

이중 축열조를 갖는 축열식 지열원 히트펌프시스템의 노인공동주택 적용 분석연구

박종우[†], 이상훈^{*}, 조성환^{**}

(주)제이앤지, ^{*}전주비전대학 신재생에너지과, ^{**}전주대학교 기계자동차공학과

**Application analysis to a shared apartment house of heat storage type
GSHP system with dual storage tank.**

Jong-Woo Park[†], Sang-Hoon Lee^{*}, Sung-Hwan Cho^{}**

R&D Department, J&G Co., Ltd, Jeonju 560-759, Korea

^{}Department of New & Renewable Energy, Jeonju Vision University, Jeonju 560-760, Korea*

*^{**}Department of Mechanical and Automotive Engineering, Jeonju University, Jeonju 560-759, Korea*

ABSTRACT: The present study has been conducted economic analysis of heat storage type ground source heat pump system(HSGSHP) and normal ground source heat pump (GSHP) which are installed at the same building in the shared an apartment house. Cost items, such as initial cost, annual energy cost and maintenance cost of each system are considered to analyze life cycle cost (LCC) and simple payback period (SPP) with initial cost different are compared. The initial cost is a rule to the Government basic unit cost of production. LCC applied present value method is used to assess economical profit of both of them. Variables used to LCC analysis are prices escalation rate and interest rate mean values of during latest 10 years. The LCC result shows that HSGSHP (1,050,910,000won) is more profitable than GSHP by 68.9% initial cost. And SPP appeared 3.0 year overcome the different initial cost by different annual energy cost.

Key words: Heat pump(열펌프), Apartment house(공동주택), Chilled water storage(축냉), Ground source(지열원), Cooling&Heating (냉난방), LCC(생애주기비용)

기 호 설 명

LCC : Life Cycle Cost

SPP : Simple Payback Period

1. 서 론

지열(geothermal)을 열원으로 하는 히트펌프, GSHP(ground source heat pump)는 최근 수년 동안 급격히 보급되어 6,000RT 규모의 누적량을 자랑하고 있다. 대부분 공공기관 및 복지시설에 국한되어 보급되고 있기는 하지만, 매년 35%의 성장율로 증가추세에 있다. 지열원 히트펌프의 장점은 전기를 에너지원으로 사용하는 기기 중에서 냉방과 난방을 하나의 장비로 수행하며, 에너지가 절약되는 고효율 기기라는 점에 있다. 이러

[†] Corresponding author

Tel.: +82-63-271-3207; fax: +82-63-271-3203

E-mail address: jong3878@hanmail.net

한 점에서 미국을 비롯한 유럽의 선진국에서는 중대형 건물 뿐만아니라 일반 주택(residential house)에도 적용하여 매년 25%의 증가율로 보급되고 있는 실정이다.

한편, 국내에서는 주택용 전기의 누진제로 인하여 가정용으로는 보급에 어려움을 겪고 있다. 이러한 이유는 우리나라 하계와 동계의 전력소비 편차가 심한 연유에 기인하고 있다. 부연 설명하자면 전력설비는 하계 피크전력소비에 맞추어서 설치되어 있어야 하는데, 여름철에는 에어컨을 주로 사용하고 겨울철에는 유류제품을 사용하므로, 여름철의 피크전력을 기준으로 전력설비를 증설하다보면 겨울철의 피크전력이 낮게 발생하기 때문에 전체적으로 전력설비의 운전효율이 나빠지게 되므로 여름철 피크전력을 억제해야 하는 결과로 특별히 주택용 전력에 누진제를 도입하고 있다. 이처럼 지열원 히트펌프는 에너지원으로 전기를 사용하므로 마치 에어컨을 사용하는 것과 마찬가지로 여름철 피크전력소비의 주요 원인이 될 수밖에 없다.

2008년도 전력설비가 6,850만kW이고, 여름철 최대전력수요가 6,700만kW에 이르고 있는 현실을 직시한다면 지열원 히트펌프의 보급을 다른 방법으로 유도해야 할 것으로 판단된다. 따라서, 본 연구에서는 정읍시에 건설되는 민간 노인 공동주택에 이중 축열조를 갖는 지열원 축열식 히트펌프시스템을 도입한 사례를 연구하여 향후 지열원 히트펌프시스템의 보급 방향을 제시하고자 한다.

지열원 히트펌프를 이용하는 축냉설비는 이미 한국전력공사로부터 심야전력 공급에 관한 계약을 체결할 수 있도록 성능시험 기술규격이 제시되어 있다. 대부분 단일 축열조를 사용하는 것으로 보급되고 있으나, 본 연구에서는 냉방과 난방이 동시에 필요한 환절기에 대비한 설비가 구비되도록 하였다.

축냉설비를 대규모 공동주택에 적용한 사례는 국내에서 찾아보기 드물 정도로 보급이 되어있지 않은 실정이다. 최근, 축냉설비 업체가 용인에 위치한 의료기관을 대상으로 지열 및 폐열을 이용하여 두개의 축열조를 적용한 사례가 보고되고 있다. 병원에는 냉방과 난방이 동시에 필요한 경우가 반드시 발생할 수밖에 없는 상황이므로 본 연구에서 제시하는 시스템이 필요하다.

단일 축열조를 사용하여 축열식 히트펌프시스템을 적용한 사례는 최병윤 등⁽¹⁾이 생활배수열 및 공기열원을 이용하여 144객실의 대규모 콘도 시설이 있다. 한편, 조성환 등⁽²⁾은 숙박시설 및 의료시설에서는 축열식시스템이 에너지 밸런스 구현에 적합하고 경제성 확보에 탁월함을 연구하였고, 남궁도 등⁽³⁾은 변압기로부터 나오는 연속적인 배열을 이용하여 주거용 건물에 난방을 공급하는 폐열원 히트펌프방식의 축열식시스템에 대해서 실증보급을 하였다.

그러나 본 연구에서는 “축열식 냉난방장치”(특허 출원번호 2006-0115657)에 의하여 다수개의 축열조를 구비하고 지열원 히트펌프를 적용한 노인 공동주택 축열식 히트펌프시스템은 2007년도에 적용한 첫 사례로서 소개하고자 한다.

2. 시스템의 구성

2.1 시스템 설계

본 사례연구에서 적용한 시스템은 Fig. 1과 같은 운전개념도를 나타내는 축열식 히트펌프 냉난방시스템으로서 구성부분은 크게 축열조(축냉조), 히트펌프, 지열교환기 및 기계실 펌프와 배관류들로 나누어진다. 축냉설비라 불리워지는 본 적용 시스템은 건물의 최대 냉방부하를 히트펌프운전분량과 축열냉방분의 합계로 만족할 수 있으므로, 실제 히트펌프용량은 비축열식 히트펌프용량에 비해 6,70% 작게 설계할 수 있어서 열원설비의 설치비용이 절감되는 특징이 있다. 물론, 주간 냉방부하량의 100%를 저장할 수 있으나, 축냉조의 크기가 훨씬 커지기 때문에 축냉설비에 있어서 가장 경제적인 축냉율이 46%라는 보고도 있다.

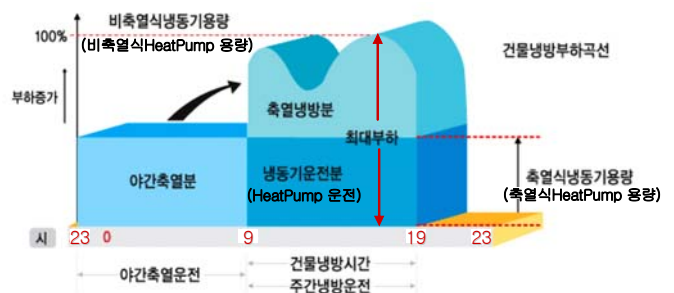


Fig. 1 축열냉방시스템의 운전개념도



Fig. 2 사례연구 대상 건물 조감도

또한, 본 연구에서는 Table 1과 같이 노인 공동주택의 세대구성에 따른 평균 냉.난방부하 합계를 산정하였다. 공동주택은 4가지 평형으로 구성되어 있으며, 최대부하일을 기준으로 냉방부하는 1,210[Mcal/h], 난방부하는 954[Mcal/h]로 나타났다. 축열식시스템에 적용할 경우, 400RT 최

Table 1 공동주택 세대구성에 따른 평균 냉.난방부하 (Mcal/h)

구분	면적	세대수	냉방부하	난방부하
A형	71.2m ²	28	308,728	253,731
B형	57.2m ²	49	445,067	356,720
C형	42.7m ²	49	337,267	266,293
D형	29.2m ²	21	119,511	78,044
합계	7,502m ²	147	1,210,573	954,787

대부하 대비 냉방 축냉을 66%, 난방 축열을 100%로 하면, 히트펌프 선정용량은 320RT(최대부하의 80%)로 선정되었다. 각종 주변 장치류 및 펌프류들을 추가해서 결정한 최종 시스템은 Fig. 3에 나타내었다.

2.2 히트펌프 설계

본 연구에서 선정한 지열원 히트펌프는 Fig. 4

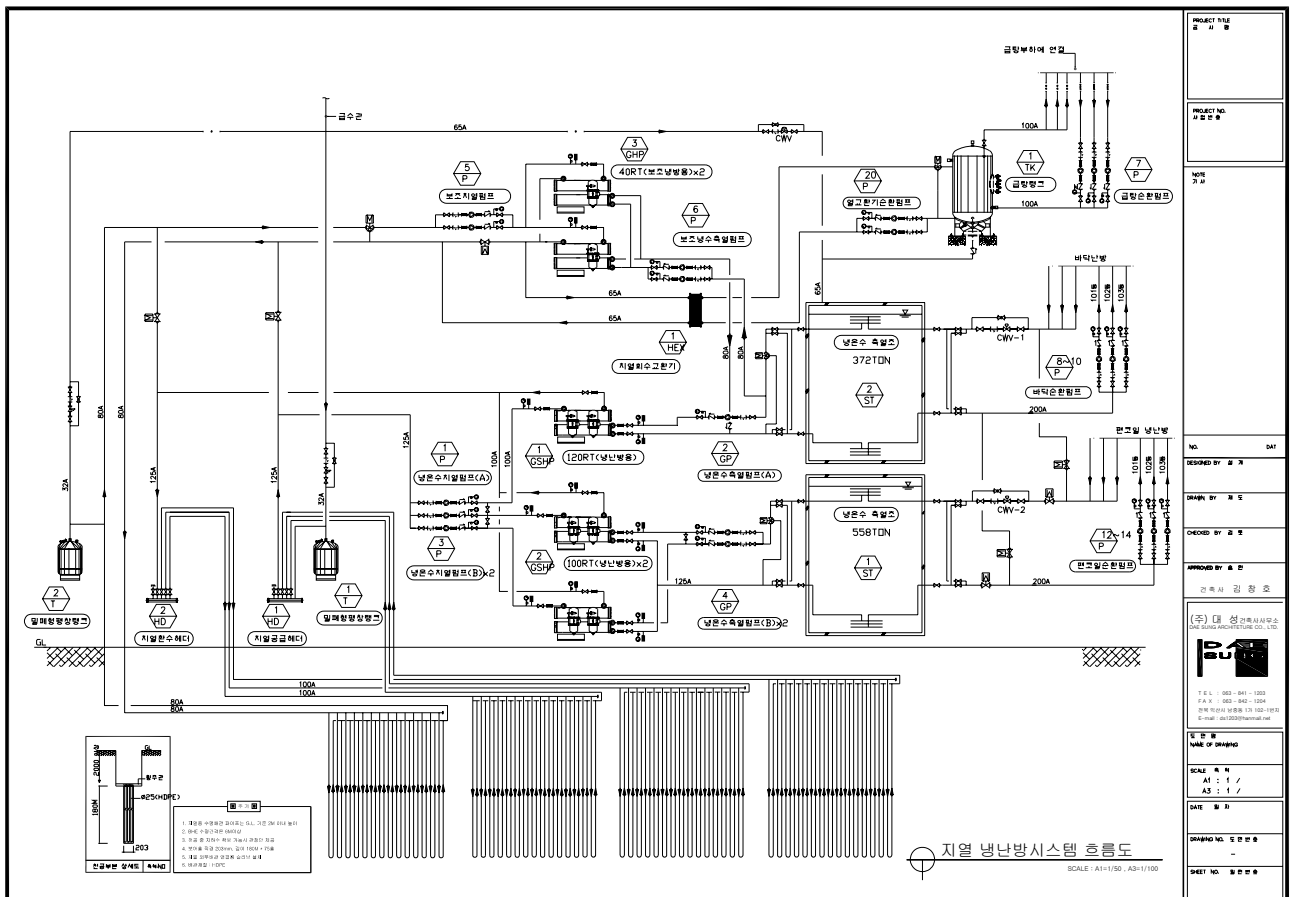


Fig. 3 이중축열조를 갖는 지열원 축열식 히트펌프시스템 개략도

에 120RT-370톤의 축열조에서 80RT의 보조냉방 운전이 진행되는 동안 지열교환기의 열주입량을 급탕열량으로 회수하므로 시스템 에너지효율이 높아지는 장점이 예상된다.

3.2 경제성 평가

본 사례연구 대상 건물은 공동주택으로서 개별 냉난방방식을 선택하여 적용할 수 있었으나, 입주자의 특성상 개별 주택의 기름보일러 유지관리가 어려운 점, 임대주택이라는 점 때문에 중앙공급방식으로 설비 종류를 전환하였다. 특히, 산악지역에 위치하기 때문에 가스 및 유류를 이용한 냉난방설비는 적용하기 어려우므로 비축열식 지열원 히트펌프시스템을 적용할 수 있었다.

이러한 비축열식 지열원 히트펌프시스템은 최대 냉방부하를 기준으로 설치해야 하므로 여유율을 감안하여 420RT용량을 설치하는 것으로 하였다. 비축열식 지열원 히트펌프시스템(대안 1)과 본 사례연구 대상 시스템(대안 2)을 설치 및 운전하였을 때, 단순투자회수기간과 생애주기비용을 계산하고 그 결과를 Table 2에 나타내었다.

지열원 히트펌프시스템은 산자부의 2007년도 설치원별 기준단가를 적용하였고, 생애주기비용을 산출할 때, 각 설비의 수명은 법인세규정 40년을 내용연수로 하되, 보수교체비 산출은 현가법에 의한 해당설비의 내용연수를 감안하였으며, 이때 반영된 실질이자율은 2.966%로서 1997년부터 2006년까지의 10년동안 물가상승율과 정기에 금이자율의 평균을 통해서 계산하였다.

4. 결론 및 제안

한국전력공사의 축냉식 심야전력기기 기술규격을 만족하고, “축열식 냉난방장치”(특허출원번호 2006-0115657), “삼중관용 스페이서”(실용출원 2007-0017431)를 적용한 노인 공동주택 지열원 축열식 히트펌프시스템의 적용사례를 분석한 결과 투자비 증가율은 축열조를 사용하는 방식이 비축열식 지열원 히트펌프시스템에 비해 20.4% 높게 나타났으나, 실질적인 투자회수비는 3.0년으로 비교적 양호하게 나타났다.

또한, 생애주기비용을 계산한 결과 축열식 지

Table 2 단순투자회수기간 분석

단위:천원

구분	대안 1	대안 2	비고
시설비	1,523,454	1,835,000	설치기준단가
보조금	0	130,000	축냉지원금
세제혜택	121,876	146,070	신재생 및 축냉설비
운전비	143,719	91,483	1년간 냉.난방/급탕
시설비 차액	기준	157,352	①
운전비 차액	기준	52,236	②
SPP	기준	3.0년	①/②

Table 3 생애주기비용 분석

단위:천원

구분	대안 1	대안 2	비고	
시설비	1,523,454	1,835,000	지원금/세제혜택제외	
보수교체비	15년	618,768	701,845	현가법 적용
	30년	633,890	547,155	
	계	1,252,658	1,249,000	
폐기비	30,469	36,700	2%적용	
유지관리비	매년	2,194	2,366	평균0.6%
	40년후	51,010	55,010	
에너지사용비	매년	143,719	91,483	현가법 적용
	40년후	3,340,375	2,126,288	
총비용	6,076,107	5,025,197		
선정여부		●	선정안	

열원 히트펌프시스템이 10억 5천만원 정도 절감되는 것으로 나타났는데, 이는 초기설치비의 68.9%에 해당하였다.

이러한 결과로 볼 때, 중앙집중식 주거용 지열원 히트펌프의 적용 방법은 심야전력을 이용한 이중축열조 방식 지열원 축열식 히트펌프시스템을 선정하는 것이 바람직한 것으로 나타났다.

향후, 본 사례연구 대상 시스템의 장기적인 운영비 및 시스템 안정성을 평가함으로써 적용방안을 도출할 수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

1. Choi, B. Y., Lee, K. H. and Joo, Y. J., 1998, Cooling and water heating system for energy saving by using daily waste water heat, Spring Conference Proce. of the KOSEE, pp. 111-116.
2. Choi, Y. D., Han, S. H., Cho, S. H., Kim, J. S. and Um, C. J., 2006, Study on the simulation of heat pump heating and cooling system to resident building, Conference Proce. of the SAREK, No.6, pp. 915-920.
3. Namgung, D., Ahn, J. S., Kim, J. G. and Han, S. O., 2005, Application of substitute cooling system on a residential multi transformer substation, The electrical works, Vol.22, No. 9, pp. 34-38.