

냉·난방을 위한 축열시스템과 심야전력 요금제도

Thermal Storage System Midnight Electricity Rate.

김진성*
Jin Sung Kim

1. 서 론

전기는 생산과 소비가 동시에 이루어지는 특성 때문에 매시각, 매일, 매계절마다 사용량의 크기는 다르게 나타나며 최근에는 낮과 밤의 전기 사용량은 약 400 만 kw에 달하고, 특히 새벽 3시가 가장 낮고 오후 3시가 가장 높게 나타나고 있다.

이러한 하계피크현상은 '81년을 기점으로 나타나고 있는데 주요원인은 냉방수요의 급격한 증가에 기인하며, 이런 추세는 앞으로도 지속될 전망이다.

부하의 변동폭이 커지게 되면, 전력회사는 최대부하에 맞추어 전력설비를 늘려야 하므로 설비투자비가 증가하게 되고, 부하율이 낮아짐에 따라 설비이용율이 떨어져 전반적으로 비경제적인 요인이 되게 된다. 그래서 전력회사에서는 부하평준화 노력을 위하여 각종 제도를 운영하고 있다. 여기에서는 축열식 냉·난방 시스템을 중심으로 부하관리제도와 보급현황, 관련요금제도, 향후전망에 대해서 살펴보도록 하겠다.

2. 부하관리제도와 축열시스템

2.1 부하관리

부하관리란 최대수요를 억제하고 기저부하를 조성하여 그림 1에서 보듯이 부하율을 향상시키고 부하 평준화로 설비이용율을 향상코자 하는 전력회사의 노력을 말한다. 이는 전력회사의 입장에서 볼때 전력설비투자비와 운전비 등의 절감으로 전기요금의 장기적 안정을 위한 여력확보의 효과로 나타나고, 전기사용 고객의 입장에서 보면 전기료 절감과 생활양식 개선의 이익을 얻을 수 있다.

그리고 국가적인 입장에서 보더라도 고가의 석유 등 수입에너지를 저가의 준국산에너지라 할 수 있는 원자력이나 석탄으로 대체하는 효과를 얻을 수 있다.

부하관리는 수요측면에서 전력소비를 직접적으로 제한하는 직접부하관리(Direct Load

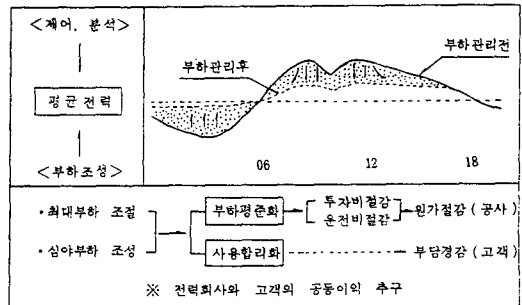


그림 1 부하관리의 개념

* 한국전력공사 영업처 수요개발부

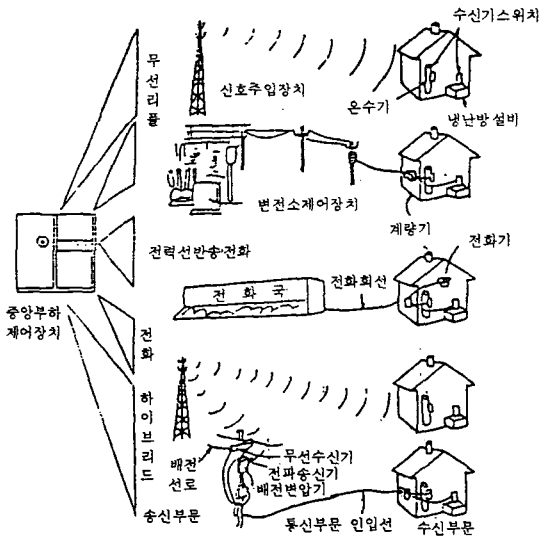


그림 2 원격조정장치 (remote control system)의 통신방법

Control)방법과 요금제도를 이용하여 고객들이 선택적으로 전력을 소비하도록 유도하는 간접부하관리 (Indirect Load Control) 방법등 크게 두가지로 나눌 수 있다.

직접 부하관리는 그림 2에서 보듯이 제어신호의 송수신 방법에 따른 무선신호이용방식, 전력선 반송전화이용방식, 전화선이용방식 등이 외국에서 채택되고 있으며, 이는 냉난방설비, 온수기, 대용량, 세탁기, 건조기, 관개용수 펌프 등의 부하를 일정시간 개폐조작하여 최대부하를 억제하고 경부하 수요를 증대시켜 전반적인 부하율을 향상시키는 방법이다.

한편 전기요금제도에 의한 간접부하관리는 부하조성 목적에 따라 그림 3에서 보듯이 여러형태가 있을 수 있으며, 부하관리방식에 따라 각기 다른 모양을 나타내고 있음을 알 수 있다.

부 하 관 리	부 하 곡 선 변 화	실 례
최 대 부 하 억 제 (Peak Clipping)		하계부하 조정요금제
심 야 부 하 조 성 (Valley Filling)		심야전력(값)요금제도
최 대 부 하 이 동 (Load Shifting)		시간별 차등 요금제 심야전력(율)요금제도
소 비 절 약 (Strategic Conservation)		체 중 요 율 제
판 매 촉 진 (Strategic load growth)		체 감 요 율 제
가 변 부 하 조 정 (Flexible load Shape)		원 격 조 정 Remote Control)

그림 3 부하관리시의 부하곡선 형태변화

2.2 축열시스템

2.2.1 난방기류

현재 사용되고 있는 축열식 난방기로는 보일러, 온풍기, 바닥축열난방 등이 있다. 표 1은 지난 1988년까지의 축열식 난방기의 보급 현황으로서 1986년 27대 189kw 이던것이 1988년에는 16,473대 208,889kw로 급신장을 나타내고 있다. 이런현상은 연료비의 차이가 기름이나 가스 등 타에너지에 비해 크게 비싸지 않으면서 전기라는 고급에너지가 갖는 쾌적하고 편리하다는 장점이 크게 부각되고 있기 때문인 것으로 보여진다.

표 2에서 보듯이 주택난방에서 심야전력이

차지하는 비중은 총 667만호의 0.2%인 1만 6천호 수준에 머물고 있음은 보급기간이 일천함에 있다고 보며, 표 3 외국의 심야전력 보급상황에 비추어 앞으로 축열식 심야기기 수요가 폭발적으로 증가될것이 예상된다.

2.2.2 온수기류

축열식 전기온수기류로는 온수를 사용키 위한 온수기와 차끓이기가 사용되고 있다. 보급 현황을 살펴보면 표 4에서 보듯이 1986년 976대, 3,154kw에서 1988년에는 33,124대, 115,198kw로 급신장하고 있다. 그런데 이러한 증가추세는 앞으로도 지속될 전망이며 이를 뒷받침하는 것은 그림 5에서 보듯이 아직도 우리나라 가정의 67%가 온수시설을 갖

표 1 축열식 전기난방 사용현황

구 분	보 일 리		바 닥 축 열		온 풍 기		합 계	
	대수(대)	용량(kw)	개소(호)	용량(kw)	대수(대)	용량(kw)	대수(대)	용량(kw)
1986	25	177	-	-	2	12	27	189
1987	3,435	48,100	146	985	2	12	3,583	48,998
1988	11,975	177,650	3,253	25,973	1,245	5,266	16,473	208,889

표 2 주택별 난방방식

(단위 : 천호)

구 분	연 탄	유 류	가 스	전 기	중 앙 식	기 타	계
호 수	4,138	560	173	16	259	1,525	6,671
(%)	(62)	(8)	(3)	(0.2)	(4)	(23)	(100)

* 자료 : '85 인구 및 주택 센서스

표 3 외국의 심야기기 보급실태

국 명	미 국	영 국	서 독	카 나 다	이 태 리	일 본
보급율(%)	41.7	62	44.5	49.7	46	6.8
기준년도	1979	1980	1980	1980	1980	1985
착수년도	1940년대	1950년대	1950년대	1950년대	1950년대	1950년대

표 4 축열식 전기온수기 보급현황

구 분	온 수 기		차 끓 이 기		합 계	
	대수(대)	용량(kw)	대수(대)	용량(kw)	대수(대)	용량(kw)
1986	860	2,740	116	414	976	3,154
1987	9,483	33,355	2,949	7,908	12,432	41,263
1988	27,013	98,700	6,111	16,498	33,124	115,198

추지 못하고 있으며, 생활수준이 향상되면 가정의 목욕시설 등 온수사용 욕구는 점차 증대될 것이기 때문이다.

또한 타온수시설의 대부분이 난방시설과 조합되어 있기 때문에 비난방기에 온수이용이 어려운데 반하여 축열식 전기온수기는 독립적으로 사철사용이 가능한 장점을 갖고있어 보급 전망은 더욱 밝다고 할 수 있다.

2.2.3 냉방기류

그림 5는 1988년도 3월, 8월, 12월의 일부하곡선을 나타내고 있다. 앞서 언급한 바와 같이 1981년 이후 연중 최대부하가 하계에 시험된 이래 지속적으로 동하계의 최대전력 차이는 점점 커져 왔으며, 1988년도에는 그 격차가 1,248 MW에 이르게 되었다. 이러한 하계 Peak는 건물 냉방부하에 기인한다는 사실을 감안하면 전력회사의 입장에서 축냉이나 축빙설비를 통해서 하계 Peak를 심야로 이전한다는 것은 곧 전력 담당설비를 이전시킨 만큼 축소시킬 수 있음을 의미한다. 그러면 하계 냉방부하의 분석을 기초로 이전가능성을 살펴보자.

표 5는 1983년 이후의 냉방부하 추이를 나

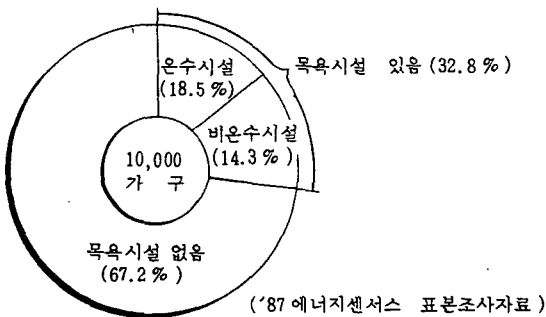


그림 4 목욕 및 온수시설 현황

표 5 하계 냉방부하 분석

(단위 : MW, %)

년 구 분	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
최대부하	7,602	8,811	9,349	9,915	11,639	13,658	15,058	16,418	17,862	19,343	20,911
기본부하	5,954	6,570	7,098	7,980	9,164	10,594	11,897	13,003	14,122	15,266	16,472
냉방부하	1,598	1,946	2,156	2,233	2,393	2,850	3,161	3,415	3,740	4,077	4,439
냉방비중	21.2	22.9	23.3	21.9	20.7	21.2	21.0	20.8	20.9	21.1	21.2

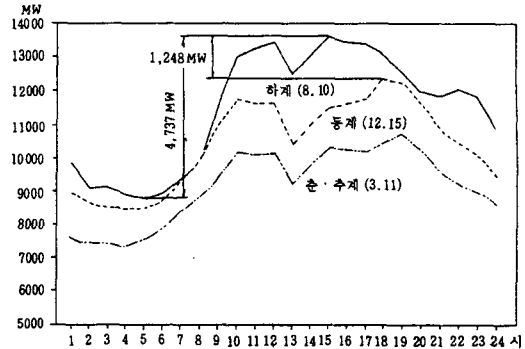


그림 5 일부하곡선('88. 3. 8, 12월 최대일)

타내고 있다. 대체적으로 볼때 냉방부하가 전체부하에서 차지하는 비중은 21% 수준인 것으로 보이며, 1989년의 경우 최대부하 15,058 MW('89. 8. 10시현)중 21%인 3,161 MW인 것으로 분석된다. 이 가운데 50% 이상이 에어컨과 냉동기용 부하로 보며, 이부하량이 축냉설비를 갖출 수 있는 가능 부하량으로 추정된다.

그리고 축냉설비를 갖출 경우의 경제성은 표 6에서 보듯이 우수한 것으로 나타나고 있으며 기존의 보일러와 냉동기를 사용한 냉난방방식이나 흡수식 가스 냉온수기에 비해 초기설비투자비는 다소 증대하고 있는 것으로 나타나나 운전비에서의 경비절감을 고려하면 타방식의 70~80%의 비용이 소요되는 것으로 생각된다. 일본에서의 경제성 검토사례를 참고로 할때 흡수식 냉온수기에 비해 50% 축열식이 가장 경제적인 것으로 나타나고 있으며, 축냉기술은 관련업계의 적극적인 개발의 지에 힘입어 조만간 국내기술에 의한 상용화가 가능할 전망이다 상당한 수요도 예상되고 있다.

표 6 냉·난방방식별 경제성 검토(예)

○ 동대구-연면적 1,500 평 BLD.

(단위 : 천원)

구 분	비 축 열 식		축 열 식	
	보일러+냉동기	가 스 식	Heat Pump (수축)	빙 축 열 식
고 정 비	92,258	90,651	107,398	95,037
운 전 비	16,518	12,297	5,273	6,225
년 간 고 정 비	13,820	15,411	14,876	14,228
비 용 계	30,338	27,708	20,149	20,453
지 수	151 %	138 %	100 %	102 %
비 고	142 kw	40 kw	설치공간 약 40 평 추가 소요 85 kw	설치공간 약 10 평 추가 소요 85 kw

- ※ 1. 자본이자 연 12% 감안(운전비중 인건비, 유지비 동액 간주)
- 2. 설비별 상각년수 및 운전비 산출은 현대엔지니어링 용역보고서 참조

○ 요꼬다이 빌딩-연면적 5,000㎡(구주전력 영업개발실 산출)

(단위 : 천원)

구 분	비 축 열 식			축 열 식		
	유 방 식	가스방식	Heat Pump 방 식	50 % 축열 HP 식	100 % 축열 HP 식	100 % 빙축열식
고 정 비	7,000	7,023	6,646	6,348	8,825	7,866
운 전 비	4,359	6,061	5,906	3,824	3,216	4,518
합 계	11,359	13,084	12,552	10,172	12,041	12,384
지 수	112 %	129 %	123 %	100 %	117 %	120 %

- ※ 50% 축열시 축열조 규모 : 790㎡
- 100% 축열시 축열조 규모 : 1,470㎡

3. 심야전력요금제도

심야전력요금제도는 축전식, 축열식 또는 축냉식 전기기기를 사용하도록 유도함으로써 주간부하의 경감과 심야부하의 조성을 통하여 전력설비를 효율적으로 이용코자 하는 제도로서 (갑)과 (을)의 두종류가 있다. 즉 밤 11시부터 다음날 아침 7시 사이에 전기를 공급받아 한국전력공사에 인정하는 기기(축전식, 축열식, 축냉식)를 이용하여 열이나 냉의 형태로 저장, 사용하는 경우 상시전력요금보다 훨씬 저렴한 요금을 적용하는 제도이다.

3.1 계약종별

3.1.1 심야전력(갑)

전기를 심야시간에만(밤 11시부터 익일 7시까지) 공급받아 축열 또는 축전하여 24시간 내내 냉난방 및 온수를 사용하는 경우에 해당되며 전기요금에 있어서는 기본요금은 없고 사용량 요금은 kwh 당 22원 50전 단일요금이다. 효과적인 설치장소로는 주택, 사무실, 병원진료실 등 소형 건물에 특별히 적합하다.

3.1.2 심야전력(을)

전기를 심야시간대(밤 11시부터 익일 7시까지)에 주로 공급받아 축열 또는 축전하여 24

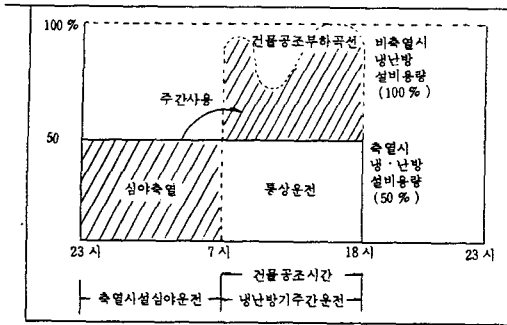


그림 6 축열식 사용시 전력부하추이

시간중 일부를 사용하되 기타시간에도(7시 이후부터 밤 11시이전) 전기를 공급받아 냉난방 및 온수를 사용하는 경우에 해당되며, 전기요금에 있어서 기본요금은 kw당 4.045원은 주간 사용 전력에만 적용하고 심야에는 적용하지 않으며 사용량요금은 심야시간대는 kwh 당 26원 10전, 기타시간대는 61원 10전이다.

이 제도는 그림 6에서와 같이 건물 공조용 전기부하를 평준화시키기 위한 부하관리요금제이다. 이에 사용되는 냉방공조시스템은 수축열과 빙축열 및 잠열재 이용방식이 소개되고 있는데, 설치권장장소로는 대형건물, 병원, 기숙사, 교회 등의 냉방에 특히 효과적이다.

3.2 계량방법

심야전력은 상시전력과 별도로 배선하여 전기를 공급하게 되는데 상세도는 그림 7과 같다.

또한 사용시간대별 전력의 공급과 차단은 부착된 Time-SW가 자동으로 작동하므로 별도로 조작할 필요는 없다.

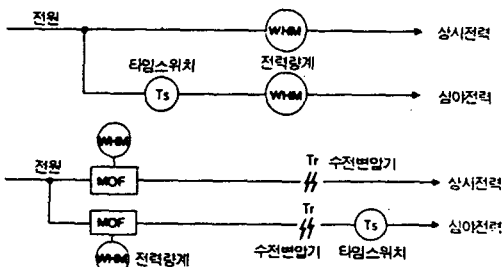


그림 7 심야전력계량방법

3.3 월 사용요금

단독주택이나 아파트, 연립, 다세대 등의 주택에서 난방과 겸하여 온수를 사용할 경우 주택형태, 단열정도, 지역별 온도차이 등 환경적요인 외에도 개개인의 생활패턴의 차이때문에 요금차이는 다소 있으나 표 7을 참고로 할때 타연료방식에 비하여 약간 비싸다고 할 수 있으나 생활의 편리성과 안전한 점을 감안한다면 충분한 경쟁력이 있다고 볼 수 있다.

표 7 월 사용요금

(단위 : 천원)

구분	계 절 별			비 고
	동 계	춘, 추계	하 계	
북 부	78	44	8	1. 지역별 30호 사용실적평균 2. 난방면적 : 20평기준
중 부	64	36	6	
남 부	57	32	6	

(단위 : 천원)

구분	계 절 별			비 고
	동 계	춘, 추계	하 계	
북 부	98	54	10	1. 지역별 72호 사용실적평균 2. 난방면적 : 20평기준
중 부	80	45	8	
남 부	71	40	7	

한편 온수만을 순수하게 사용하는 경우를 살펴보기로 하자. 5인가족이 샤워세면, 설거지, 청소 등에 한달내내 사용해도 월간요금은 1만원 내지 1만 3천원이면 가능하다. 앞서서도 언급한 바와 같이 우리나라의 주택가운데 온수공급시설이 없는 경우를 감안할 때 급신장 추세는 당분간 지속될 것이 전망된다.

4. 향후전망

축열방식에 의한 난방 및 온수기 보급은 개발 4년을 넘어서면서 관련기술의 급진적인 발달과 개선이 이루어지고 있고, 업계참여 역시 1989. 10 현재 42개사에 달하고 있어 정착 단계에 들어선 것으로 보인다. 그러나 1988년말에 제도적 뒷받침을 갖춘(심야전력을) 축냉설비의 보급에 관한 기술에 관해서는 이론

적 측면은 상당히 폭넓게 보급이 이루어지고 있고, 일부 시험설치도 되어 있으나 상용화 단계에는 접어들지 못하고 있는 실정이다.

일부 외국기술이 국내진출을 탐색하고 있는 점을 고려할때 하루빨리 국내기술의 발빠른 진보가 요구되고 있는 것이다. 이와같은 상황에서 우리 한국전력공사에서는 축냉시스템의 조기정착과 활성화를 위한 다양한 대책을 강구중에 있다. 예로서 이미 당사사옥에 설치되어있는 히트펌프식 냉방시스템, 수축열방식의

축냉시스템외에 빙축방식의 냉방설비의 시험설치가 추진중에 있으며, 상용보급의 가장 큰 문제점인 초기투자비의 추가부담과 초기채택에 따른 위험부담을 우리공사가 일부 부담하는 방안을 검토중에 있다. 이러한 상황을 감안할때 공조업계 및 학계의 연구와 기술축적에 우리공사의 지원대책이 합치되어 구체화될 때 '90년부터는 축냉시스템의 보급이 추진될 것으로 전망되며 '91년도부터는 상당한 양의 보급이 현실화될 것으로 믿어진다.