

신재생에너지를 활용한 축냉시스템 설치사례 사례 분석

송현아, 선상진, 이후영
한국전력공사

Thermal energy storage system's effect with renewable energy

Hyun-ah Song, Sang Jin Sun, Huyoung Lee
Korea Electric Power Corporation

Abstract - '09년 국가정책의 가장 큰 주제 중 하나는 “저탄소 녹색성장”이다. 그러나 지구온난화는 급속하게 진행되고 있어, 최근 100년동안 지구평균온도는 0.75℃ 상승하였다. 이는 또 다른 환경문제를 야기하는 한편, 전력공급 측면에서 냉방부하가 점점 더 늘어나는 것을 의미한다. 그러나 다행히도 주간의 전력사용을 최소화하고 냉방할 수 있는 시스템 즉 축냉시스템이 보급되고 있으며 신재생에너지를 활용할 수 있어 산학연의 관심이 집중되고 있다. 본 고에서는 축냉시스템의 원리, 지원제도, 보급실적 및 보급효과에 대해서 분석해 보고자 한다.

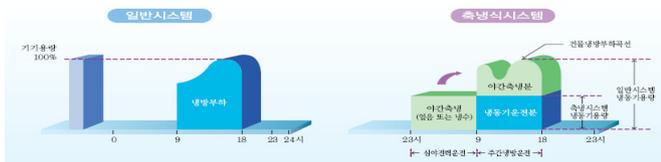
1. 서 론

'07.12.3~15까지 인도네시아 발리에서 열린 제13차 유엔 기후변화협약 당사국 총회에서 발리 로드맵이 채택되었다. 이로써 한국도 2013년부터 온실가스 감축 대상국에 포함되어 신재생에너지에 대한 관심이 그 어느 때보다 높아지고 있다. 신재생에너지는 기존의 화석연료를 변환시켜 이용하거나 햇빛, 물, 지열, 강수, 생물유기체 등을 포함하여 재생가능한 에너지를 변환시켜 이용하는 에너지로 온실가스를 거의 배출하지 않는다. 신재생에너지 중 하나인 지열은 축냉식냉방시스템의 여러 가지 열원 중 하나이며 축냉시스템의 원리, 지원제도, 보급효과에 대하여 분석하고자 한다.

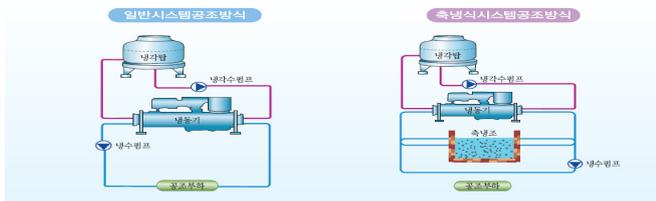
2. 본 론

2.1 축냉시스템의 원리

축냉설비란 <그림 1>처럼 심야시간(23:00~09:00)에 얼음 또는 냉수를 만들어 <그림 2>처럼 축열조에 저장하였다가 주간시간에 이용함으로써 주간 최대부하시의 냉방전력을 감소시키는 냉방시스템이다.



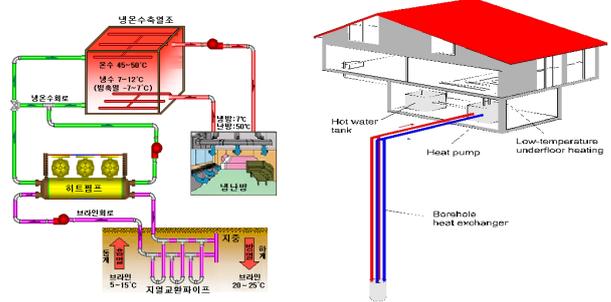
<그림 1> 일반시스템과 축냉식시스템 운전 비교



<그림 2> 일반시스템과 축냉식시스템 구성 비교

축냉시스템은 냉열 또는 온열을 저장하는 수단에 따라 물을 이용하는 수축열, 물 이외의 상변화 물질을 이용하는 잠열축열, 얼음을 이용하는 빙축열로 나뉜다. 빙축열은 제빙방식에 따라 관외착빙형(Ice-on-Coil), 캡슐형(Encapsulated Ice), 슬러리형(Slurry Ice) 등으로 나뉜다. 그리고 수축열시스템 중에서 냉열을 이용하여 냉방에 이용하는 것 이외에 고온의 열을 난방이나 급탕 등에 이용하는 냉·난방 겸용시스템을 히트펌프(Heat Pump)시스템으로 분류한다. 히트펌프는 기본적으로 저온의 열원으로부터 고온의 열원으로 열을 이동시키는 기기로 히트펌프로부터 생성된 열은 축열조에 저장되어 생산과 소비사이의 시간적 격차를 해소하는 역할을 한다. 히트펌프시스템은 열원 기기에 따라 공기열원, 수열원, 지열원으로 분류한다. 특히 지중의 열을 이용하는 지열은 연중 일정한 온도를 유지하여 지하 200m까지 10~20℃를 유지하는 것으로 알려져 있다. <그림 3>과 같이 하계 냉방시 고온의 열(약 37℃)을 온도가 낮은 지중(약 20~25℃)에 배출하고, 동계 난방시 히트펌프의 열원을 외기(약

-10℃)보다 높은 지중(약 5~15℃)에서 확보할 수 있다. 그러므로 지열 히트펌프시스템은 공기열원 히트펌프시스템보다 에너지 소비량이 적고, 열원생산에 연속성을 가지므로 상대적으로 효율이 높으며 성능이 우수하나 지중 천공비용 등으로 초기 설치비가 비싸다는 단점이 있다.



<그림 3> 지열원 히트펌프 시스템 원리

2.2 축냉시스템 지원 제도

축냉시스템 도입시 초기투자비가 증가하나 운전비가 절감되고 아래와 같은 지원제도로 2~3년내 투자비 차액회수가 가능하다. 한편에서는 축냉시스템 설치시 감소전력 200kW까지 48만원/kW, 200kW초과 400kW 이하까지 42만원/kW, 400kW 초과시 35만원/kW의 설치지원금을 지급한다.

$$(\text{※ 감소전력} = \frac{\text{축냉조이용가능열량 (kcal)}}{\text{표준냉방시간 (10시간)} \times 3,024 \text{ (kcal/kWh)}})$$

뿐만 아니라 축냉설비를 설계한 설계사무소에 설치지원금의 5%에 해당하는 금액을 설계 장려금으로 지급한다.

또한 정부의 세계 및 금융지원 혜택도 받을 수 있다. 조세특례제한법 제 25조의2에 따라 투자액의 20% 상당금액을 소득세 또는 법인세에서 공제받을 수 있으며, 에너지관리공단에서 저금리로 시설자금을 대출받을 수 있다.

그리고 건축법 시행령 제87조 및 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙 제 23조에는 <표 1>과 관련한 건축물에 중앙집중냉방설비를 설치하는 경우에는 축냉식 또는 가스를 이용하도록 의무화하고 있다.

<표 1> 중앙집중냉방방식 적용 의무화 대상 건축물

연면적 합계	의무화 대상 건축물
10,000㎡ 이상	공연장, 집회장, 관람장, 학교로서 중앙집중식 공기조화설비 또는 냉·난방설비 설치 건축물
3,000㎡ 이상	업무시설, 판매시설, 연구소
2,000㎡ 이상	숙박 시설, 기숙사, 유스호스텔, 병원
1,000㎡ 이상	일반목욕장, 실내수영장

추가로 공공기관 신재생에너지 설치의무화 제도에서는 정부기관, 지자체, 정부투자기관 및 출자기관 등이 건축연면적 3,000㎡ 이상 건물을 신축하는 경우 총공사비의 5%를 신재생에너지설비에 투자도록 되어있다. 축냉시스템에서는 지열원 히트펌프시스템이 이에 해당된다.

2.3 축냉시스템 보급 현황

한전은 '91년부터 축냉시스템 보급사업을 시행하고 있으며 '09.5월 기준 31개 업체가 축냉설비 인증업체로 등록되어 있고 이중 10개 업체가 지열원히트펌프시스템을 공급하고 있다. <표 2>는 축냉시스템 보급사업

시행이후 보급실적을 보여주고 있다. 축냉시스템은 건설경기 둔화 및 집단에너지 고시지역으로 분류되는 신도시 증가 등으로 '08년 보급실적이 '07년 대비 71.2%로 감소하였다.

<표 2> 축냉시스템 보급 실적

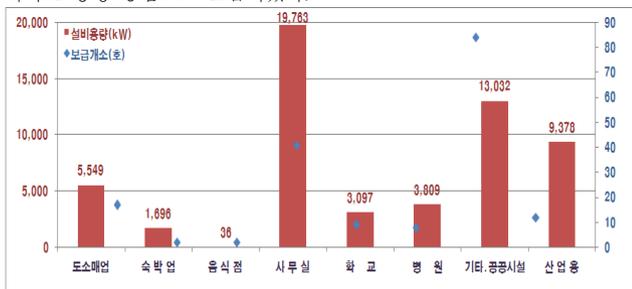
구 분	'03	'04	'05	'06	'07	'08	누계
호 수(호)	4,398	616	380	317	281	175	6,167
보급량(MW)	442	67	64	77	79	56	785
피크억제량(MW)	268	37	35	58	63	34	495

건물용도별로 축냉시스템이 보급된 실적을 살펴보면, <표 3>처럼 사무실, 기타·공공시설, 산업용 개소가 전 설치개소의 78.3%, 설비용량의 74.8%를 점유한다.

<표 3> 건물용도별 축냉시스템 보급 실적

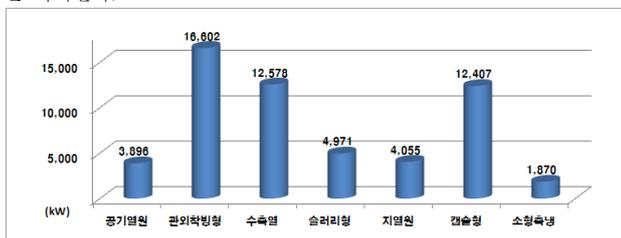
건물 용도별	보급 개소		설비 용량	
	개소(호)	점유비(%)	용량(kW)	점유비(%)
도소매업	17	9.7	5,549	9.8
숙박업	2	1.1	1,696	3.0
음식점	2	1.1	36	0.1
사무실	41	23.5	19,763	35.1
학교	9	5.1	3,097	5.5
병원	8	4.6	3,809	6.8
기타·공공시설	84	48	13,032	23.1
산업용	12	6.9	9,378	16.6
합계	175	100	56,360	100

<그림 4>와 같이 사무실 및 산업용에 보급된 축냉시스템은 보급개소 수량에 비하여 설비용량이 크므로 보급개소 단위당 설비용량이 큰 것을 알 수 있다. 반대로 기타·공공시설의 경우 보급개소 단위당 설비용량이 작아 소용량 중심으로 보급되었다.



<그림 4> 건물용도별 축냉시스템 보급 실적

<그림 5>와 축냉방식별 보급실적을 나타낸 것으로 관외작빙형, 수축열, 캡슐형이 각각 29%, 22%, 22%로 전체의 73%를 점유하며 지열은 7%를 차지한다.



<그림 5> 축냉방식별 보급 실적

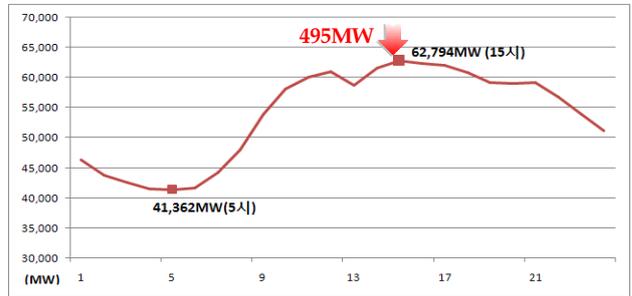
2.4 축냉시스템 보급 효과

축냉시스템은 피크시간대 냉동기 운영을 정지하므로 매년 증가하는 전력계통의 최대전력을 억제할 수 있으며, 연도별 피크억제량은 <표 4>과 같다. <그림 6>는 '08년 최대부하일인 '08.7.15의 최대전력과 최저전력을 나타낸 것이다. 축냉시스템을 보급함으로써 495MW 피크억제를 실현하여 최대전력의 0.8% 및 냉방부하의 3.8%를 억제하는데 기여하였다.

<표 4> 연도별 냉방부하 현황

(단위 : 만kW,%)

구 분	2005	2006	2007	2008
냉방부하(증가율,%)	11,560(12.8)	12,911(11.7)	14,313(10.8)	13,144(△8.2)
최대전력(증가율,%)	54,631(6.6)	58,994(8.0)	62,285(5.6)	62,794(0.8)
냉방부하 비중(%)	21.1	21.9	23.0	20.9



<그림 6> '08년 최대부하일의 부하곡선('08.7.15)

이는 전력회사 또는 국가적인 입장에서 발전설비 및 송변전설비의 추가 건설비용을 절감하며 전력손실을 감소시킬 수 있고 석유, 가스 등의 고가 에너지원 소비도 함께 줄일 수 있다.

또한 축냉시스템을 사용하는 고객입장에서는 심야시간에 일반용 전기요금의 40% 수준인 저렴한 심야전력을 사용하기 때문에 운전비를 대폭 절감할 수 있다. 또한 축냉시스템은 실제 냉방시간보다 긴시간(최대 10시간)동안 운전할 수 있으므로 일반 비축냉식보다 적은열량의 기기로 냉방이 가능하여 기기비용을 감소시킬 수 있다.

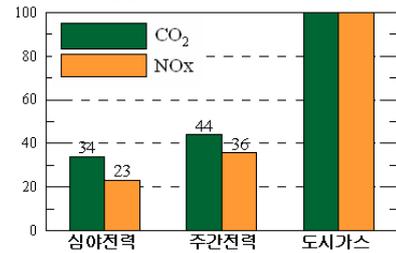


그림 7 단위발전당 CO2, NOx 배출량 비교 (동경전력)

환경적인 측면에서는 <그림 7>처럼 동경전력 자료에 의하면 도시가스 보다는 전기로 냉방하는 경우 유해한 가스가 덜 배출되며 심야전력이 주간전력에 비해 CO2 10%, NOx 13% 적게 배출된다. 이는 심야전력이 대부분 기저발전원으로 발전되며 IAEA 자료에 의한 <표 5>처럼 에너지원별 CO2 배출계수가 다양하기 때문으로 사료된다.

<표 5> 발전원별 CO2 배출계수

발전원	기저발전		일반발전		
	석탄	원자력	석유	가스	수력
CO2 배출계수 (톤대)	860(1,290)	9(30)	689(890)	460(1,234)	16(410)

추가로 축냉식 냉방설비는 심야시간대 정격운전으로 기기 수명을 연장시키며, 외기온도가 낮은 심야시간에 주로 운전되므로, 주간에 운전되는 비축냉식보다 기기 효율향상도 기대할 수 있다.

3. 결 론

축냉시스템은 심야전기를 활용하여 냉난방하여 주간의 냉방부하 자체를 감소시킨다. 그러나 최근 집단에너지법에 의한 집단에너지 고시지역이 늘어남에 따라 축냉시스템 신규설치가 위축되고 있다. 그러므로 축냉시스템 보급 활성화를 위해서 집단에너지법 등 관련법을 개정하는 것이 필요하며 이를 위하여 냉방설비별 에너지효율을 검토하는 연구가 추진되어야 할 것이다.

[참 고 문 헌]

- [1] 한국전력, "축냉설비 가이드북", 2006.10
- [2] 이동원, "신재생에너지 보급정책 및 축열/축냉 히트펌프", 플러스에너지 워크숍, 2005.05
- [3] 강환기, "지열히트펌프 시스템 설치사례", 지열에너지저널, 제1권 제2호, 66~74, 2005.12