

냉방전력과 그 절감방안(하)

글/한전 전력경제처 수요계획부

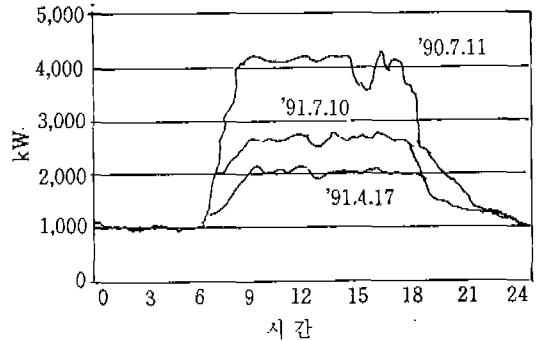
목 차

1. 서 언
2. 냉방부하의 추정방법과 현황
 - 2.1 냉방부하의 개념
 - 2.2 냉방부하 추정방법과 향후 전망
 - 2.3 향후 냉방부하 전망
3. 냉방부하의 전력수급 현황
4. 냉방전력 절감방안
 - 4.1 요금제도에 대응하는 부하곡선 변화
 - 4.2 빙축열 및 가스냉방으로의 대체
 - 4.3 최대전력제어 방법
 - 4.4 업무용 빌딩의 피크 억제 방안
5. '93 주요 하계 부하관리 추진사항
6. 합리적 전기사용을 위한 전기인의 역할

4. 냉방전력 절감방안

4.1 요금제도에 대응하는 부하곡선의 변화

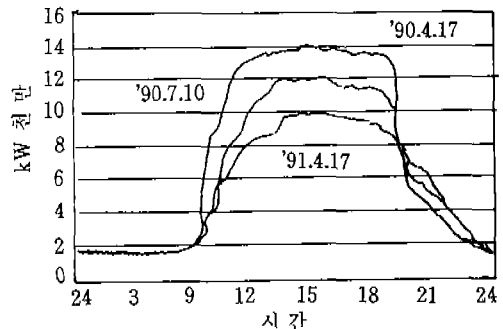
'91. 6 계절별 시간별 차등 요금제도의 대폭 강화 후 주야간 부하격차가 심한 업무용 빌딩들을 중심으로 가격탄력성의 변화를 조사하였다. 이때를 기준으로 요금적용전력의 12개월 연동제가 동시에 실시되었는데 한번 여름에 시험된 피크가 향후 1년간 기본 요금의 추가 부담요인으로 지속 작용한다는 점에서 그 영향력은 매우 큰 것으로 추정되었다.



<그림1> 한전 건물의 계시별 요금제도 부하관리 효과

그림 1은 한전본사 건물의 경우로서 4월 중순과 하계 7월의 부하곡선을 비교해 보면 7월에 600~700kW의 냉방부하가 조성되었다. 또 '90년 7월 보다는 1,200~1,300kW 정도 억제된 것으로 나타났고 또한 점심 시간 소동에 의하여 3~400kW 정도의 전력이 억제되어 부하곡선이 크게 변화였다.

또 그림 2는 53층 무역센터 건물의 부하곡선으



<그림2> 무역센터 건물의 부하억제 효과

로 여기서는 평상시 냉방부하의 절반 정도를 억제하고 있는 것으로 나타났다. 최대전력 12개월 연동제의 도입으로, 주간에는 전기 사용을 최대한 억제, 가스 냉방기를 주로 사용하고 있으며 지하 주차장 등의 전등을 8개 간격으로 점등하는 등 최대한의 주간 부하억제 노력을 하고 있음을 볼 수 있다.

그러나 현행 시간별 차등요금제는 최대수요전력계(D.M) 기능의 한계로 피크 시간대가 아닌 오전과 점심시간에도 높은 요율을 부과하고 있어 요금부담은 큰 반면 부하관리 측면에선 합리적인 것이 아니었다.

한전에서는 '94년부터 5,000kW 이상 대수용가와 '96년부터 1,000kW 이상 수용가에게 전자식 계량기를 달아 요금제도와 수용가 관리에 획기적 진전이 예상된다. 현재 사업용에만 실시되는 시간대별 차등요금제도가 업무용에 확산되고 시간대도 세분화되어 점진적으로 시간대별 한계비용 개념에 의해 실제 그 시간에 소요되는 전력비용에 따라 요금이 결정되는 실시간(Real Time) 요금제도로 바뀌어 갈 것이다. 따라서 앞으로 모든 수용가들은 이러한 요금체계에 적응할 수 있도록 합리적 전기사용의 풍토를 조성해 나가야 할 것이다. 또 전자식 전력량계는 다음에 언급할 최대전력 제어기능이나 역률감시 기능을 수행하고 있어 수용가로서는 합리적 전력사용을 통한 엄격한 부하관리를 하지 않을 수 없을 것이다.

4.2 빙축열 및 가스 냉방으로의 대체

고급 청정 에너지로서 전기가 민생수요에서 차지하는 비중은 소득수준이 향상되고 선진화 될수록 커지게 될 것이다. 특히 냉방용 에너지 수요의 대부분을 차지하고 있는 전력부하의 피크는 계속 증가하고 있어 부하평준화를 위한 방안이 계속 강구되어야 할 상황이다. 이중의 하나로 빙축열 또는 수축열 시스템은 기존 냉방시스템에 축열조를 만들어 심야(22:00~08:00)의 값싼 전기를 이용, 열을 물 또는 얼음으로 저장하였다가 주간에 방출하는 시스템으로 전력회사는 부하평준화로 발전소 건설 비용을 절감하고 수용가는 계약전력을 절감 효율을 증대시켜 운

전기를 절약할 수 있는 이점을 가지고 있다.

현재 '건축물의 냉방설비 및 설계기준'에 의하면 일정규모 이상의 신·개·재축 건물의 냉방설비를 가스나 빙축열로 설치하도록 되어 있고 한전의 전원개발계획에도 상당한 수급관리효과를 반영하고 있어 이러한 대체현상이 가속화할 것으로 보인다.

<표1> 빙축열 및 가스냉방 보급 실적 및 계획 (단위: MW)

연 도	'92	'93	'94	'95	'96	2001	2006	비고
수요관리전체계획	-	609	1066	1321	1710	3546	5821	
빙 축 열 냉 방	14	39	72	113	198	423	591	
가 스 냉 방	168	227	292	364	441	919	1596	

○ 수요관리체계 및 빙축열냉방은 '93. 5 한전 전력경제처 수요예측안
○ 가스냉방: 보급대수 * 용량(USRT) * 전력환산율(.75) * 피크시 수용률
- 보급대수는 가스공사 '93. 5 전망자료임

실제 소비자들이 빙축열이나 가스냉방을 어느 정도 택할 것이냐의 문제는 새로운 설비투자로 인한 편익이 투입되는 비용을 얼마나 빨리 보전하여 효과를 거둘 수 있는냐에 있으므로 보조금이나 요금 등을 감안 경제성 평가에 의해 수용가가 판단 할 수밖에 없다. 또 수용가의 건물 특성이나 부하곡선의 형태별로 경제성이 달라지게 되므로 이러한 점을 감안하여 결정하여야 할 것이다. 또 전력회사로부터 받는 지원금과 요금지출 감소액이 비용인 수용가의 설비투자액을 상쇄하고 남아야 할 것이다.

<표 2> 빙축열 및 가스 냉방 지원제도 비교

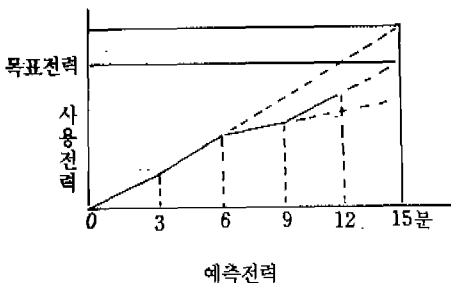
구 분	빙 축 열	가 스	비 고
무상지원제도	감소전력(kW)당 24만원 부터 1억원 한도	-	
요 금 제 도	연중 상이전력요금: 일반의 1/3(22.4/kWh)	하계(5-9월): 동계의 78/100(179.64원/m ³)	
금 용 제 도	설치비의 90% 이내 연리 5% 1년거치 3년 분할	과 동	소득세, 손금 산입, 특별상 각종 특일
공 사 비	외선공사비 전액 육내배선(100kW 미만)	배관설치시 시설분담금 10-50% 할인	

4.3 최대 전력제어

모든 전기 수용가는 한전과 최대전력에 대한 계약 (계약전력)을 해야하며 이에 따라 기본요금(계산된다. 또 최대수요전력계를 부설한 수용은 직전 12개월 시현된 최대수요에 의해 기본요금(계산된다. 이것은 여름에 한번 시현된 피크가 향후 1년간의 기본요금 추가부담요인을 유발시키므로 특별히 냉방부하의 관리방안과 관련하여 중요한 문제로 대두된다.

전력수요제어는 목표전력을 정하여 두고 부하의 추이를 계속 관찰하여 목표전력을 초과할 것으로 예상되면 중요성에 따라 혹은 순번제로 부하들을 정지시킨다. 현재 우리나라의 최대전력계는 15분 단위로 측정하게 되어 있으므로 이 프로그램도 15분 간격으로 제어하게 된다. 그림 3과 같이 설명하면 한 사이클이 시작하고 나서 6분이 경과된 시점에서 이대로 계속 전력을 사용하면 목표전력의 초과가 예상되므로 적당한 숫자의 부하를 프로그램대로 정지시켜 준다. 9분경에는 전력사용에 여유가 있으므로 정지시켰던 부하중에서 목표전력이 초과되지 않을 범위내에서 다시 가동시킨다. 이러한 과정을 반복하여 설정된 목표전력을 초과하지 않도록 제어함과 동시에 에너지의 절약도 도모하는 것이 최대전력제어이다.

앞에서 언급한 바와 같이 대수용가에 전자식 전력량계가 취부되면 시차별 요율 격차는 더욱 심화될 것이다.



<그림3> 최대전력 제어의 개념

대수용가는 이 전자식 계기 내부에 최대수요 제어 기능을 수행할 수 있도록 하여 부하관리가 가능할 것이다. 또 향후 몇년간 전자식 계량기가 보급이 안되는 1,000kW미만 수용가에게는 값이 저렴하고 기능이 간편한 디멘드 컨트롤러가 활용될 수 있을 것이다.

현재는 시스템 구성이 한전 계량기함의 오픈이 불가하여 별도의 계량장치를 부설하는 등 어려운 점이 많으나 앞으로 고성능 센서를 전자식 계량기 유리판에 부착하여 여기서 나오는 펄스에 의해 수요를 제어하도록 간편화하고 주변기기를 간소화한 저렴한 센서의 개발 상품화 단계에 있어 보급이 확산될 것이다.

4.4 업무용 빌딩의 냉방 억제방안

(1) 냉동기의 Duty Cycle 운전

Duty Cycle이란 전기를 절약하고 냉난방 부하를 줄이기 위한 방법으로서 공조기를 적당한 간격으로 정지·기동시키는 것이다.

Duty Cycle에는 수동식, 고정식, 온도보상 절전운전 등의 방식들이 있다. 수동식은 운전원이 직접 정지·기동조작을 하는 것으로 가장 효율이 떨어진다. 고정식은 타이머 스위치에 의한 것으로 수동식에 비해 효율적이지만 실내조건이 즉시 반영되지 못하는 단점이 있다. 가장 효율적이고 개량된 방식이 온도보상 Duty Cycle로 외기온도, 실내온도를 감지하여 실내환경을 일정하게 유지하면서도 자동적으로 공조기를 정지 가동시키는 방식이다. 또한 동시에 다른 프로그램으로 다수의 공조기를 제어할 수 있다면 각각 공조기의 정지시간을 서로 틀리게 하여 부하를 분산시킴으로써 최대전력제어의 효과도 얻을 수 있다. 이 경우 빈번하게 모터를 기동·정지시킴에 의해 발생하는 기계적인 문제점도 발생될 소지가 있으나 무시해도 좋다고 생각된다.

(2) 최적 기동정지

공조기의 기동은 최대한 늦추고 정지는 최대한 빨리 함으로써 공조기의 가동 시간을 줄이자는 것이 이 프로그램의 목적이다. 건물은 업무 개시전부터

공조를 시작해야 하는데 그 사전 공조의 개시시간을 조금 더 과학적으로 결정하려는 것이다.

실내온도, 외기온도, 건물이나 설비에 따른 계수들을 고려하여 자동적으로 사전 공조시간을 결정하여 공조기를 가동시켜 준다면 건물의 사용 개시시간에 맞추어 적당한 온도를 유지시켜 줄 수 있고 불필요한 공조예비시간을 줄일 수 있다. 이때 건물이나 설비에 따른 계수들은 전일의 사전 공조시간 및 실내온도의 변화를 자체적으로 감지하여 자동적으로 재조정하여 줌으로써 처음의 계수가 잘못되었을지라도 자동적으로 가장 적당한 계수를 찾아서 공조예비시간을 결정하여 준다. 또한 전일에 건물을 사용하였는지에 따라서도 계수가 조정된다. 건물의 사용이 끝날 때는 건물의 사용시간 동안에만 쾌적한 범위의 온도를 유지하도록 최대한으로 빨리 공조기가 정지되어도 무방한 시간을 예상하여 정지시켜 준다.

(3) 조명제어

최근 거의 대부분의 사무실 건물에서는 주간에도 전등을 켜야 하므로 전등전력의 소모가 전체 전력소모의 30%~40% 정도를 차지한다. 또한 조명설비에서 발생하는 발열량도 무시할 수 없으므로 냉방기간 중에는 부하 증가의 요인이 된다.

정부에서는 에너지 절약시책의 하나로 1986년 7월부터 1000kW 이상 연건평 5,000평 이상의 대형 건물에는 조도 감시장치와 전자제어에 의한 조명제어를, 중소형 건물에 대하여는 회로 및 점멸장치의 세분화에 의해 조명제어의 의무화를 추진하고 있다.

이 시스템의 기능중의 하나인 시간 스케줄 제어는 1일 24시간을 최소 분단위로 설정하며 일정한 시간 프로그램에 의해 자동으로 조명회로를 온/오프 시키는 것으로 평일 스케줄을 일반 빌딩의 경우 청소 및 준비시간, 출근시간, 근무시간, 점심시간, 일과후 잔업시간, 퇴근시간, 경비순찰시간으로 나누어 제어하고 주별 월별 스케줄별로도 제어한다. 또 태양광에 의해 보상되는 창가지역의 전등을 지정된 조도설정에 따라 단계별로 자동 온/오프 시키는 조도센서 제어기가 있고 정전 등 비상시에 최소한의 조명상태를 유지할 비상 제어 등 다양한 기능을 통해 제어한다.

(4) 외기도입제어

건물의 공기 청정도를 유지하려면 냉·난방 기간중에도 항상 일정량의 외기를 받아 들여야 한다. 냉방 부하의 내용을 보면 외기에 의한 부하가 전체의 약 42%를 차지한다. 그러므로 외기의 제어, 이용은 에너지 절약의 성패를 가르는 중요한 요소이다.

외기 이용과 관련된 에너지의 절감방안에는 다음과 같은 것들을 들 수 있다.

① EMS(Energy Management System)에 의한 외기 도입 제어

공기의 냉방부하는 온도에만 의존하는 것이 아니라 공기가 갖고 있는 전열량(엔트로피)에 의존한다. 즉 온도는 낮더라도 공기가 갖고 있는 엔트로피가 높은 경우가 있으며 이러한 공기를 받아들이면 냉방부하가 커지게 된다.

일반적으로 빌딩관리 시스템에는 엔트로피를 계산하는 공식이 냉장되어 있는 경우가 많으므로 이를 최대한으로 외기도입제어에 활용하면 많은 냉방부하의 절감이 가능하다.

② CO₂ 농도의 제어

실내공기의 청정도를 유지하기 위하여 받아들이는 외기의 양을 실내공기 감시장치를 통하여 최소한으로 조절한다. CO₂ 농도만으로는 실내 공기의 청정도를 알기 어려운 경우가 있다. 즉 금연지역을 확대하고 흡연자들이 많은 방의 경우에는 필터 등을 설치하여 청정도를 유지시킨다.

③ 야간 외기도입제어

한여름이라 하더라도 일출전의 대기온도는 그 전날의 열기를 미쳐 발산하지 못한 실내온도보다 낮추어 냉방부하를 줄이는 것이 야간 외기도입제어이다.

5. '93 주요 하계 부하관리 추진사항

(1) 하계휴가 보수기간 조정요금

이 제도는 여름철 피크 기간중 계약전력 500kW 이상으로서 최대전력수요를 50%이상 감축 가능한 수용에 대해 사전계약에 의해 요금을 할인해 주는 제도이다. 이 기간에 수용가는 휴가를 실시하거나 생산설비를 보수하도록 함으로써 피크를 줄일 수 있

으며 감소전력(kW)당 440원의 전기요금을 감면해 준다. 특히 올해는 이 제도의 실시기간을 8.9~8.20 까지 휴일을 제외한 11일간으로 지정하여 기간 중 피크 억제에 크게 기여하게 될 것이다. 신청서 접수는 5.12~6.15까지였으며 협의 및 조정 통보서의 송부는 7.5까지 마쳤다.

(2) 전력수급조정 제도

전력수급조정 제도는 수용가가 자기 사정에 맞도록 줄일 수 있는 전력을 한전과 미리 약정한 후에 한전이 요청한 때에 약정한 전력을 줄이면 요금 할인을 주는 것이다. 적용 대상은 계약전력 5,000kW 이상의 업무용 또는 산업용 전력으로서 최대수요 20% 이상을 줄일 수 있거나 계약전력 5,000kW 미만 수용중 최대전력수요를 500kW 이상 줄일 수 있는 수용에 대해 적용된다.

요금 할인의 범위는 한전과 전력수급 조정 약정만 체결하여도 7~8월의 전력에 대하여 약정 전력에 대하여 kW당 440원을 할인해주며 한전 요청에 따라 전력을 줄인 경우 기본할인 외에 실적에 따라 다음과 같이 추가 할인을 해준다.

올해는 산업활동에 미치는 지장을 최소화하기 위해 긴급조정과 예고조정으로 나눠 효율적으로 시행하고 약정 호수나 약정전력도 작년보다 목표치를 낮춰 실시토록 하였다.

<표 3> 전력수급 조정

계약이행률	전일예고조정시	당일예고조정시	긴급조정
100% 이상	700원/kW	1,400원/kW	2,100원/kW
50% 이상	-	700원/kW	1,400원/kW

(3) 절전 우수건물 전기요금 할인제도

이 제도는 전력사용량이 400만kWh 이상인 건물로서 전력사용량을 전년 대비 10% 이상 줄인 법인세가 부과되는 일반용 및 교육용 수용에 대해 일정 요금을 할인해 주는 제도이다.

요금 할인은 절전한 연도의 종별 평균요금 단가의 20%에 절전량을 곱한 금액을 감액해 준다. 다만 절전 노력 이외의 사유에 의한 사용량 감소분은 제외한다. 이것은 '92년부터 '94년간에 걸쳐 시행될 것이다.

(4) 고효율기기 보급지원

우선적으로 조명전력을 대상으로 올해부터 보급을 지원하고 '95년부터 전동기, '97년 이후에는 공조기, 생산공정으로 확대 고효율기기를 보급 수요절감 노력을 기울일 것이다.

대상은 일정규모 이상의 계약전력 및 전력사용량을 사용하는 산업용, 일반용 및 교육용 수용이 기존의 설비를 고효율기기로 바꿀 경우에 해당된다.

올해 시행예정인 조명기기 지원내용을 보면 전자식 안정기 개당 7,000원(기기비용의 31%), 전구형 형광등은 3,200원(기기비용의 28%)으로 책정하였다.

(5) 저압수용가 D.M 부설로 계약전력 관리

계약전력은 사용설비(부하설비) 또는 변압기 용량(수전설비)에 의한 계약전력중 작은 것으로 수용가가 선택하도록 되어 있다. 한전에서는 지금까지 100kW 이상에만 D.M을 부설하여 계약전력을 점검하던 것을 앞으로 100kW 미만의 저압 수용가에도 확대하여 수용가의 임의적 피크 상승을 억제하도록 할 예정이다. 이를 위해 단계적으로 기능이 축소된 저가의 D.M을 보급해 나갈 것인데 50이상 100kW 미만 수용가의 계약전력 합계는 245만 kW 수준이고, 4~49kW 수용가의 계약전력 합계는 597만 kW로서 이 수용가들만 관리한다 해도 효과는 클 것으로 예상된다.

6. 합리적 전기사용을 위한 전기인의 역할

서두에서도 언급하였으나 전기의 효율적 사용개념은 전기서비스의 효율수준은 저하시키지 않고 물리적 수요(kW, kWh) 수준만 감소시키는 것을 의미한다. 이것은 고효율 설비로의 대체, 제어 프로그램의 도입, 생산공정의 변화 내지는 효율적 운영 등 회사에 새로운 지출을 수반하게 되므로 선뜻 경영진들에게 받아들여지지 않을 수도 있다.

이를 극복하기 위해서 먼저 생각해 볼 것은 전기인들의 의식과 입지의 중요성이다. 에너지 절약의 합리화를 위해서는 어느 정도의 설비투자가 불가피하고 공정의 조절같은 사업장 내부 방침의 변경을 필요로 한다. 그러나 이것은 지난 10여년간 산업용

전력요금의 지속적인 인하로 생산원가중 전력요금 비중(약 4%)이 낮아 사소한 것으로 간주할 수도 있고 조직내 커뮤니케이션의 한계로 충분히 그 취지가 제대로 전달되지 못할 수 있다. 또 장기적으로 경제적 이득이 있다 하더라도 우선은 관심 밖의 일이 될 확률이 높다. 그러나 전력은 생산공정 모든 곳에 안쓰이는 곳이 없고 전체 공정의 자동화율이 높아지면 높아질 수록 전력의존도는 더욱 커질 것이다. 또 전기공학의 특성상 공정의 컨트롤이나 생산의 흐름을 파악하는 데는 전기인들이 다른 학문을 전공한 사람보다 유리하다고 볼 수 있다. 따라서 우리 전기인들은 이러한 이점을 살려 자신에게 주어진 제한된 담당업무에만 매달려 있을 것이 아니라 넓은 관심과 시야를 가지고 업무에 임함으로써 평소 자신의 전문성과 필요성을 인식시킬 필요가 있다.

한편 실질적인 방면으로서 경영측면에서 고려할

필요가 있다. 고효율기기의 도입, 새로운 부하관리 시스템의 도입에 따른 부담비용이 전력회사로부터 받는 요금 감소액이나 지원금 등 편익보다 많을 경우에는 경영진들은 참여하기를 꺼릴 것이다. 그러므로 전기 실무자는 비용편익 분석에 입각한 효과를 경영진에 설득력 있게 제시함으로써 막연한 거부감을 제거하는 등 적극적인 자세가 필요하다고 할 것이다. 이러한 정도의 비용편익 분석결과를 전기 실무자들이 작성하기에는 쉽지 않을 것이나 최근에 DSM 경제성 평가 프로그램이 많이 나와 있기 때문에 관계 회사나 전문가에게 자료를 요청하면 입수가 어렵지 않을 것이다.

이와 같이 전기의 합리적 사용에 대한 평소의 관심과 연구, 그리고 경영진들에 대한 계시를 통해 전기인 자신의 역할을 강화하고 회사 경영에도 적극적으로 기여하도록 노력해야 할 것이다.

다함께 사는 사회를 위하여

우리는 너무나 쉽게 모든 것을 잊고 사는 것은 아닌지요
친구와의 우정, 가족간의 화목,
친척들간의 인정, 이웃과의 사랑

아파트는 높아만 가고
자기방어를 위한 자물쇠와
방법장치는 정밀해져만 갑니다.
당신은 아직도 이웃사촌이라는
단어를 기억하시는지요.

우리는 진정 삶에 있어서 고귀하고
중요한 이해와 사랑을 잊은채

찾으려 하지 않습니다.
진정 소중하고 고귀한 삶의
본질은 드러내어 소리내지
않습니다.

자신만을 위하고 생각하는 자기
본위주의에서 깨어나십시오.
다함께 살아가는 더불어 사는
사회를 만들어 보시지
않겠습니까.

이제는 눈을 들어 주위를
둘러보세요.

어제는 남처럼 느껴지던
이웃에게 따뜻한 한 마디 인사를
먼저 건네보세요.
반갑습니다! 안녕하세요!
한 마디의 인사가 숨겨진
이웃사랑을 잠깨게 합니다.
그리고 무거운 짐이라도 함께
들어보세요.

우리는 서로가 형제요
이웃입니다.
이제는 이웃과
내가 남이 아닌 이웃입니다.