

## 축냉설비 설치효과 및 신재생에너지를 활용한 냉난방설비 사례 분석

송헌아, 정금영  
한국전력공사

### Air-conditioning system's examples with renewable energy and the thermal energy storage system's effect

Hyun-ah Song, Geum-young Jung  
Korea Electric Power Corporation

**Abstract** - 교토의정서가 발효된 2005년 이후 온실가스를 감축해야 한다는 요구가 급속도로 증대되고 있다. 더군다나 유류가격이 상승하여 '08. 5월 현재 배럴당 130달러를 육박하고 있으며, 몇몇 경제학자들은 올해 말에 150달러를 상회하는 것이 어렵지 않다고 추측하고 있다. 에너지에 대한 관심이 집중되는 가운데, 관련업계는 태양광, 풍력 등 신재생에너지 개발에 힘을 쏟고 있다. 본 고에서는 신재생에너지를 활용하여 온실가스를 줄일 수 있는 지열원 히트펌프시스템의 적용사례와 축냉설비 보급지원 효과를 분석해 보고자 한다.

#### 1. 서 론

매년 하계 이상고온으로 냉방부하가 급증하고 있다. <표 1>처럼 '07년 최대전력이 62,285MW로 '06년 기준 5.6%가 증가한 반면 '07년 냉방부하는 최대전력의 23.6%인 14,690MW로 '06년 대비 13.8%나 증가하였다.

<표 1> 연도별 냉방부하 현황 (단위 : 만kW,%)

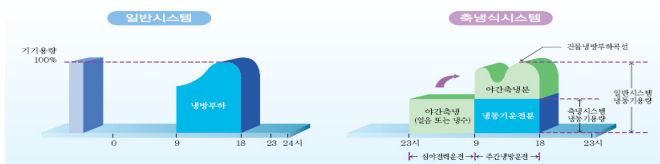
구 분	'02	'03	'04	'05	'06	'07
최대전력 (증가율, %)	4,577.3 (6.1)	4,738.5 (3.5)	5,126.4 (8.2)	5,463.1 (6.6)	5,899.4 (8.0)	6,228.5 (5.6)
냉방부하 (증가율, %)	891.0 (3.6)	900.3 (1.0)	1,025.0 (13.9)	1,156.0 (11.2)	1,291.1 (11.7)	1,469.0 (13.8)
냉방부하 비중 (%)	19.5	19.0	20.0	21.2	21.8	23.6

향후 지구온난화로 인하여 여름철 기온이 지속적으로 상승할 것으로 예상되므로 냉방부하 증가율을 둔화시키는 기술을 개발하고 이를 보급하는 정책이 필요하다. 이러한 기술의 하나로 축냉식 냉·난방설비가 그 예가 될 수 있으며 축냉식 냉·난방설비 중 신재생에너지를 적용한 지열원 히트펌프를 소개하고자 한다.

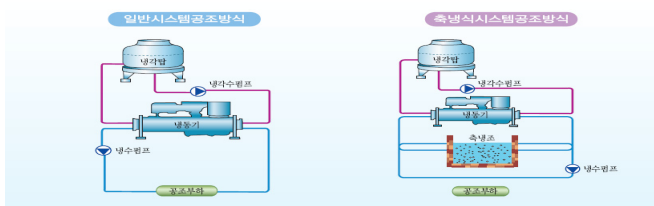
#### 2. 본 론

##### 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.

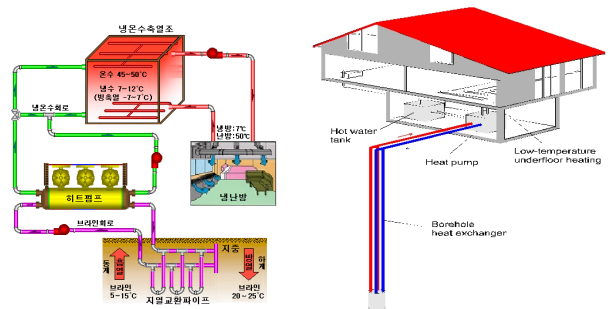


<그림 1> 일반시스템과 축냉식시스템 운전 비교



<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 열원으로 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 <표 2>와 같이 지원금을 지급한다.

<표 2> 설치지원금

감소전력	처음200kW까지	다음200kW까지	400kW초과
설치지원금	48만원/kW	42만원/kW	35만원/kW

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

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

또한 정부의 세제 및 금융지원 혜택도 받을 수 있다. 조세특례제한법 제 25조의2에 따라 투자액의 10% 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 3>과 관련한 건축물에 중앙집중냉방설비를 설치하는 경우에는 축냉식 또는 가스를 이용하도록 의무화하고 있다.

**<표 3> 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	일반목적장, 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 '08. 4 기준 30개 업체(축냉방식별로 47개 품목)가 축냉설비 인증업체로 등록되어 있다. 히트펌프시스템은 보급초기로 '04년부터 인증받기 시작하여 현재 14개 업체가 인증을 받았으며 이 중 9개 업체가 지열원히트펌프시스템을 공급하고 있다. <표 4>는 축냉시스템 보급사업 시행이후 보급실적을 보여주고 있다.

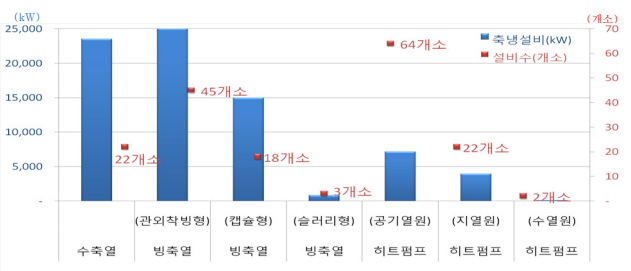
**<표 4> 축냉시스템 보급 실적**

구 분	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	누계
호 수(호)	1,044	1,428	1,173	753	616	380	317	281	5,992
보급량(MW)	206	80	86	69	67	64	77	79	729

'07년 축냉시스템 보급실적은 건물 용도별로 <표 5>과 같은 분포를 나타낸다. 전체 설비용량 중 도소매업, 사무실 및 공장시설이 70%이상 점유하고 있으며, 공장시설은 보급개소 점유비(7.1%) 대비 설비용량 점유비(24.6%)가 높아 단위개소별 설비용량비가 가장 크다. 또한 '07년에 준공한 설비를 축냉방식별로 살펴보면 <그림 4>와 같이 수축열(냉방전용)과 빙축열은 대형 건물에, 히트펌프는 소형 건물에 주로 설치되고 있음을 확인할 수 있다.

**<표 5> 건물용도별 축냉시스템 보급 실적('07년)**

건물 용도별	설비 용량		보급 개소	
	용량(kW)	점유비(%)	개소(호)	점유비(%)
도소매업	19,324	24.4	36	12.8
숙박업	1,194	1.5	5	1.8
음식점	509	0.6	17	6.1
사무실	17,659	22.3	79	28.1
학교	2,701	3.4	26	9.3
병원	3,542	4.5	14	5.0
체육·유흥시설	3,448	4.4	8	2.8
기타·공공시설	11,324	14.3	76	27.0
공장	19,441	24.6	20	7.1
합계	79,142	100	281	100



**<그림 4> 축냉방식별 보급실적 ('07년)**

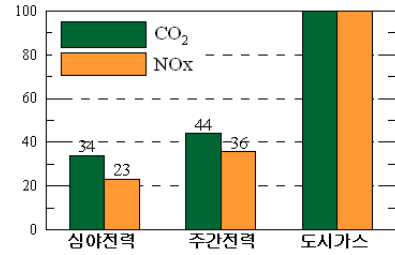
**2.4 축냉시스템 보급 효과**

축냉시스템은 <그림 1>처럼 피크시간대 냉동기 운전을 정지하므로 <표 1>과 같이 매년 증가하는 최대전력을 억제할 수 있으며, 연도별 피억제량은 <표 6>과 같다. 이는 전력회사 또는 국가적인 입장에서 발전설비 및 송변전설비의 추가 건설비용을 절감하며, 부하변동에 능동적으로 대처할 수 있으므로 석유, 가스 등의 고가 에너지원 소비도 함께 줄일 수 있다.

**<표 6> 축냉시스템 피크억제 실적**

구 분	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	누계
피크억제(MW)	139	44	47	38	37	35	58	63	461

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. 환경적인 측면에서는 <그림 5>처럼 동경전력 자료에 의하면 도시가스 보다는 전기로 냉방하는 경우 유해한 가스가 덜 배출되며 심야전력이 주간전력에 비해 CO<sub>2</sub> 10%, NO<sub>x</sub> 13% 적게 배출된다.



**<그림 5> 단위열량당 CO<sub>2</sub> NO<sub>x</sub> 배출량 비교 (동경전력)**

이는 심야전력이 대부분 기저발전원으로 발전되며 IAEA 자료에 의한 <표 7>처럼 에너지원별 CO<sub>2</sub> 배출계수가 다양하기 때문에 사료된다.

**<표 7> 발전원별 CO<sub>2</sub> 배출계수**

발전원	기저발전		일반발전		
	석탄	원자력	석유	가스	수력
CO <sub>2</sub> 배출계수 (최대)	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**

유류 가격이 연일 최고가를 경신하여 발전원가가 점점 상승하는 상황에서 전력수요가 많은 피크시간대의 냉방부하는 '07년 기준 23.6%나 점유하였다. 따라서 피크시간대 냉방부하를 억제하거나 냉방부하 시간을 피크시간외로 이전하는 기술 및 기기보급이 절실하다. 이러한 설비로 축냉시스템이 그 예가 될 수 있으며, 축냉시스템 원리 및 보급현황, 보급 효과 및 지원제도에 대해서 알아보았다.

축냉설비는 국가적인 측면이나 이를 설치하는 고객 모두 혜택을 볼 수 있는 시스템이다. 특히, 지열원 히트펌프시스템은 신재생에너지 기술개발 측면에서 앞으로 지속적으로 지원되어야 할 것이다. 더불어 현재는 금전적인 인센티브나 설치 의무규정 등에 의하여 축냉시스템이 채택되는 사례가 있으나 향후 이러한 보조적인 제도 없이 고객 스스로 시스템을 선택할 수 있도록 축냉시스템 보급업체는 경제적이면서 품질이 우수한 축냉시스템 개발에 꾸준히 투자해야 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] 강한기, "지열히트펌프 시스템 설치사례", 지열에너지저널, 제1권 제2호, 66~74, 2005.12