

가스냉방 경제성분석

전기냉방에 대한 가스냉방의 경제성분석 결과를 제시하고자 한다.

최창용

전주대학교 기계자동차공학과(cychoi@jj.ac.kr)

김영일

서울산업대학교 건축학부(yikim@snut.ac.kr)

서언

우리나라는 사계절이 뚜렷하고 산업발전과 더불어 소득 증대에 따른 쾌적성의 추구로 냉난방에 소요되는 에너지 소비가 크게 증가되고 있으며 특히 여름철 냉방부하는 지속적으로 상승되어 최대 전력부하에 대한 경제적 부담을 초래하고 있다. 따라서 관련 기관에서는 여름철 최대 전력부하를 감소시키고 에너지 수급체계의 균형을 이루고자 하는 목적으로 가스이용 냉난방시스템, 빙축열 냉방시스템 등의 사용 및 보급을 정책적으로 유도하고자 한다.

전기냉방기기(빙축열, EHP) 및 가스냉방기기(흡수식, GHP)의 초기 투자비와 유지관리비를 용량크기별로 15 RT급의 중소형과 30 RT급의 중형, 그리고 300 RT급의 대형으로 나누어 분석하고 비교함으로써 냉방 방식별 에너지소비, 비용, 환경 등을 고려한 경제성 분석을 수행하고자 한다.

전기냉방과 가스냉방의 경제성을 비교 분석하기 위해서 중소형 및 중용량(15 RT, 30 RT급)으로는 (1) 시스템 에어컨과 (2) 가스엔진 구동 열펌프를 선정하였다. 한편 대용량(300 RT급)으로는 값싼 심야전력을 사용하여 운전비를 절약하는 방식과 구동 에너지원으로 가스에 의한 연소열을 사용하는 방식의 두 가지 즉 (1) 빙축열+보일러와 (2) 흡수식 냉온수기를 비교한다. 대용량 비교에서는 순수 전기식(예, 터보냉동기)이 제외되었다.

경제성 분석을 위한 계산은 크게 초기 투자비와 유지관리비의 2가지 항목으로 수행되며 이때 초기 투자비에서는 장비비, 설치 공사비, 건축비, 受電설비, 지원금, 세제 지원 등이 고려되고, 유지관리비에서는 기본전력요금, 에너지 사용료와 함께 공간사용료, 인건비, 보험료, 수선비 등이 고려된다. 특히 냉난방설비의 경제성 분석에서는 유지관리비의 주요 항목이 에너지 사용료이며 모델 건물의 평형과 기후데이터에 따른 에너지 사용량의 산출이 필수적이다. 냉난방 부하 산정방법으로서 도입법을 적용하였다.

경제성 비교 방법

경제성 분석은 초기 투자비와 유지관리비로 항목

<표 1> 실질이자율

이자율	물가상승비율	실질이자율
$i=11.7\%$	$e=5.1\%$	$(i^* = \frac{1+i}{1+e} - 1) = 6.3\%$

<표 2> 연간 균등 부담액

초기 투자비	실질 이자율	수명	연간 균등 부담액
P	i^*	n	$P \times \frac{i^*(1+i^*)^n}{(1+i^*)^n - 1}$

으로 나누어 계산되며 유지관리비는 크게 에너지 사용비와 보전비로 분류될 수 있다. 본 계산에서 적용되는 현재의 금리 시세는 1991~2000년의 과거 10년간의 평균이자율 11.7%와 평균 물가상승비율 5.1%(통계청 자료)를 기준으로 실질이자율을 산출하였으며 내용은 표 1과 같다. 이 이자율 6.3%를 기준으로 경제성 평가를 수행하였다.

전기냉방방식과 가스냉방방식의 초기 투자비와 유지 관리비에 대하여 경제성 분석을 하는 방법으로는 여러 가지가 사용되고 있으나 대표적으로 현재가치법(present worth method)과 연속상환법(series payment)을 고려할 수 있다. 현재가치법에서는 매년 반복적으로 발생하는 유지 관리비가 현재 가치로 환산되어 초기 투자비에 더해지는 방법이며, 연속상환법은 초기 투자비가 연간 균등 부담액으로 환산되어 연간 유지 관리비에 더해지는 경우이다. 본 평가에서는 후자의 방법이 적용되었으며 따라서 본 방법에서는 초기 투자비 전체를 대출 받은 후 매년 같은 금액을 기기의 수명이 종료될 때까지 상환한다고 가정하고 연간 균등 부담액을 계산하였으며 내용은 표 2와 같다.

<표 3> 중소형 용량 냉난방 부하

항목	사양
건물	2층, 300 m ² / 총, 전체 600 m ² (182평)
U _{total}	1.39 kcal / (hm ² °C), 창문 비율 30 %
냉방 CDH (4,5,6,9월) / 부하	3,491 °Ch / 14,700,938.9 kcal
냉방 CDH (7,8월) / 부하	8,262 °Ch / 34,798,328.9 kcal
냉방 CDH (10-3월) / 부하	59 °Ch / 248,911.5 kcal
냉방 HDH 소계 / 부하	11,812 °Ch / 49,748,179.2 kcal
난방 HDH 소계 / 부하	67,143 °Ch / 113,114,469.2 kcal

<표 4> 기기의 성능(중소형 용량)

	시스템 에어컨	가스 엔진 열펌프
구성	실외기, 실내기	GHP, 실내기
냉방 COP	2.79	1.0
난방 COP	3.12	1.2
수선비	2.0%	3.0%
수명	10년	8년

매년 부담하는 금액은 원금 상환과 이자의 합이 된다. 초기에는 이자 부담이 많지만 점차로 감소되어 말기에는 원금 상환금이 많아지게 된다.

그림 1은 매년 부담해야할 원금 상환금(아래 진한 부분)과 이자(위 연한 부분)를 보여 준다.

경제성 비교

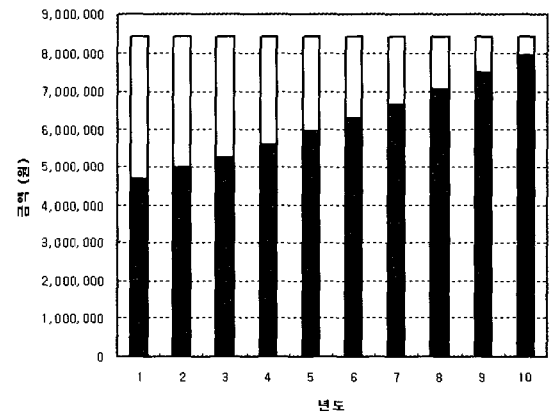
중소형 용량의 경제성 비교

중소형 용량은 15 RT를 기준으로 시스템 에어컨과 가스 엔진 구동 열펌프의 두 가지 방식에 대한 경제성 평가를 비교하였다.

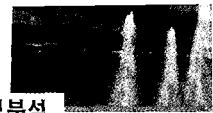
적용 대상 건물은 연면적 182평 2층 건물을 기준으로 선정하였다. 표 3은 중소형 용량 방식에서 적용한 건물과 관련된 부하계산 자료를 나타낸다. 전력 요금은 계절에 따라 3 가지(① 4, 5, 6, 9월, ② 7, 8월, ③ 10-3월)로 분류되므로 각각의 부하를 별도로 계산하였으며, 이 때 냉방부하에 대한 난방부하의 비는 2.274이다.

에너지 소비량은 기기의 효율에 좌우된다. 데이터가 충분하지 않으나 공개된 자료 검토를 통하여 표 4와 같은 성능으로 가정한다. 수선비는 초기투자비(지원금 제외)에 대한 비율을 의미한다.

분석결과, 중소형 용량 15 RT의 초기투자비에 대한 연간 균등 부담액(원금+이자상환액)을 그림 2에 나타내었으며, 초기투자비와 유지관리비를 합한 전체적인 경제성 비교는 그림 3에 요약하여 나타



[그림 1] 연간 균등 부담법



난바와 같다.

전체적인 연간 부담액은 시스템 에어컨이 GHP보다 연간 30.0% 정도 절감된다. GHP 시스템의 경우 한국가스공사의 지원금 혜택이 다소 있지만, 시스템 에어컨의 가격하락 및 성능향상으로 초기 투자비 및 유지관리비의 양 측면에서 GHP 시스템에 비하여 전체적인 비용이 낮게 나타남을 알 수 있다.

중형 용량의 경제성 비교

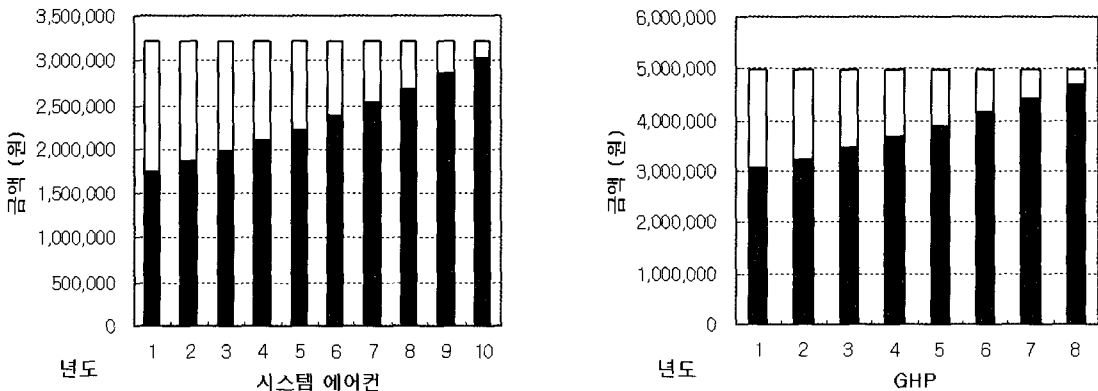
중형 용량은 30 RT를 기준으로 시스템 에어컨과 가스 엔진 구동 열펌프의 두 가지 방식에 대한 경제성 평가를 비교하였다.

적용 대상 건물은 연면적 346평 4층 건물을 기준으로

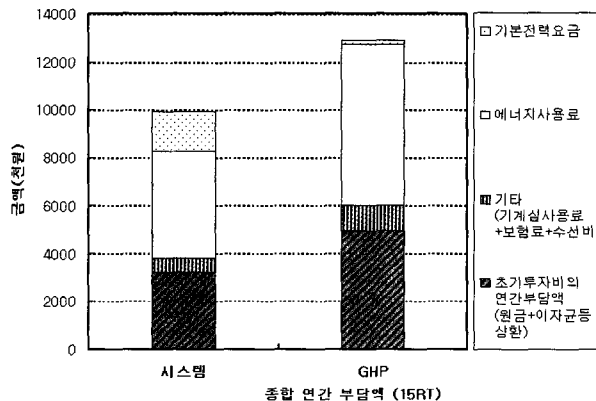
로 선정하였다. 전력 요금은 계절에 따라 3 가지(① 4, 5, 6, 9월, ② 7, 8월, ③ 10-3월)로 분류되므로 각각의 부하를 별도로 계산하였으며, 이 때 냉방부하에 대한 난방부하의 비는 2.274이다.

에너지 소비량은 중소형 용량(15 RT급)과 동일한 성능으로 가정한다. 수선비는 초기투자비(지원금 제외)에 대한 비율을 의미한다.

중용량 30 RT급의 초기투자비에 대한 연간 균등 부담액(원금+이자상환액)을 그림 4에 나타내었으며, 초기투자비와 유지관리비를 합한 전체적인 경제성 비교를 그림 5에 요약하였다. 전체적인 연간 부담액은 시스템 에어컨이 GHP보다 연간 29.5% 정도 절감된다. 이는 최근 들어서의 시스템 에어컨의



[그림 2] 초기투자비의 연간 균등부담액(중소형 용량)



[그림 3] 시스템 에어컨과 GHP의 경제성 비교(중소형 용량)

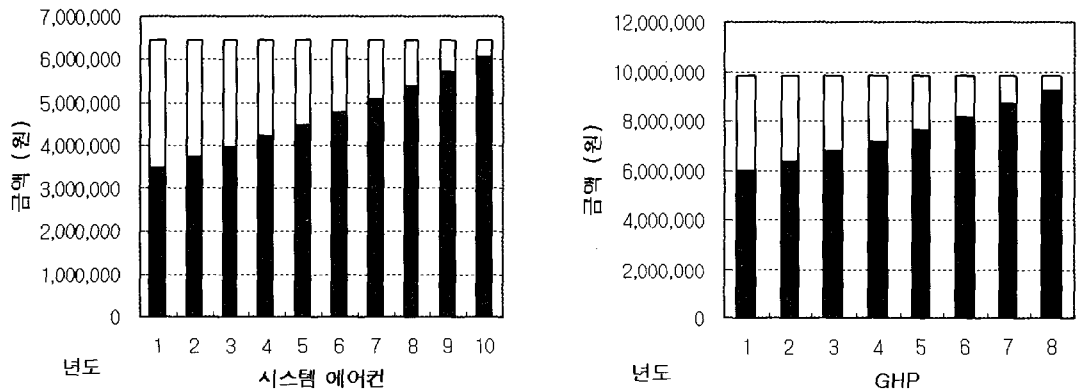
가격하락으로 초기투자비면에서 GHP시스템에 비하여 유리할 뿐 아니라 성능향상이 이루어져 에너지의 유지관리 측면에서도 유리하기 때문에 생각된다.

대형 용량의 경제성 비교

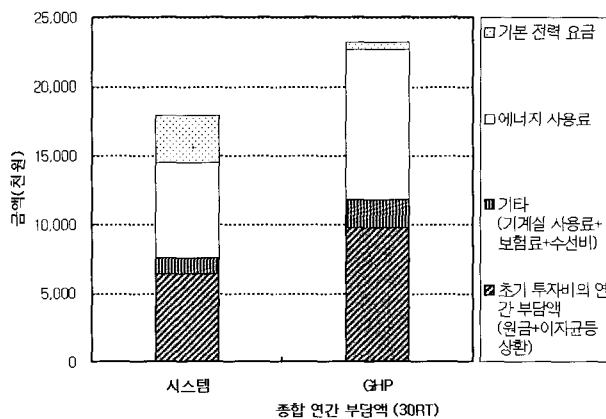
대용량은 300 RT를 기준으로 빙축열 시스템과 가스직화식 흡수식 냉온수기의 두 가지 방식을 비교하였다. 빙축열 시스템에는 냉동기, 보일러, 빙축열조 등이 포함된다. 냉방 최대부하는 300 RT (907,200 kcal/h)이며 난방 부하는 도일법에 의해 산출한 냉방 부하와 난방부하의 비가 2.285이었으므로 이 비율을 대용량에 적용하여 난방부하를 산출하면 약

1,524,000,000 kcal/h이 된다.

대용량 300 RT급의 초기투자비에 대한 연간 균등부담액(원금+이자상환액)을 그림 6에 나타내었으며, 초기투자비와 유지관리비를 합한 전체적인 경제성 비교를 그림 7에 요약하였다. 전체적인 연간 부담액은 흡수식 냉온수기가 빙축열시스템보다 연간 14.4% 정도 절감된다. 흡수식 냉온수기는 기기의 구성이 간단하여 빙축열 시스템에 비하여 초기 투자비가 낮다. 유지관리비도 흡수식 냉온수기가 유리하며, 특히 기본 전력 요금에 빙축열 시스템보다 낮아 유지관리비 저하의 주 요인이 된다. 에너지 사용료는 가스를 사용하는 흡수식 냉온수기가 빙축열 시스템에 비하여 약간 높다는 사실을 알 수 있다.



[그림 4] 초기투자비의 연간 균등부담액(중형 용량)



[그림 5] 시스템 에어컨과 GHP의 경제성 비교(중형 용량)

결언

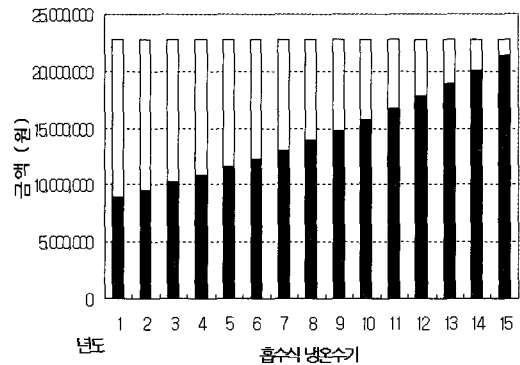
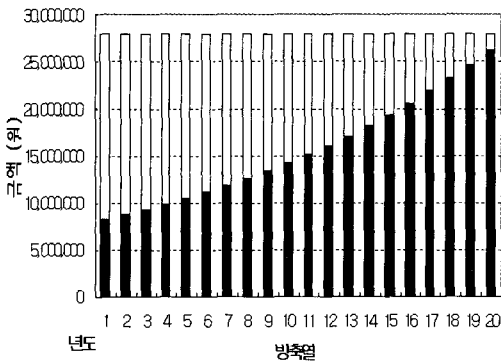
중소형(15 RT), 중용량(30 RT) 및 대용량(300 RT)의 각 크기에 대하여 전기냉방과 가스냉방 공조 시스템을 설치하고 운영하는 비용을 산출하고 비교함으로써 두 방식에 대한 경제성 분석을 수행하였다. 중소형 및 중용량으로는 (1) 시스템에어컨과 (2) 가스엔진 구동 열펌프, 대용량으로는 (1) 빙축열 시스템과 (2) 흡수식 냉온수기를 선정하여 초기 투자비와 유지관리비 항목을 각각 비교, 평가하였다.

중소형 용량(15 RT급) 및 중용량(30 RT급) 시스템의 경제성 비교에서는 최근 시스템 에어컨의 가격하

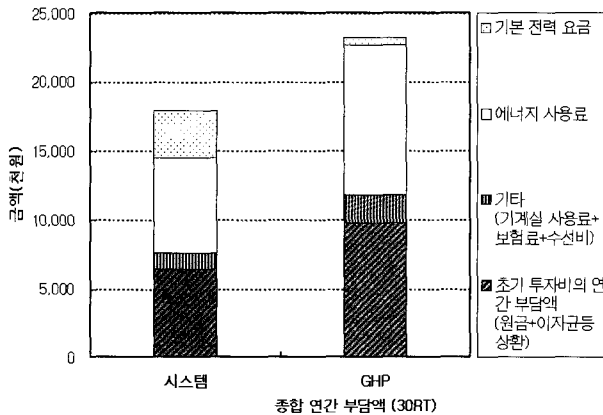
락으로 인하여 초기 투자비 및 유지관리 측면에서도 시스템 에어컨이 유리하고 종합적으로는 GHP의 연간 부담액보다 시스템 에어컨의 종합 연간 부담액이 약 30.0% 정도 절감되는 것으로 나타났다.

또한, 대용량 시스템의 경제성 비교에서는 초기 투자비와 유지관리비 모두 가스직화식 흡수식 냉온수기가 유리하며 종합적으로는 빙축열시스템보다 흡수식 냉온수기의 연간 부담액이 약 14.4% 정도 절감되는 것으로 나타났다.

마지막으로, 본 연구에서 제시한 경제성평가 결과는 적용방법과 비용산출 선정기준에 따라 달라질 수 있다는 점에 유의하여야 할 것이다. (㉔)



[그림 6] 초기투자비의 연간 균등부담액(대형 용량)



[그림 7] 시스템 에어컨과 GHP의 경제성 비교(대형 용량)