

축냉식냉방 및 가스흡수식 냉방시스템의 회피비용 분석

원종률*, 황성욱**, 김정훈**
 안양대학교*, 홍익대학교**

Avoided Cost Analysis on The Thermal Storage Cooling and Gas Absorption Cooling System

Jong-Ryul Won*, Sung-Wook Hwang**, Jung-Hoon Kim**
 Anyang University*, Hong-ik University**

Abstract -부분축열을 기준으로 주로 300RT급 이상에서 주로 보급되고 있으며, 하계 전력수요를 심야로 이전시켜 전력사용의 효율성을 높일 수 있으며 동시에 하계발전설비를 회피할 수 있는 축냉식냉방에 대한 회피비용을 분석하고자 한다. 가격, 비용, 요금 등의 자료를 조사하여 이를 토대로 캘리포니아테스트(RIM, P, UC, TRC)를 분석하여 그 결과를 통해 적정 지원금여부를 판단하고자 한다. 또한 이에 대한 비교대상으로 중대형급에서 같이 보급되고 있는 가스흡수식냉방시스템과 비교분석하고자 한다.

이러한 시스템의 운전방식에 따른 형태는 그림에서 잘 설명되고 있다.

1. 서 론

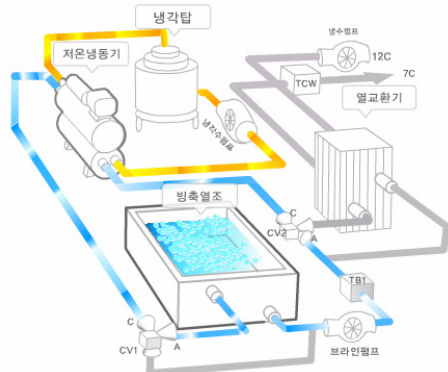
최근 들어 생활수준의 향상과 기후변화로 인한 기온의 상승 등으로 인해 국내의 냉방부하는 해마다 기하급수적으로 증가하고 있다. 이러한 냉방부하로 인한 최대전력의 상승으로 야기되는 문제를 해결하기 위한 하나의 방안으로 1990년대 초반부터 국내에는 축냉식냉방시스템이 도입되기 시작하였다. 이 시스템의 주 개념은 하절기 주간 피크 부하의 일부를 야간에 냉동기를 가동하여 축열하였다가 주간에 사용하는 방식이다. 빙축열 시스템은 1992년 축냉식 냉방설비 설치 의무화가 진행되면서 본격적으로 건축물의 냉방설비로서 보급이 되기 시작하였으며, 보급 초기에는 경쟁관계에 있는 흡수식 냉방시스템과 비교시 시장 점유율이 4%에 불과하였으나, 관련업계의 지속적인 보급노력으로 2001년에는 35% 수준까지 성장하였다[1]. 한편 이와 대비되는 시스템으로 가스흡수식냉방시스템도 중대형을 중심으로 보급되어 왔다. 본 논문에서는 주로 300RT급 이상에서 주로 보급되고 있으며, 하계 전력수요를 심야로 이전시켜 전력사용의 효율성을 높일 수 있으며 동시에 하계발전설비를 회피할 수 있는 축냉식냉방에 대한 회피비용을 분석하고자 한다. 가격, 비용, 요금 등의 자료를 조사하여 이를 토대로 캘리포니아테스트(RIM, P, UC, TRC)를 분석하여 그 결과를 통해 적정 지원금여부를 판단하고자 한다. 또한 이에 대한 비교대상으로 중대형급에서 같이 보급되고 있는 가스흡수식냉방시스템과 비교분석하고자 한다.



<그림 2> 축냉식 냉방시스템의 구조(주간동시운전)[3]

2. 축냉식 냉방시스템

축냉식 냉방시스템은 0℃에서 물이 얼음으로 상변화할 때 발생하는 잠열(80kcal/kg)을 이용하기 위하여 심야전력을 사용하여 축열조에 얼음을 저장하였다가, 저장된 얼음을 주간 냉방운전에 사용하는 방식으로 주간 전력수요를 심야로 이동시키는 효과를 가지고 있다. 운전방식에 따라 축열운전, 해빙단독운전, 동시운전으로 구분되며, 우선순위에 따라 축열조 우선방식, 냉동기 우선방식으로 구분된다. 중대형용량에서는 대부분 동시운전을 이용하며 축열률이 약 40%가 가장 경제적이라고 알려져 있다.



<그림 1> 축냉식 냉방시스템의 구조(야간운전시)[3]

3. 축냉식냉방시스템 지원제도

한국전력공사에서는 아래와 같이 축냉식냉방설비에 대해 감소전력을 기준으로 지원금을 지급하고 있다[2].

축냉식 냉방설비 지원금

고객이 한전에서 인정하는 축냉설비를 설치하여 새로이 심야전력을 공급받거나 축냉설비를 증설하는 경우, 당해 고객에게는 지원금을 지급합니다. 단, 다음조건에 해당하는 경우에는 지원대상에서 제외됩니다.

지급제외대상

고객의 전기사용특성상 주간 및 저녁시간대 냉방부하량(RTh)이 월일 총냉방부하량의 60% 미만이거나 토요일 또는 일요일에만 냉방하는 경우에는 특별부담금을 지급하지 않습니다.

• 주로 야간업소나 종교시설 등이 여기에 속합니다.

지급방법

심야전력 송전후 15일 이내에 고객통장에 온라인 입금

지급수준

감소전력(※)	처음200kW	201~400kW	400kW초과	상한액(호당)
kWh당 지급단가	48만원	42만원	35만원	제한없음

(註) 1998년 8월 1일 이후의 신증설 신청분

감소전력은 다음과 같이 계산합니다.

한전과 고객과의 수급계약에서 약정한 축냉조의 용량, 냉방시간 등을 감안하여 다음과 같이 감소전력을 산정하고 1kWh미만은 소숫점 이하 셋째자리에서 반올림 합니다.

$$\text{감소전력 (kW)} = \frac{\text{축냉조 이용 가동열량 (kcal)}}{\text{축열조 표준냉방시간(10h)} \times 3.024 \text{ (kcal/kWh)}}$$

<그림 3> 축냉식 냉방설비 지원제도

4. 설치비용 및 요금조사

회피비용 분석을 위해서는 가격 및 가스요금, 전기요금에 대한 자료가 필요하며 이는 주로 업체조사 및 물가정보를 통해 얻어졌으며 조사결과는 다음과 같다.

먼저 설치비용을 현재 중대형 용량의 평균수준인 500RT를 기준으로 조사된 결과는 다음과 같다.

<표 1> 설치비용 비교(500RT 기준)

냉방기기	터보	흡수식	빙축열
냉방용량 [RT]	500	500	500
설치비용 [천원]	340,000	400,000	570,000

한편 심야전력요금과 축냉식 냉방이 주로 보급되는 수용가인 일반용과 산업용의 요금수준은 다음과 같다[2].

<표 2> 전기요금 비교

일반용전력(갑)				일반용전력(을)						
계량단위 1000kWh				계량단위 1000kWh						
구분	기본요금 (원/kWh)	전력량요금 (원/kWh)			구분	기본요금 (원/kWh)	전력량요금 (원/kWh)			
		여름철 (7~8월)	봄-가을철 (3~6, 9~10월)	겨울철 (11~2월)		시간대	여름철 (7~8월)	봄-가을철 (3~6, 9~10월)	겨울철 (11~2월)	
저압전력	5,160	91.40	60.90	67.90	고압 A 선택 I	5,320	경 부 하	42.50	42.50	42.50
고압 A 선택 I	5,320	91.10	60.70	67.80	고압 A 선택 II	6,120	중간부하	85.30	63.50	79.50
고압 A 선택 II	6,120	87.10	59.90	63.00	고압 A 선택 III	6,120	최대부하	146.40	85.30	106.80
고압 B 선택 I	5,320	88.90	59.90	65.60	고압 B 선택 I	5,320	경 부 하	38.30	38.30	38.30
고압 B 선택 II	6,120	84.60	54.80	61.10	고압 B 선택 II	6,120	중간부하	81.10	59.40	74.40
					고압 B 선택 III	6,120	최대부하	142.50	81.10	101.70

산업용전력(갑)				산업용전력(을)						
계량단위 300kWh				계량단위 300~1000kWh						
구분	기본요금 (원/kWh)	전력량요금 (원/kWh)			구분	기본요금 (원/kWh)	전력량요금 (원/kWh)			
		여름철 (7~8월)	봄-가을철 (3~6, 9~10월)	겨울철 (11~2월)		시간대	여름철 (7~8월)	봄-가을철 (3~6, 9~10월)	겨울철 (11~2월)	
저압전력	4,190	64.40	48.50	54.60	고압 A 선택 I	4,890	심야시간	36.50	36.50	36.50
고압 A 선택 I	4,440	64.10	48.40	54.50	고압 A 선택 II	5,660	주간시간	96.00	65.90	54.80
고압 A 선택 II	5,110	60.60	45.00	50.70	고압 A 선택 III	5,660	저녁시간	65.90	54.80	65.90
고압 B 선택 I	4,100	63.20	47.80	53.60	고압 B 선택 I	4,520	심야시간	36.10	36.10	36.10
고압 B 선택 II	4,730	59.90	44.30	49.90	고압 B 선택 II	5,230	주간시간	93.00	63.90	53.00
					고압 B 선택 III	5,230	저녁시간	63.90	53.00	63.90
							심야시간	32.40	32.40	32.40
							주간시간	89.40	60.40	49.50
							저녁시간	60.40	49.50	60.40

심야전력요금은 주 대상인 심야전력(을)을 기준으로 보면 다음과 같다.

심야전력(을)
<ul style="list-style-type: none"> • 기본요금 [원/kWh] • 5,710 X (기타 시간 사용전력량/월간 총사용전력량) • 월 최저요금 : kW당 570원
<ul style="list-style-type: none"> • 전력량요금 [원/kWh] • 심야 시간 : 52.10 [겨울철], 37.90 [기타 계절] • 기타 시간 : 70.60

5. 회피비용 분석

현재 지원금 수준하에서 위에서 조사된 자료를 바탕으로 다음과 같은 이익/비용 분석이 수행되었다. 일반적으로 이러한 분석은 캘리포니아테스트로 알려진 분석방법을 사용하므로 본 연구에서도 이 방법의 틀을 사용하였다.

이러한 캘리포니아 테스트는 1970년대 후반 미국 캘리포니아주 공익사업위원회(CPUC)와 에너지위원회(CEC)는 발전설비 증설 및 가스공급 확대에 대한 대안으로 에너지절약과 부하 관리프로그램의 개발을 장려해 왔으나, 이들 프로그램의 비용효과를 분석할 수 있는 공식적인 평가 절차나 기준이 마련되지 않다가, 1983년 2월에 주요 전력회사와 주공익사업규제위원회 등이 공동으로 "Standard Practice for Cost and Benefit Analysis of Conservation and Load Management Programs"를 발간하였고, 1987년 12월에 "Standard Practice Manual : Economic Analysis of Demand Side Management Program"라는 이름으로 개정판을 발간하였다. 이것이 현재 수요관리 자원의 비용효과 분석에 널리 사용되는 캘리포니아 표준테스트(California Standard Practice Test)이다.

캘리포니아 표준테스트는 다음과 같이 4개의 서로 다른 관점에서 수요관리 프로그램을 분석한다.

- 참여자테스트(Participant Test : P Test)
- 전력회사비용테스트(Utility Cost Test : UC Test)
- 수용가영향도테스트(Rate Impact Measure Test : RIM Test)
- 총자원비용테스트 (Total Resource Cost Test : TRC Test)

이러한 틀에 따라 계산된 분석결과는 다음과 같다. 회수기간은 15년 수명대비 약 1.8년이며 대부분 B/C 비율이 1보다 크게 나왔다. 이를 분석하여 보면 현재의 지원금 수준은 적정하며 오히려 약간 줄일 여지가 있음을 보여주었다.

3. 결 론

본 논문에서는 주로 300RT급 이상에서 주로 보급되고 있으며, 하계 전력수요를 심야로 이전시켜 전력사용의 효율성을 높일 수 있으며 동시에 하계발전설비를 회피할 수 있는 축냉식냉방에 대하여 평균수준인 500RT를 기준으로 회피비용을 분석하였다. 가격, 비용, 요금 등의 자료를 조사하여 이를 토대로 중대형급에서 같이 보급되고 있는 가스흡수식 냉방시스템과 비교분석하여 캘리포니아테스트(RIM, P, UC, TRC)를 분석하였다. 분석결과 회수기간은 15년 수명대비 약 1.8년이며 대부분 B/C 비율이 1보다 크게 나왔다. 이를 분석하여 보면 현재의 지원금 수준은 적정하며 오히려 약간 줄일 여지가 있음을 보여주었다.

[참 고 문 헌]

- [1] 에너지관리공단, 아텍에너지, "냉방기기 운영실태 조사 및 냉방방식별 경제성분석 연구" 보고서, 2005.
- [2] 한국전력공사 홈페이지, <http://www.kepco.co.kr>
- [3] 이앤이시스템 홈페이지