

## 축냉설비 보급 활성화 방안

이 상 수  
한국전력공사 수요관리실

### A promotion strategy of ice storage system

Sang-Soo Lee  
Demand-Side Management Office, KEPCO

**Abstract** - 축냉설비는 심야시간대에 얼음이나 냉수를 저장하였다가, 이를 주간 및 저녁시간대에 냉방에 이용할 수 있는 기능을 가진 냉기저장식 냉방설비를 말한다. 여름철 냉방용 전력을 전력수요가 적은 심야시간대로 분산시킴으로써 하계 Peak 억제 및 심야수요 증대로 부하평준화를 촉진하여 전기공급 원가를 절감하기 위하여 보급을 하고 있는데 활성화 방안을 제시한다.

#### 1. 서 론

전기는 특성상 생산과 소비가 동시에 이루어지고 저장이 불가능하기 때문에 안정적인 전력공급을 위해서는 연중 최대수요 이상의 전력설비를 갖추고 있어야 한다. 그러나 전기소비는 항상 일정한 것이 아니어서 시간대별, 계절별로 다르게 나타나고 있는데, 산업이 발전함에 따라 최대전력수요가 계속하여 증가하기 때문에 국가적으로 매년 막대한 투자비를 들여 전력공급설비를 건설해야하는 부담을 안고 있으며, 생활양식이 변화함에 따라 주간과 야간, 냉방부하가 집중되는 여름철과 기타 계절간에 부하격차가 더욱더 심하게 나타나고 있는 실정이다.

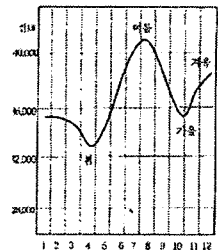
이와 같이 변동하는 수요에 대응하여 종래에는 어떻게 정확하게 미래의 전력수요를 예측하고 합리적으로 전원을 개발하여, 효율적으로 계통을 구성할 것인가 하는 것이 전기사업자의 전통적인 과제가 되어 왔으나, 최근에는 전력회사가 고객의 전기사용에 개입하여 전력공급에 유리한 방향으로 수요의 형태를 개선함으로써 공급측 관리와 동등한 자원으로써 전력수요관리(Demand-Side Management)를 적극 추진하고 있다.

현재에는 겨울철의 심야부하 활성화로 심야에 피크부하가 발생되어 겨울철 심야 억제정책을 추진하고 있는 반면, 하계 주야간의 격차는 경제활동 활성화로 더욱더 벌어지고 있다. 이에 하계 최대전력수요의 심야시간대 이전과 기저부하 조성을 목적으로 1991년 이래 도입하여 추진하고 있는 축냉설비 제도의 현황과 그간의 추진효과 및 문제점을 분석하고 고부가 시대의 도래 등 급변하는 에너지 환경의 변화에 맞는 신기술 및 제도의 개선과 활성화 방안을 찾고자 한다.

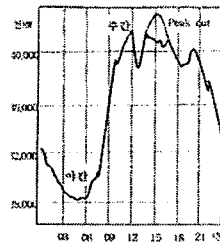
#### 2. 전력수요 특성과 심야전력 수요개발의 의의

##### 2.1 전력수요의 계절별 시간대별 특성

우리나라는 계절변화가 뚜렷함에 따라 계절에 따라서 전력사용량의 변화가 크게 나타난다. 기온이 비교적 온화한 봄·가을철에는 전력수요가 낮고, 기온이 가장 높은 여름철에 연중 최대전력수요를 기록한다.



<그림 1> 계절별 전력수요



<그림 2> 시간대별 전력수요

하루 중 전력수요가 가장 낮은 시간은 새벽 4시~6시경이며, 7시부터 수요가 증가하기 시작하여 12시에 오전 피크를 이루었다가 점심시간에 약 200만kW 정도의 일시적 수요감소가 생겼다가 다시 증가하여 15시경에 Peak를 이룬 전력수요는 17시까지 이어지다가 한 낮의 더위가 점차 누그러지기 시작하는 17시부터 19시까지 약 150만kW~200만kW가 감소하였다가 날이 어두워지면서 점등수요가 발생하는 20시에 다시 약 100만kW가 증가하여 21시까지 이어지다가 21시부터 급격히 하락하는 패턴을 보인다.

이러한 전력수요의 변화에 따라 여름철 주간에 일시적으로 발생하는 전력수요를 공급하기 위해 막대한 비용을 투입하여 전력설비를 건설해야 하는데, 야간에는 전력수요가 떨어짐으로써 전력설비 이용률이 저하되어 전력공급원가가 상승하는 요인으로 작용하게 된다. 따라서 여름철에 낮에 일시

적으로 집중되는 전력수요를 심야시간대로 분산시키면 설비투자비 절감은 물론 전력수요가 적은 심야시간대의 수요가 증가하여 전력설비 이용률이 향상되는 일석이조의 효과를 거둘 수 있다.

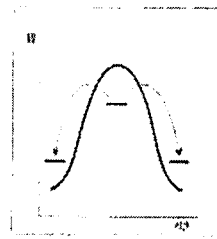
##### 2.2 전력수요관리와 심야전력 수요개발.

전력수요관리란 미래에 예측되는 수요를 보다 바람직한 방향으로 개선하고자 시행하는 제반활동을 의미한다. 다시 말하면 DSM(Demand-Side Management)은 고객의 전기사용 패턴을 변화시켜 전력수요를 효율적으로 관리함으로써 전력수급 안정과 전기공급의 경제성을 제고하고 전기사용을 합리적으로 유도하는 것이다.

에너지원에 따라서 생산단가(발전단가)는 큰 차이를 보이게 되는데 경제적인 전원구성이란 발전단가를 줄이고 생산효율을 높여 전력수요를 충족시키기 위하여 전력설비에 관련된 총비용이 최소가 되는 설비구성을 뜻한다.

이와 같은 기법에서 DSM(Demand-Side Management)의 필요성을 설명할 수 있다. 최대부하는 발전시설용량을 결정하는 기준이 되기 때문에 전력수요관리를 통하여 최대부하를 줄일 수 있다면 그만큼 발전시설에 대한 투자규모를 절감할 수 있고 동시에 발전원가를 절감할 수 있다. 또한, 최소부하는 기저발전설비용량을 결정하는 기준의 하나가 된다고 볼 수 있으며 발전설비의 특성상 기저부하용량과 최소부하의 수준은 어느 정도 피리가 있기 마련이므로 수요관리를 통하여 심야부하를 조성하거나 부하이전을 도모함으로써 전력부하 평준화를 이룩하게 되면 결과적으로 보다 값싼 발전단가의 전원을 구성할 수 있게 된다.

이와 같은 관점에서 볼 때 심야전력수요를 개발한다는 것은 결국 미래에 예측되는 수요를 보다 바람직한 방향으로 개선한다는 것을 의미한다.



<그림 3> Peak Shifting

<그림3>은 최대부하를 경부하시간대로 이전시켜 최대부하억제와 심야부하조성을 동시에 추진하는 수요관리 프로그램으로서 대표적 제도가 심야전력을 이용한 축냉설비 보급이다.

연중 최대부하는 냉방부하가 집중되는 7-8월중에 발생한다. 전기는 특성상 생산과 소비가 동시에 이루어지므로 여름철 최대부하에 대응하여 전력수요의 안정을 기하기 위하여 전력회사는 발전소 등 전력공급설비를 피크부하 이상으로 건설하여야 하기 때문에 설비투자에 많은 자금이 소요되게 된다.

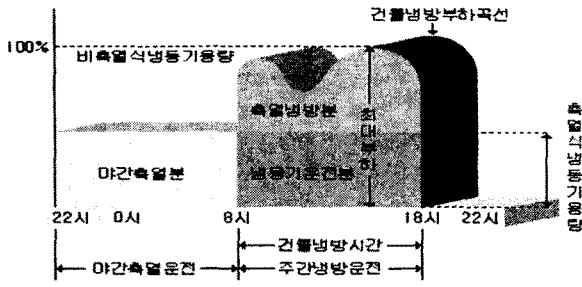
따라서 모든 전력회사는 설비투자비를 억제하고 전력수급의 안정을 기하기 위하여 최대수요를 억제 또는 경부하 시간대로 이전하는 수요관리 프로그램을 운영하고 있다. 이와 같이 최대부하의 이전을 위한 프로그램인 축냉설비 보급은 전력공급에 기본적인 상식을 가지고 있다면 누구나 그 효과를 쉽게 이해할 수 있는 제도라고 할 수 있다.

#### 3. 축냉설비 보급필요성 및 지원제도

##### 3.1 축냉식 냉방시스템

축냉식 냉방시스템은 최대수요이전(Peak Shifting)을 목적으로 보급하는 설비로서 1991년 3월 한국전력이 보급촉진을 위한 특별부담금 지원제도를 신설하고 1992년 12월 정부에서 축냉식 냉방설비에 대한 설치의무화를 법규로 제정함으로써 본격적으로 일반 건축물의 냉방설비로서 보급이 이루어지게 되었다.

이 시스템은 주간냉방에 사용하는 냉열을 야간에 만들어 저장탱크에 저장해 두었다가 낮시간에 이용함으로써 전력회사 측면에서는 냉방수요 증가에 따른 최대전력수요를 심야시간으로 이전하는 기능을 수행하지만, 고객의 입장에서 볼 때는 냉동기의 용량이 작아지고 냉동기를 고효율로 운전할 수 있으며, 갑작스런 부하증가에도 용이하게 대응할 수 있는 등 여러 가지 장점을 갖고 있다. 특히, 빙축열 시스템은 0℃에서 물이 얼음으로 변화할 때 발생하는 잠열(79.68kcal/kg)을 저장함으로써 저장탱크의 크기를 획기적으로 줄인 시스템으로 도심빌딩의 냉방시스템으로는 아주 적합한 특성을 갖고 있다. 이러한 축냉식 냉방시스템은 한국전력의 심야전력기기 인정기준에 따라 한국에너지기술연구원, 한국생산기술연구원 등 공인기관에서 인정하고 있다.



〈그림 4〉 축냉식 냉방시스템의 최대수요이전 개념

### 3.2 축냉시스템의 보급 필요성

축냉설비는 2차 에너지인 전기에너지를 사용함으로써 1차에너지(가스 등)를 직접 사용할 때 보다 효율이 우수하다.

〈표 1〉 냉방방식별 에너지 이용효율

구분	축냉식 냉방설비	가스식 냉방설비
○ 동작원리	전기 (2차에너지)	가스 (1차에너지)
- 사용연료	심야가동 → 주간냉방	주간가동 → 주간냉방
- 가동형태	2.5~4.0 (평균 3.0)	1.05
○ 성능(COP)	높은 효율	낮은 효율
○ 에너지이용 효율(국가)	가스 → 전기 → 냉방이용 100 45 135	가스 → 냉방이용 100 105

또한, 심야시간 운전 및 정격운전에 따른 냉동기 자체효율이 10%이상 향상되고, 에너지비용 및 에너지원 다변화 측면에서도 국가적으로 유리하며, 온실가스 배출량이 가스연료 대비 10~30%의 감축으로 환경보호 측면에서도 매우 유리하다.

### 3.3 축냉설비 보급지원제도

축냉설비 보급지원제도는 크게 정부지원과 한국전력의 지원제도로 구분된다. 정부에서는 축냉식 냉방설비를 설치하는 고객에 대하여 저리의 설비설치 소요자금 지원하고, 투자액의 10%상당금액을 소득세(법인세)를 공제하고 있다.

〈표 1〉 금융지원

지원비율	이자율	대출기간	지원한도액
소요자금의 80% 이내	연리 3.75% (변동금리)	3년거치 5년분할상환	동일건물당 50억원이내

한전의 지원제도는 축냉식 냉방시스템을 설치하는 고객에게 일점액의 설치지원금을 무상지원하고 설계 반영하는 설비설계자에게 설치지원금의 5%를 지원한다. 또한 값싼 심야전력요금 적용함으로써 냉방비 부담을 경감해 주고 있다.

〈표 2〉 설치지원금

감소전력	처음200kW	201~400kW	400kW초과
설치지원금	48만원	42만원	35만원

## 4. 축냉설비 보급 활성화를 위한 방안

### 4.1 축냉식 냉방시스템 보급현황

축냉시스템 보급 초기에는 축열조 설치에 대한 거부감과 추가투자비 부담 및 신기술에 대한 망설임 등으로 보급에 어려움이 많이 있었으나, 91년 이후 한전과 정부에서 적극적인 지원정책을 실시하고 시스템 공급회사의 기술개발, 설계사무소의 관심속에 지속적인 증가 추세를 보여왔다. 2005년까지의 보급실적은 5,394호에 설비용량은 572,379kW를 보이고 있다.

설치 장소별로는 업무용빌딩, 백화점, 상가 등 상업용 빌딩에서 주로 사용하고 있으며 최근에는 공장 등 산업용시설에 보급이 확대되고 있다.

### 4.2 축냉설비 보급 장애요인

축냉설비는 설치비 일부 무상지원, 세제 및 금융혜택, 설치의무화 등 각종 지원제도에도 불구하고 보급량이 만족할만하게 증가하지 않는다는 점이다. 축냉시스템이 가지고 있는 기본적인 단점인 부피가 큰 축열조 설치 및 이에 따른 설치공간 확보 등과, 하나의 시스템으로 냉방과 난방이 동시에 해결하고자 하는 소비자의 욕구 등으로 가스냉방설비와의 경쟁 등으로 인하여 보급에 어려움이 있다. 더구나 최근에는 국내 냉동공조 시장에서 중앙집중식 냉방설비와 냉방전용 에어컨의 비중이 점차 감소하는 반면에, EHP(Electric Heat Pump)와 GHP(Gas-engine Heat Pump) 등의 냉난방 겸용시스템이 전체 냉동공조 시장에서 차지하는 비중이 크게 늘고 있는 실정

이어서 향후에는 축냉시스템의 시장점유 비율이 점차 낮아질 것으로 예측되고 있는 상황이다. 우리나라는 가까운 일본과 달리 겨울철 난방기간이 길어 난방설비는 반드시 갖추어야할 필수적인 설비인 반면, 여름철 냉방은 그 기간이 짧고 고객의 필요에 의해 설치하는 선택형 설비에 해당한다.

따라서 계절간 부하평준화를 도모하는 축냉설비 보급효과를 극대화할 수 있는 합리적인 수요개발 방안이 요구되고 있다.

### 4.3 축냉설비 보급 활성화 방안

축냉설비는 하계 전력부하의 평준화를 목적으로 일반전기 냉방설비를 대체하는 대체냉방설비로 경제적 개발한도가 없다. 주간에 비싼 원가로 생산할 전기를 저가의 심야시간대로 이전하므로 다다익선의 개념으로 보급하여야 할 설비이다. 합리적인 효과제고를 위해 다음과 같은 네가지 방안을 생각할 수 있다.

#### 4.3.1 심야전력 요금의 가격기능 제고

심야전력의 가격기능을 높일 수 있는 방법으로 요금체계(구조)의 개선을 들 수 있는데 계절별 원가를 반영하여 요금을 차별화하는 것이다. 부하수준이 높은 겨울철에는 요금을 높게 책정하고 심야시간대 원가가 낮아지는 여름과 봄가을에는 요금을 낮게 책정한다. 이를 통하여 겨울철 심야는 억제되고 축냉설비 보급은 확대되는 효과를 기대할 수 있다.

#### 4.3.2 축냉설비 설치에 대한 인센티브 확대

냉동공조시장은 법령의 규제를 받지 않는 EHP(개별 전기냉방)가 종전의 중앙공급설비 설치건물에 까지 확대되고 있는 실정이라서 여름철 최대부하 시간대의 전기냉방수요 억제에 지장을 주고 있다.

따라서 이와 같은 일반전기냉방 수요의 확산을 방지하기 위하여 현재 시행되고 있는 축냉설비 지원은 보다 상호조정하는 것이 바람직하며, 법령의 개정을 통해 일정규모 이상에서는 개별식 전기냉방설비를 설치하지 못하도록 규제가 필요하다고 본다.

#### 4.3.3 축냉난방 겸용 축열식 히트펌프 시스템의 보급

전기용량(kW)이 큰 축열기기를 대체하고 냉난방 겸용기능으로 소비자의 선호도가 높은 축열식 히트펌프시스템을 보급하는 방안이다.

축열식 히트펌프 시스템은 지열, 폐열 등 주변의 미활용 에너지를 이용할 수 있어 기존의 축열기와 빙축열 방식의 축냉시스템에 비하여 효과적인 에너지 이용이 가능하다. 반면에, 축열설비 보다는 훨씬 고가의 설비이며 수축열 방식이므로 빙축열 냉방시스템에 비하여 축냉조 부피가 커지고 초기투자비가 증가하는 단점이 있다.

따라서, 축열식 히트펌프의 확대보급을 위해서는 기존의 축냉시스템보다 많은 지원이 필요하며 가능한 방안으로는 난방능력에 대한 리페이트 추가 지급, 소형시스템에 대한 심야전력(율) 공급범위 확대 등 별도의 지원시스템을 마련하여 시행하여야 할 것이다.

#### 4.3.4 산업용전력에 대한 심야전력(율) 공급범위 확대적용

산업용(율) 및 (병) 전력을 사용하는 경우, 현재는 심야전력(갑)이 적용되어 전축열운전방식의 축냉시스템만이 설치 가능하지만, 실제 공장의 운전특성상 비상사태를 대비한 예비 냉동기가 필수적으로 필요하여 심야전력용 일반전력용 2 sets의 냉동기가 설치되어야 하며, 대부분이 규모가 상당히 큰 냉동기를 사용하는 관계로 전축열방식 시스템을 설치할 경우 초기투자비가 과도하게 소요되는 등의 문제를 해결하고, 산업용에 축냉시스템의 보급을 확대할 수 있도록, 산업용(율) 및 (병) 전력에 대하여도 심야전력(율)을 적용하는 방향으로 제도개선이 필요하다.

## 5. 결 론

전력산업은 국가의 기간이 되는 가장 중요한 산업중의 하나이므로 산업의 국제경쟁력 확보와 국민의 유쾌한 생활을 보장하기 위해서는 경제적인 전력공급이 필수적이라 할 수 있다.

전력공급의 경제성을 높이기 위하여 추진하는 전력수요관리의 일환으로 1991년부터 도입된 축냉설비 보급제도도 그동안 상당한 수준의 보급실적을 거양함으로써 전기생산원가의 절감과 경제적 전원구성, 설비이용률 제고에 크게 기여하고 있다. 그러나 계속되는 건설경기 침체와 강력한 경쟁상품의 출현으로 냉방설비 보급시장에서 경쟁력 확보에 많은 어려움이 있다.

따라서 축냉시스템의 보급을 확대할 수 있는 효과적인 추진전략의 개발이 시급히 요구되고 있는 실정이다.

본 방안은 그에 대한 대책으로 축냉설비 설치고객에 대한 인센티브 확대, 냉난방 겸용기기를 선호하는 고객의 욕구를 충족할 수 있는 새로운 심야전력 이용기로서 축열식 히트펌프시스템의 보급을 확대하는 방안을 제시한다.

### 〈참 고 문 헌〉

- [1] 김문덕, 강원구, 전력경제론 권3 전력수요관리, 한국전력공사 전력경제처 1995
- [2] 산업자원부, 잠재력이 큰 수요관리제도 활성화를 위한 연구, 사단법인 한국설비기술협회 2005. 2
- [3] 산업자원부, '05년 전력수요관리사업 수행결과보고서 산업자원부 2006
- [4] 에너지관리공단, 히트펌프 기술가이드북 에너지관리공단 2004
- [5] 한국전력공사, 전력수요관리이론과실무, 한국전력공사 수요관리실 2006