

심야전력을 이용한 냉·난방

박 무 춘

한국전력공사 영업처 수요개발부장

1. 심야전력과 부하평준화

우리나라의 일일 전력수요곡선(그림 1 참조)을 살펴보면 낮타 등과 같은 형태를 보이고 있는데 대개 심야시간에는 전력수요가 최저로 나타나며 그 크기는 낮시간 최대수요의 약 2/3수준으로서 '92년의 경우를 보면 약 700만kW의 격차를 보이고 있다. 이러한 주·야간 부하격차는 산업구조의 변화, 정보화시대의 도래, 생활패턴 변화 등으로 더욱 심화될 전망이다.

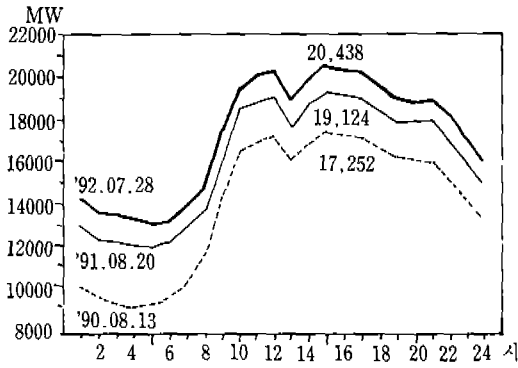
한편, 연중 최대수요전력(그림 2 참조)은 여름철 낮시간에 나타나고 있는데 이러한 현상은 최대수요의 약 20%를 점유하고 있는 냉방부하가 주요인이 되고 있으며 냉방부하의 점유비가 점차 증가하는 추세에 있어 '92년에 약 100만kW 정도인 겨울철과 여름철 부하격차는 앞으로도 더욱 벌어질 것으로 예상된다.

이와 같이 주·야간 또는 계절간 부하격차가 심화되고 있어 전력회사의 부하평준화를 위한 전력수요관리가 절실한 실정이며 이의 실현을 위해서는 전기사용이 많은 시간대의 전력수요를 직접 줄이거나 전력수요가 낮은 심야시간대로 이전시키는 방법 또는 심야시간대의 전기사용을 증대시키는 방법 등이 있을 수 있다.

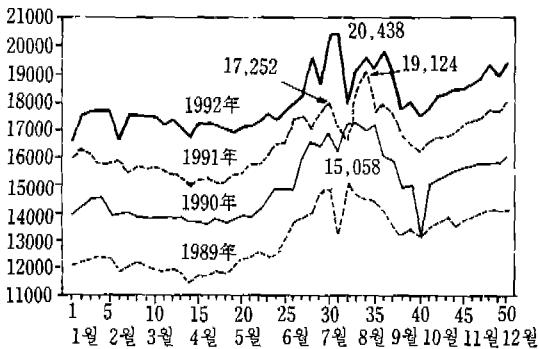
전력사업은 전체 전력공급비용중 고정비가 차

지하는 비중이 높은 설비산업이다. 그래서 전력단위당 공급비용을 낮추기 위하여는 보유하고 있는 전력설비를 최대한 이용하여야 한다. 전기를 경제적으로 저장할 수 있는 기술이 개발되지 않은 현 상황에서 전력설비의 이용률을 증대할 수 있는 방법은 전력수요를 시간대별로 일정하게 유지하는, 즉 부하평준화를 이루는 일이다.

심야전력을 보급하는 의의는 바로 전력수요를 평준화시킬 수 있는 유용하고도 중요한 수단이 된다는 데에 있다. 심야전력을 보급함으로써 전력수요가 낮은 심야시간대의 전력수요를 증대시킬 수 있을 뿐만 아니라 최대수요 시간대의 전력수요를 심야시간대로 이전시킴으로써 최대전력수요를 낮출 수 있게 된다. 그래서 전력설비의 건설을 최소화할 수 있을 뿐만 아니라 설비의 증설 없이도 전력생산량을 늘릴 수 있어 전력설비의 이용률을 높일 수 있게 된다. 이를 전력사업의 운영측면에서 보면 고정비 부담을 덜고 평균공급비용을 낮출 수 있어 값싼 요금으로 전기를 공급할 수 있음을 의미한다. 그리고 이는 결국 전기요금 인하 효과를 가져와 전기사용고객에게 그 혜택이 돌아가게 된다. 국가적으로는 석유나 가스 같은 고가의 수입 에너지를 원자력이나 석탄과 같은 보다 저렴한 준국산에너지로 대체함으



<그림 1> 최대부하 발생일의 일부하곡선



<그림 2> 연간 전력부하곡선

로써 에너지비용을 절감하고 자원의 이용효율을 증대하며, 환경오염이나 공해의 방지에도 기여할 수 있는 효과를 가져오게 되는 것이다.

이러한 측면에서 세계 각국의 전기사업자들은 심야전력 보급확산을 위해 심야시간대 전기요금 을 싸게 하거나 이용고객에 대한 지원 등 갖가지 노력을 기울이고 있다. 우리회사에서도 축열(냉) 식 전기기기를 심야시간대에 사용코자 하는 고객을 위하여 심야전력 요금제도를 운영하고 있다. 심야전력 요금제도에서는 심야시간에 사용한 전력에 대하여 기본요금을 부과하지 않으며 사용량 요금에 대하여도 기력발전의 평균연료비 수준으로 책정하고 있어 다른 시간대의 사용량요금에 비해 절반이하 수준이다. 표 1은 심야전력 요금

<표 1> 심야전력 요금제도

구분	기 본 요 금	전력량요금		비 고
		여름철	그밖의철	
심야전력(갑)	없 음	모든 사용전력량에 대하여 kWh당 22.40원		월간 20kWh 이하 사용시는 20 kWh에 해당하는 요금
심야전력(을)	요금적용전력에 대하여 kWh당 기타시간 4,370× 사용전력량 월간총사용 전력량	심야시간 (22:00 ~08:00)	kWh당 25.30원	최저요금은 요금 적용전력에 대하여 kWh당 440원
		기타시간 (08:00 ~22:00)	kWh당 65.60원	

※ 참고: 일반용전력

구분	기 본 요 금	전력량요금		비 고
		여름철	그밖의철	
고압 전력 (A)	요금적용전력에 대 하여 kWh당 4,370원	kWh당 76.80원	kWh당 51.20원	· 여름철(6월~8 월) · 그밖의 철 (9월~익년 5 월)

제도를 요약한 것이다.

2. 심야전력 이용기기의 종류

심야전력은 전력수요를 평준화시키기 위하여 판매하는 전기상품이다. 전기사업자가 전력수요 평준화를 위해 값싸게 공급하는 심야전력 보급의 실효를 얻기 위해서는, 즉 최대전력수요를 심야 시간대로 이전시킬 수 있기 위해서는 최대수요시간대에 사용할 전기를 심야시간대로 옮겨 사용해야 되기 때문에 심야전력요금이 적용될 수 있는 기기는 근본적으로 에너지를 저장할 수 있는 기능을 갖추어야 한다.

전기에너지를 이용하여 경제적으로 에너지를 저장할 수 있는 방법으로는 기계적 에너지의 플라잉 휠, 양수발전, 압축공기, 초전도체, 화학에너지의 배터리, 열에너지의 현열과 잠열 등이 있다.

심야전력용의 열에너지 저장상품은 그 용도에 따라 난방용, 온수용, 냉방용 등 3가지가 있다. 표 2에 심야전력 이용상품의 종류를 간략하게 나

〈표 2〉 심야전력 이용상품의 종류

구분	용도	상품종류	기능
축열기기	온수	축열식 전기온수기	축열조에 온수를 저장해 두었다가 필요시 사용
	난방	축열식 전기보일러	축열조의 물, 잠열재, 벽돌 등에 열을 저장하여 바닥난방에 이용
		축열식 전기온돌	바닥에 직접 잠열재 등 축열매체를 설치하여 바닥난방에 이용
		축열식 전기온풍기	잠열재, 벽돌 등에 열을 저장하여 온풍에 의한 공간난방에 이용
냉방설비	냉방	빙축열 냉방설비	심야시간에 축열조에 얼음을 생산 저장하였다가 주간냉방에 이용하는 냉방설비
		수축열 H/P시스템	H/P를 이용하여 축열조에 온수 또는 냉수를 저장하였다가 이를 난방 또는 냉방에 이용하는 냉난방 겸용설비

타냈다.

심야전력을 이용하면 기기가 자동으로 작동되어 편리하고 연료저장이 필요없을 뿐만 아니라 재가 생기지 않아 주거환경이 쾌적하며 유해가스 중독의 염려가 없어 안전한 점 등의 장점이 있다. 특히 전기요금에 일반전기요금의 30%수준으로 저렴하여 냉난방비용을 대폭 절감할 수 있다.

심야기기를 이용하려면 먼저 기기생산업체 또는 대리점에서 필요한 기기를 구입하여 설치하고 한전에 심야전력 사용신청을 하면 된다.

3. 심야전력 이용기기의 보급실태

심야전력을 이용하는 에너지 저장식 전기기기는 일반 전기기기와 달리 에너지 저장설비가 추가되어 저장식 기기 특유의 이점과 단점을 갖게 된다.

저장식 전기기기는 필요한 에너지를 생산과 동시에 사용하는 순간식 전기기기와는 달리 필요한 양의 에너지를 미리 생산하여 저장해 두었다가

필요한 시기에 사용하기 때문에 순간식에 비해 필요한 에너지를 공급하는 속도, 즉 속응력이 뛰어나며 사용시 제어가 용이하기 때문에 냉·난방시 빠른 시간에 실내온도를 일정하게 유지할 수 있어 과열과 과냉에 따른 에너지 손실을 없앨 수 있을 뿐만 아니라 냉·난방의 품질을 높일 수 있다. 일반적으로 에너지 저장에 따른 저장손실이 있기 때문에 저장식이 순간식에 비하여 에너지 이용효율이 나빠질 것으로 생각하기 쉬우나 저장식이 갖는 에너지 제어의 우수성, 적정 출력하에서 열원기기 지속 운전, 열에너지 순환동력 절감 등의 효과로 오히려 순간식에 비해 효율이 높은 것으로 평가되고 있다.

물론 저장식이 장점만 있는 것은 아니다. 저장식이기 때문에 저장할 수 있는 용기가 필요하고, 저장용기를 설치할 공간이 있어야 하며, 저장용기를 설치하는 비용이 발생하게 된다. 그래서 저장식은 초기 투자비 증가와 설치공간 확보 등의 문제가 따른다. 그러나 추가 투자비의 문제는 값싼 전기요금에 의한 운영비 절감액으로 충분히 회수될 수 있으며 설치공간 확보의 문제는 유휴공간을 활용함으로써 극복될 수 있다고 본다.

심야전력 요금제도시행 초년도인 '85년에는 물을 축열매질로 한 온수기와 차끓이기 등 온수용 기기만이 보급되었으나, '87년에는 현열 축열을 이용한 보일러, 온돌, 온풍기 등 난방용 심야전력기기가 상품화되었다. 그 이후 축열매질에 대한 연구도 활성화되어 잠열을 이용한 난방용 기기가 속속 개발되어 상품화되었고, '93년말 현재 심야전력 이용기기의 보급상황을 살펴보면 표 3과 같다.

'88년에 심야전력(을) 요금제도가 신설된 이후 난방용 상품의 개발에도 박차를 가하게 되었다. '90년에는 국내 6개업체가 해외에서 널리 보급되어 있는 빙축열 냉방설비를 국내에 도입하였고 한전과 한국생산기술연구원이 공동으로 현장실증시험을 실시한 후 '91년부터 본격적으로 일반보급을 개시하였다.

빙축열 냉방설비의 주요설치고객을 살펴보면 표 4에서 보는 바와 같이 대전EXPO전시장을 비롯하여 대형백화점, 광주고등법원, 인천남동구청 등 관공서와 병원, 삼성본관 등 업무용빌딩에 다양하게 채택 설치되어 운전중에 있으며 여의도증권단지, 대법원, 포항종합제철사옥 등 40여 개소에 설치공사가 진행되고 있으며 설치를 검토하고 있는 고객들이 늘어나고 있어 보급전망을 밝게 하고 있다.

한편, 심야전력 요금제도를 시행한지 8년만에 110만여kW를 개발함으로써 동계기저부하를 성공적으로 조성하였으며 계통부하율을 0.42%P 향상(심야전력 제외시 부하율 72.5%, 심야전력포함

시 부하율 72.9%)시켰고 평균공급원가를 0.20원/kWh 인하(심야전력제외시 원가 54.25원/kWh, 심야전력포함시 원가 54.05원/kWh)하는 등의 개발효과를 나타냈다.

4. 보급확대를 위한 지원제도

가. 빙축열 냉방설비

여름철 냉방부하를 심야시간대로 이전함으로써 최대수요전력 억제 및 심야기저부하 조성을 목적으로 보급하고 있는 빙축열 냉방설비는 전력수요가 낮은 심야의 전력을 이용하여 냉열을 저장하였다가 낮시간 냉방에 활용하는 설비로서 주·야간 전력수요의 격차가 크고 발전비용이 저렴한 기저부하용 설비가 많은 전력계통에 알맞는 설비이다. 우리나라는 계절적 기후변화가 뚜렷하고 값이 싼 원자력 비중이 높은 발전원구조를 가지고 있다. 한편, 주·야간 전력수요의 격차도 약 750만kW로 매우 크며 원자력발전 비중도 약 40%로서 일본이나 미국보다 높기 때문에 빙축열 설비의 보급에 가장 적합한 조건을 갖추고 있다.

빙축열 냉방설비를 설치하면 값싼 심야전력을 이용함으로써 냉방비용을 40% 정도로 절감할 수 있다. 다만, 시스템 설치비가 다소 고가이나 각종 지원제도가 적용되므로 초기투자비 증가는 비교적 크지 않다. 신축 건물의 경우 지하나 옥상 등 유휴 공간을 잘 활용하면 투자비 부담을 크게 줄일 수 있다.

또한 빙축열 냉방설비는 축열조를 갖추고 있어 냉동기가 일시 고장나는 경우에도 축적된 에너지를 즉시 사용할 수 있고, 냉방수요가 급격히 증가할 때나 장래에 증설이 필요한 경우 축열조만 추가하면 되므로 매우 간편한 이점이 있다. 기존 건물에 설치하는 경우에는 2차측 배관, 공조기 등 기존설비를 그대로 이용할 수 있으며, 중·소형건물의 경우에 수전설비를 시설하지 않고도 냉방설비를 설치할 수 있는 등의 장점이 있다.

이러한 빙축열 냉방설비의 보급확대를 위하여

〈표 3〉 심야전력이용기기 보급현황

(’93년말기준)

구 분	축 열 식 전기온수기	축 열 식 전기보일러	축 열 식 전기온돌	축 열 식 전기온풍기	합 계
보급대수(대) (점유비%)	106,004 (55.0)	40,470 (21.0)	27,751 (14.4)	18,612 (9.6)	192,774 (100)
설비용량(kW) (점유비%)	391,030 (27.4)	666,244 (46.6)	264,919 (18.5)	107,133 (9.5)	1,429,326 (100)

〈표 4〉 빙축열냉방설비 보급현황

(’94.4월 현재)

구 분	개 소	냉방면적 (천평)	설비용량 (kW)
준 공	98	417	22,720
시 공 중	43	309	16,026
설 계 중	22	126	6,622
검 토 중	105	790	50,855
계	268	1,642	96,223

※ 주요 설치고객

준 공 : 대전EXPO, 삼성본관, 미도파백화점(상계동), 그랜드백화점, 한국전자계산, 목포시립도서관, 성가복지병원, 한전기술연구원, 한국통신, 광주고등법원, 대전영진유통상가, 애경백화점, 춘천국립의료원, 인천남동구청 등

시공중 : 여의도 증권단지, 아주대 부속병원, 양산단위농협, 신세계연수원, 대전대현백화점, 합덕전화국, 상무사업단, 아태산업빌딩, 양천세무서, 미금시청, 중앙일보구사옥, 서울대학병원, 철원군청, 원광대도서관 등

정부와 한전이 운영하고 있는 각종 지원제도는 다음과 같다.

(1) 세제 및 금융지원제도

- 세제지원 : 아래 세가지 내용중 택일
 - 소득세(법인세) 공제 : 투자액의 10/100(국산) 또는 3/100(외산)상당금액
 - 손금산입 : 투자액의 50/100(국산) 또는 30/100(외산)상당금액
 - 특별상각 : 당해 자산취득가액의 90/100
- ※ 관련법규 : 조세감면 규제법, 법인세법 시행령
- 금융지원
 - '94년도 에너지이용합리화를 위한 자금지원지침(상공부공고 제92-14호)
 - 지원내용

세부사업명	용자규모	용자대상	용자조건
전기대체 냉방시설	70억원	빙축열 설치자	연리 5%, 3년 거치 5년상환

주) 1. 지원상한 : 설치비의 90%이내, 상한액 4억원
 2. 용자추천절차 간소화 : 한전의 설치계획 확인(3일소요)으로 대체

(2) 한전의 지원제도

- 빙축열 설치비 일부 무상지원
 - 대상고객 : 당사가 인정하는 축냉식(빙축열, 수축열 등)냉방설비를 시설하는 고객
 - 무상지원금 산정기준

감소전력	처음 100kW 까 지	다음 100kW 까 지	200kW 초과	상한액(호당)
무상지원금	24만원/kW	13만원/kW	8만원/kW	1억원

주) 감소전력 : 축열조 용량 및 방냉시간을 기준으로 산정

○전기요금제도에 의한 지원

축냉식 냉방설비를 시설하는 수용에 대하여 심야전력 요금제도를 적용함으로써 냉방용 전기요금부담을 경감

○외선공사비 지원

- 대상 : 심야전력을 이용하는 빙축열 냉방설비를 설치하는 수용

-지원금액 : 실 소요공사비 전액을 당사가 부담

(3) 빙축열 냉방시스템 설치의무화

- 고시명 : 건축물의 냉방설비에 대한 설치 및 설계기준(동력자원부 고시 제92-44호, '92.7.30)
- 의무화대상 건축물 : 신축, 개축, 재축건물
 - 연면적의 합계가 3천 제곱미터 이상인 업무시설, 판매시설 또는 연구소
 - 연면적의 합계가 2천 제곱미터 이상인 숙박시설, 기숙사, 유스호스텔 또는 병원
 - 연면적의 합계가 1천 제곱미터 이상인 일반목욕장, 특수목욕장 또는 실내수영장
 - 연면적의 합계가 1만 제곱미터 이상인 건축물로서 중앙집중식 냉난방설비를 설치하는 건축물
- 시행일 : '92. 12. 1

나. 축열식 난방·온수기기

심야기저부하 조성을 통하여 발전설비의 이용률향상 및 전기공급비용 절감을 목적으로 보급하고 있는 축열식 난방·온수기기의 설치고객에 대하여는 옥내배선공사비의 일부를 지원하고 있는데 제도의 개요는 다음과 같다.

○옥내배선공사비 지원제도 개요

- 지원대상 : 100kW 미만의 저압수용으로서 심야전력을 이용하는 축열식 난방, 온수기를 설치하는 자
- 지원금 산정기준
 - 개별수용
(다음한도내에서 실제소요된 공사비 전액부담)

설비용량	5kW 이하분	5kW 초과분
지원금	kW당 3만원	초과 kW당 1만원까지

· 집단수용(정액부담)

설비용량	1kW	2kW	3kW	4kW	5kW	초과kW당
지원금	5만원	6만원	7만원	8만원	8만원	3만원

참고로 한전에서는 고효율 조명기기의 보

급속진을 위한 지원제도를 운용하고 있는데 그 내용을 간략히 소개하고자 한다.

※ 고효율 조명기기 보급지원제도

○대상수용

-계약전력 500kW 이상, 연간사용전력량 100만kWh 이상인 산업용, 일반용, 교육용 고객으로서

-전자식안정기 1,000개 이상, 전구형형광등 500개 이상을 교체(신설)하는 고객

○지원금 수준

구 분	전자식안정기 (220V/40W×2)	전구형형광등(220V/15W)
시 중가 격	29,000원/개	13,000원/개
지 원 금	7,000원/개	3,200원/개

주) 절전율 : 전자식안정기-26%, 전구형형광등-75%

5. 향후 전망

전력설비의 이용률을 결정하는 주요변수인 부하율은 우리나라의 산업구조 변화와 업무용 및 주택용의 전력수요비중이 증대하면서 점차 악화될 전망이다. 늘어나는 전력수요에 대응하기 위한 발전소 건설에 따른 투자재원 확보, 환경규제의 강화, 입지확보 등의 어려움이 예상된다. 이러한 상황은 전기사업자의 최대수요억제 및 부하평준화를 위한 전력수요관리를 절실히 요구하고 있는 것이며 심야전력을 이용한 냉·난방기기의 보급확대를 위한 노력 또한 더욱 필요하게 되었다. 일반적으로 설비에비율이 올라가게 되면 전력회사의 심야전력 보급정책은 소극적으로 또는 제도가 변경되지 않을까 우려하는 사람들이 많은데 이는 부하평준화에 대한 오해에서 오는게 아닐까 생각한다.

한편, 정부는 장기전력수급계획에서 2006년까지 수요관리를 통하여 약 680만kW의 전력수요를 절감할 계획이며 수요관리방안으로 계절간 전기요금 차등폭 확대, 전기대체냉방설비의 보급확대, 고효율기기의 보급촉진 등의 정책을 적극적으로 펼쳐 나갈 계획이다. 또한 정부에서는 전기

사업자가 수요관리투자계획을 수립·시행토록 법제화를 추진하고 있어 정부와 한전의 심야전력 보급정책은 일관성 있게 추진될 것으로 확신한다.

한전에서는 축열식 난방·온수기기의 품질 향상 및 A/S체제 구축을 위한 노력을 꾸준히 추진하고 있고 중·소형 건물에 설치할 수 있는 패키지형 축냉설비의 개발도 진행되고 있어 금년 하반기에는 선보일 수 있을 것으로 전망된다. 심야전력을 이용한 냉·난방기기에 대한 기술개발과 제도적인 보완도 지속적으로 추진함으로써 이용고객들이 신뢰감을 갖고 선택할 수 있도록 환경조성에 노력하고 있다. 심야전력 이용기기의 시장전망은 매우 밝은 것으로 보인다. 환경, 사회여건, 생활형태의 등의 변화에 따라 편리하고 쾌적한 에너지를 선호하게 될 것이고 대상시장 또한 널리 분포되어 있는 것으로 판단된다. 참고로 한전에서는 2001년까지 축열식 난방온수기기 4,300MW, 빙축열 냉방설비 507MW를 보급할 계획으로 보급촉진을 위한 마케팅 활동에 박차를 가하고 있다.

6. 맺음말

지금까지 심야전력의 보급의 의미, 이용기기의 종류, 보급실태, 보급확대를 위한 지원제도와 향후 전망 등에 대하여 개략적으로 살펴 보았다. 심야전력을 효과적으로 이용함으로써 국가적으로 자원의 이용효율을 높이고 수입에너지를 준국산 에너지로 대체하며 환경공해를 줄일 수 있을 뿐만 아니라 전력사업에 있어서는 설비의 운용효율을 높임으로써 공급비용을 줄일 수 있어 궁극적으로는 국민의 에너지비용 부담을 덜어주게 된다. 그래서 정부와 전기사업자가 심야전력 이용기기의 보급확대에 공동의 노력을 기울이고 있는 것이다. 끝으로 심야전력에 대한 전기인 여러분들의 깊은 이해와 아낌없는 성원이 있기를 기원하며 글을 맺고자 한다.