프 시스템 설계

속초 생활연수원 증축건물의 경우는 냉방부하가 그리 크지 않고, 별도의 보조냉방기가 없으며, 급탕이 부족한 경우 보조보일러로 충당이 가능하므로 시스템 용량은 냉방을 기준으로 산정하였다.

히트펌프 용량은 냉방부하가 가장 큰 7월의 피크일의 부하는 2,302,000kcal/day이며, 냉축열조는 심야시간대에 최대 냉방부하의 약 50%를 담당하는 것으로 하고 운전시간을 10시간으로 가정하여 40RT로 산정하였다.

히트펌프는 정격출력 37kW의 스크류식 압축기를 사용하였으며 응축기는 shell & tube식 구조로 하여 shell측의 냉매가 응축되고 전열관 내부로 냉각수 또는 온수가 흐르도록 하였다. 증발기는 맨액식으로 하여 전열관 외측에서 냉매가 증발하고 냉수나 배열원수는 전열관 내부로 통과하면서 냉각된다.

수축열조의 용량산정은 냉방부하를 충분히 만족하여야 하며, 축열조 용량산정 결과는 약 220TON으로 나타났다. 본 시스템에 사용한 축열조는 축열효율을 향상시키기 위하여 물의 비중차에 의한 일조식의 성층형으로 구성한 것이 특징이다. 이를 위하여 축열조에 연결되는 배관에는 축열조 내측에 원관형 디퓨저를 설치하였다. 축열조의 설치장소는 건물과 인접한 외부의 지중이고, 이중벽의 철근콘크리트 구조로 이중벽 사이에 단열재를 삽입하였다.

배수저장조로 유입되는 배수의 원천이 되는 사우나와 객실 목욕탕에서는 약 80TON의 급탕을 사용하며, 목욕시 급탕된 온수와 시수인 냉수를 혼합하여 사용하므로, 실제 일일 배열수량은 온수(60°C 기준)와 냉수(15°C 기준)의 혼합비율을 0.8:1로 산정하여 계산한 결과 132.7TON으로 나타났다. 배수저장조는 춘추동계 시 수축열조로 사용한다.

히트펌프 응축기에서 공급되는 급탕축열조의 용량은 급탕기구 수량에 의하여 일일 급탕 사용시간을 대략 6시간으로 가정하였고, 급탕축열조 이용온도차는 히트펌프 출구온도인 최대급탕온도 45°C에서 온천수 온도인 30°C를 제한 15°C로 하였으며, 히트펌프 40RT에 대하여 심야시간 10시간 동안 가동시키는 조건으로 급탕축열조 용량을 80TON으로 선정하였다.

히트펌프 증발기 열교환기에 배수가 유입됨에 따라, 장기간 운전하면 튜브 내에 부착된 오물로 인하여 히트펌프의 효율이 떨어져 효율적인 운전에 지장을 초래하게 된다. 이 문제를 해결하기 위하여 스폰지 볼을 튜브 내로 통과시켜 오물을 제거하는 자동세정장치를 개발하였다. 또한 배수저장조로 유입되는 배수는 머리카락 등 고체 물질의 오물을 미리 제거하여야 히트펌프 운전시 지장이 없게 되므로, 배수저장조 전단 배관에 오물을 제거하는 자동여과장치를 설치하였다.

4.3 시스템 성능측정 및 경제성 평가

설계된 배수열이용 축열식 히트펌프 시스템을 시범 적용하여 '94년초부터 1년간 계측장치를 설치하여 시

스템 성능을 측정하였으며, 그 결과를 토대로 시스템의 경제성을 평가하였다. 경제성 평가를 위하여 <급탕> 및 <급탕+냉방> 기간으로 구분하여 각각에 대한 기존시스템과 축열식 히트펌프 시스템의 에너지 소비량을 계산하여 비교하였다. 경제성평가를 위하여 산출한 기존 냉동기와 보일러 시스템과 축열식 히트펌프 시스템과의 에너지 사용량에 따른 연간 에너지 소요비용은 <표 4.1>과 같으며, 경제성 분석결과는 <표 4.2>와 같다.

경제성 분석 결과 속초 생활연수원 건물에 설치한 생활배수열이용 축열식 히트펌프 시스템의 투자회수기간이 약 1.0년으로 나타나 경제성은 대단히 좋은 것으로 판단된다.

냉동기 + 경유보일러 방식(기존)	축열식 히트펌프 시스템(개선)
1) 전력기본요금 : 6,996천원 - 100kW×5,830원×12월	1) 전력기본요금 : 924천원 - 50kW×6,210원×24,538/55,210×4월 + 50kW×620원×8월
2) 하계 냉방요금 : 2,384천원 - 일반전력 : 26,946kWh×88.5원	2) 하계 냉방요금 : 2,687천원(심야전력) - 심야 : 30,672kWh×26.2원= 803천원 - 기타 : 24,538kWh×76.8원=1,884천원
3) 급탕 경유요금 : 25,094천원 가. 하절기(6~9월) : 2,707천원 - 경유 : 5,414ℓ×500원/ℓ 나. 기타계절(9~6월) : 22,387천원 - 경유 : 44,774ℓ×500원/ℓ	3) 급탕 전기요금 : 2,794천원(심야전력) 가. 하절기(6~9월) : 없음 나. 기타계절(9~6월) : 2,794천원 - 심야 : 106,673kWh×26.2원
**년간 총 운전비용 = 34,474천원	** 년간 총 운전비용 = 6,405천원
년간 운전비용 차이 : 34,474천원 - 6,405천원 = 28,069천원	

<표 4.1> 속초 생활연수원 건물에 대한
년간 에너지 비용

항 목	일반냉동기 + 경유보일러(기존)	축열식 히트펌프 시스템 (개선)	차 액
가. 설치비용	96,768	147,254	50,486
- 축냉 설치비용	0	126,410	
- 기타비용	96,768	20,844	
나. 지원금	0	26,984	26,984
- 환전 설치지원금	0	19,680	
- 환전 설계장려금	0	984	
- 새액 공제액	0	6,320	
다. 연간 운전비용	34,474	11,405	23,069
- 에너지비용	34,474	6,405	
- 폐수처리비		5,000	
투자회수기간			1.0년

<표 4.2> 속초 생활연수원 건물에 대한
경제성 평가

5. 온천숙박시설 건물에 대한 설계 사례

본 시스템은 시범적용 결과 온천숙박시설에 적용하는 경우 가장 경제성이 우수한 것으로 나타났으며, 경남 창원지역에 신축예정인 온천숙박시설을 대상으로 시스템 적용에 따른 경제성을 분석하였다.

이 건물에는 속초 생활연수원 건물에 시범 적용하면서 나타난 문제점을 보완함으로써 보다 향상된 시스템으로 구성하였다. 이 건물은 <표 5.1>과 같이 지상 3층 지하2층 규모의 온천숙박시설이며, 급탕부하가 커서 수축열식 히트펌프 냉방 및 급탕시스템을 적용하는 데 최적의 조건을 갖추고 있다.

건축면적 : 1,202평(연면적 : 2,798평)

냉방면적 : 1,963평(숙박시설 : 562평, 목욕시설 : 597평, 상가시설 : 804평)

급탕조건 : 일일 최대 3,500명의 급탕사용인원(급탕온도 : 45°C) 공급필요

<표 5.1> 온천숙박시설 건물의 용도별 면적(m²)

층별 용도	지하 2층	지하 1층	1층	2층	3층	계
사무실	369.00	-	-	-	-	369.00
기계실	768.40	-	-	-	-	768.40
상가시설	834.60	-	1,456.24	-	-	2,290.84
숙박시설	-	-	-	934.24	934.24	1,868.48
탈의실	-	1,722.00	-	-	-	1,722.00
로비	-	230.00	-	-	-	230.00
욕탕	-	1,980.00	-	-	-	1,980.00
계	1,972.00	3,952.00	1,456.24	924.24	934.24	9,248.72

5.1 냉방 및 급탕 부하계산

건물의 냉방부하는 열전달의 여러 형태의 효과를 고려하여 아래와 같이 일반적인 냉방부하 산정방식에 의하여 각 열부하의 합으로 계산하였으며, 냉방부하가 가장 큰 7월의 경우, 일일 부하가 12,457,600kcal/day이며, 주중에는 8,000,000kcal/day으로 나타났다.

5.2 축열식 히트펌프 시스템 설계

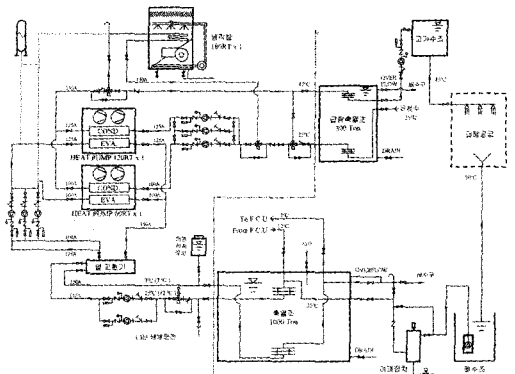
본 건물에 적용한 시스템은 속초 생활연수원에서 시범적용시에 나타난 문제점을 보완하기 위하여 [그

림 5.1]과 같이 구성하였다. 주요 보완사항을 살펴보면 폐수의 히트펌프 증발기에 직접 유입함에 따라 발생할 수 있는 순환장으로 증발기 튜브의 결빙으로 인한 파손사고를 방지하기 위하여, 히트펌프와 수축열조 사이에 열교환기를 설치하고 히트펌프와 열교환기 사이는 브라인으로 순환토록 하였다. 또한 히트펌프는 2대를 설치하여 1대 고장시 대비할 수 있도록 하였으며, 자동세척장치는 사용결과 설치비용에 비하여 효용성이 떨어질 뿐 아니라 주기적인 열교환기 청소를 통하여 세척이 가능하여 본 시스템에서는 제외하였다. 그 외에도 급탕을 보조 보일러에 의한 추가열원 없이 45°C로 공급토록 하였다.

히트펌프 용량은 피크시 냉방 및 급탕부하를 만족하도록 120RT와 60RT 2대로 선정하였다. 또한 냉방 및 급탕운전시 냉수측 온도를 7~3°C, 급탕전용 운전시 냉수측 온도를 12~7°C로 하였고, 온수측 온도는 40~45°C를 기준으로 하였다.

수축열조의 용량산정은 냉방부하 및 회수되는 폐열량을 충분히 만족하여야 하며 계산한 결과 976TON으로 나타났고, 축열조 단열방수 면적 및 여유공간을 감안하여 1,337TON으로 결정하였다. 본 시스템에 사용한 축열조는 속초 생활연수원의 경우처럼 축열효율을 향상시키기 위하여 물의 비중차에 의한 일조식의 성층형으로 구성하였다.

히트펌프 응축기에서 온열을 공급하는 급탕축열조의 용량은 오전 6시부터 익일 오후 1시까지 각 시간대별 사용율을 감안하고 온천수 온도인 25°C에서 급



[그림 5.1] 온천숙박시설에 대한 수축열식 히트펌프 시스템 구성도

<표 5.2> 온천 숙박시설에 대한 연간 에너지비용

빙축열 + 경유보일러 방식(기존)	축열식 히트펌프 시스템(개선)
1) 전력기본요금 : 2,332천원 -259kW × 6,210원 × 32,289/198,399 × 4개월 + 259kW × 620원 × 8개월 2) 하계 냉방요금 : 6,832천원 -심야: 166,110kWh × 26.2=4,352천원 -기타: 32,289kWh × 76.8=2,480천원 3) 급탕요금 : 186,889천원 가. 하절기(6~9월) : 36,238천원 -경유: 71,330ℓ × 500원 =35,665천원 -전력: 6,477kWh × 88.5원= 573천원 나. 기타계절(9~6월) : 150,651천원 -경유: 238,937ℓ × 500원=149,469천원 -전력: 19,219kWh × 61.5원=1,182천원 **연간 총 운전비용 = 196,052천원	1) 전력기본요금 : 5,010천원 - 310kW × 6,210원 × 231,168/1,045,186 × 4개월 + 310kW × 620원 × 8개월 2) 하계 냉방요금 : 9,697천원 - 심야: 205,774kWh × 26.2원=5,391천원 - 기타: 56,067kWh × 76.8원=4,306천원 3) 급탕요금 : 29,384천원 가. 하절기(6~9월) : 없음 나. 기타계절(9~6월) : 29,384천원 -심야: 608,244kWh × 26.2원=15,936천원 -기타: 175,101kWh × 76.8원=13,448천원 ** 연간 총 운전비용 = 44,182천원
연간 운전비용 차이 : 196,052천원 - 44,182천원 = 151,870천원	

로 나타나, 경제성은 대단히 좋은 것으로 판단된다.

6. 결론

본 내용에서는 생활배수열을 이용한 축열식 히트펌프 시스템의 실용화를 위하여 배수열 이용 실태조사, 시스템의 구성, 용량산정 등에 대하여 고찰하였으며, 최종적으로 이 시스템의 보급 및 활용을 위한 경제성 분석을 수행하였다.

그 결과 본 시스템을 온천숙박시설에 설치 운영하면 투자 회수기간은 약 0.7년으로 경제성이 상당히 우수하며, 배수열이용 실태조사 결과 본 시스템의 적용 대상은 스포츠센터, 호텔 등 목욕탕이 부속된 대형건물이 유리한 것으로 나타났다.

국내에서 에너지원을 거의 전량 수입하고 있고 최근 외환위기에 처해 있는 국내 현실에 비추어 볼 때, 에너지를 절약할 뿐 만 아니라 하계 전력 피크 감소에도 기여하는 본 시스템을 적극적으로 설치 및 보급하여야 한다.

탕 공급온도인 45°C까지 온도를 높일 수 있도록 하여 계산한 결과 296TON으로 나타났으며, 축열조 단열방수 면적 및 여유공간을 고려하여 실제 급탕축열조 용량은 386TON으로 결정하였다.

5.3 시스템 경제성평가

경제성평가를 위하여 <급탕 + 냉방> 및 <급탕전용> 기간으로 구분하여 각각에 대한 비교대상 시스템과 축열식 히트펌프 시스템의 에너지 사용량에 따른 연간에너지 소비량을 <표 5.2>와 같이 계산하였다. 여기서 비교대상 시스템을 냉방은 빙축열시스템으로 급탕은 경유보일러로 하였으며, 난방의 경우 비교대상 시스템에서는 경유보일러를 축열식 히트펌프 시스템에서는 전기온돌 및 전기온풍기를 사용하는 조건으로 하였다. 설치비용과 지원금 그리고 연간 운전비용을 고려한 전체적인 경제성평가 결과는 <표 5.3>에 나타나 있다.

경제성 분석 결과 경남 창원지역의 온천숙박시설에 설치예정인 생활배수열이용 축열식 히트펌프 시스템의 투자회수기간은 약 0.7년으

<표 5.3> 온천숙박시설에 대한 경제성평가

항 목	빙축열시스템 + 경유보일러(기존)	축열식 히트펌프 시스템(개선)	차 액
○ 설치비용	416,377	584,980	118,603
- 축냉 설치비용	341,577	534,980	
- 기타비용	74,800	0	
○ 지원금	90,256	99,926	9,670
- 환전 설치지원금	69,692	69,692	
- 환전 설계장려금	3,485	3,485	
- 세액 공제액	17,079	26,749	
○ 연간 운전비용	219,052	53,911	165,141
- 에너지비용	196,052	44,182	
- 인건비추가	20,000	0	
- 환경부담금(경유)	3,000	0	
- 폐수처리비	0	9,729	
투자회수기간			0.7년