

효率的인 最大需要電力管理 方案

— 사무소용 건물을 중심으로 —

김 세 동

한국건설기술연구원 선임연구원

1. 머리말

우리나라는 경제사회의 발전에 따라 에너지 多消費形의 사회로 변모해 가고 있고, 사무소 건물에 있어서도 빌딩機能이 점차 다양해짐에 따라 電氣消費가 매년 급격히 증가하고 있다. 이와 같이 사무소 건물과 같은 電力 多消費 建物에서는 전력의 효율적 이용에 의한 에너지절감은 물론 전기에너지의 利用 合理化 축진이 요구되고 있다.

건축물에는 조명·전기설비, 공기조화·위생설비, 소방설비, 승강기설비, 정보통신설비 등 각종 부대설비가 시설, 운용되며 건축물의 기능향상에 기여하고 있다. 이러한 에너지원의 대부분은 전력회사에서 공급되는 전력에 의존하고 있다. 그러나, 전력공급시설의 예기치 않은 사고 발생으로 전원 공급이 중단될 경우 건축물의 기능 마비를 초래하게 되며, 재해시에 인명의 안전과 재산보전을 확보하는 것이 불가능해진다. 따라서 전기공급 시설은 안전하며 신뢰도가 높게, 경제적인 배선을 해서 전압변동이 적은 양질의 전기를 공급할 수 있는 설비로 구성해야 한다. 여기서 전기의 양이란 부하용량, 기기의 종류, 구조, 형태 등 설비

시스템을 구성하고 있는 개체를 말하며, 전기의 질이란 이것들로부터 요구되는 신뢰성, 안전성, 내구성, 보수성, 경제성 등을 말한다.

그리고, 수변전설비는 부하설비로 소비되는 전력에 대해 항상 공급상 지장이 없게 적정한 설비 능력이 있어야 하며, 1990년도 이후 우리나라 전력예비율의 절대 부족으로 한국전력공사에서는 '전기공급규정'을 개정하여 가장 전력소비가 많은 7, 8월중에 최대전력이 기록되면 이것에 의한 기본요금을 1년 동안 적용받게 되어 전기요금의 기본요금에 대한 부담이 늘게 되었다. 따라서, 최대 전력의 효율적인 전력관리가 요구되고 있으며 부하설비群으로부터 발생 가능한 최대수요전력을 예측해서 적정하게 제어할 경우 최대전력의 초과 방지 및 전력설비의 유효이용, 전기요금 절감 등의 효과를 기대할 수 있다.

본고에서는 10층 이상의 사무소용 건물 96개소를 대상으로 건물 특성(규모, 용도, 설비특성)별 전력사용실태 결과를 분석하고, 사무소용 건물을 중심으로 최대수요전력의 효율적인 전력관리 방안에 대하여 검토하였다. 또한 사무소 건물의 특성에 따라 전력수요제어를 위한 건축설비의 제어

형태와 제어 시스템을 분석하여 쾌적한 건물환경을 저하시키지 않고 최대전력 관리를 극대화할 수 있는 방안을 기술하고자 한다.

2. 전력수요제어의 필요성

근래에 들어 전력소비의 급증으로 우리나라 電力豫備率이 5% 정도까지 떨어지는 등 전력예비율의 절대 부족으로 한국전력공사에서는 “전기공급규정”을 개정(1991. 6. 1)하여 최대수요전력을 억제하고자 최대수요전력계(Demand Meter)를 설치한 수용가에 대해서는 검침 당월을 포함한 직전 12개월중(최대수요전력계 설치기간이 12개월 미만인 경우에는 그 기간중)의 최대수요전력을 적용하여 전기요금에 반영하고 있으며, 12개월 연동제를 시행하고 있다.

계약전력이 1,200kW인 A빌딩 수용가의 예를 들면, 이 수용가가 '92년 8월에 최대수요전력 1,100kW를 기록하였고, 9월, 10월에는 이보다 낮은 최대수요전력을 기록하였다면, 제도 개선후에는 '92년 8월에 기록된 최대수요전력 1,100kW가 '93년 7월까지 적용되며 12개월 동안 1,100kW에 해당하는 기본요금을 부담하게 된다. 따라서, 업무용의 경우 최대전력 1kW당 4,370원('93. 6월 현재)의 전기요금의 기본요금을 부담하게 되므로 결국 $4,370원 \times 1,100kW \times 12월 \times 1.1(부가세) = 63,452,400원$ 을 부담하게 된다.

이와 같이 여름에 일시적으로 냉방부하가 많은 수용가인 경우 냉방기기 가동에 의해 8월에 최대수요전력이 기록되면 이것에 의한 기본요금을 1년 동안 적용받게 되어 전기요금 부담이 크게 늘어나게 되었다. 따라서, 수용가 각자의 최대수요전력 억제 노력이 요구될 뿐만 아니라 수용가의 부하관리 노력에 의한 최대수요전력 저감을 요금액으로 보상받을 수 있게 되었다.

이 제도의 시행에 따라 냉방부하의 비중이 큰 도심지의 업무용 빌딩에서는 전기요금의 기본요금에 대한 부담이 늘게 되었고, 빌딩의 쾌적 환경

을 유지하면서 피크전력을 최대한 억제할 경우 전기에너지 절감을 극대화할 수 있을 뿐만 아니라 전기요금의 절감효과를 기대할 수 있다.

예를 들어, 상기의 빌딩에 있어서 여름철의 냉방부하 설비 100kW를 피크제어하면 $4,370원 \times 100kW \times 12월 \times 1.1(부가세) = 5,768,400원$ 을 절감할 수 있다.

일반적으로 중앙냉난방을 실시하는 사무소 건물의 에너지 소비비율은 냉난방 및 급탕 30%, 공기조화 및 반송 25%, 조명 25%, 기타 20%로 연간 에너지 소비형태를 분석하면 전기에너지 형태로 약 70%가 소비되고 있다. 더욱이 사무소 건물의 고급화, 대형화로 전력소비량이 크게 증가하고 있기 때문에 건물의 전력수요제어의 필요성은 더욱 높아지고 있다.

3. 사무소 건물의 전력관리실태

3.1 조사 개요

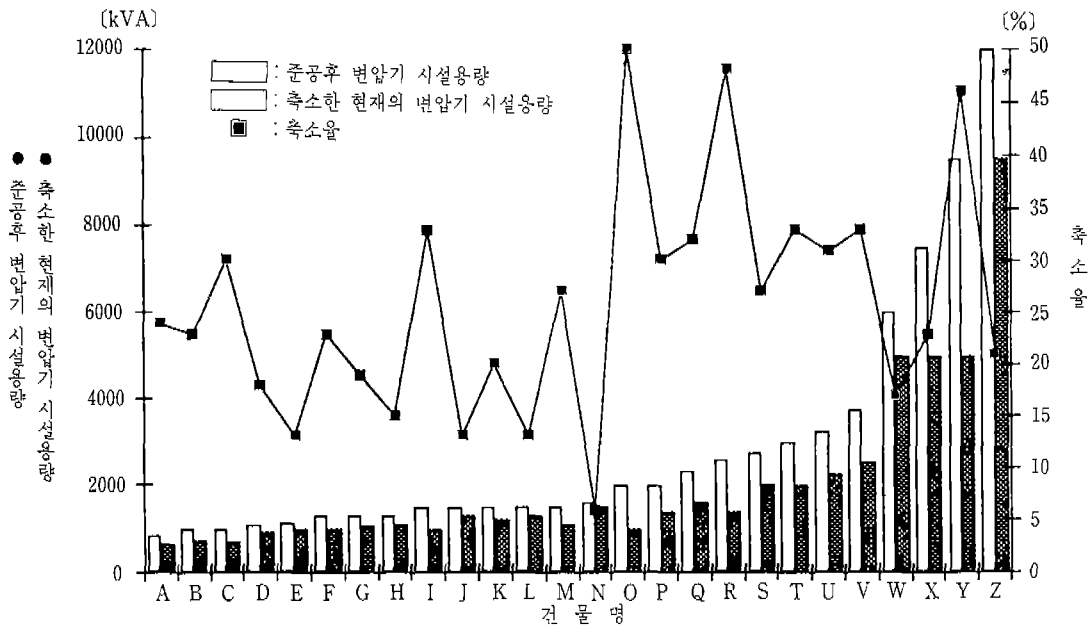
서울, 부산, 대구, 광주, 인천, 대전의 6개 도시에 소재하는 10층 이상의 사무소용 건물중 본 조사에 협조해 준 96개소의 건물을 대상으로 전기설비 현황 및 전력사용 실태에 대한 설문조사 및 현장조사를 실시하였으며, 본 조사의 정확성과 신뢰성을 높이기 위해 조사원이 직접 방문하여 전기시설 현황 및 전력사용 실태조사를 실시하였다. 주요 조사내용은 다음과 같다.

- 건물의 개요(규모, 상가면적, 준공년도)
- 변압기시설용량(준공 당시와 현재의 용량)
- 준공 이후 연간 사용전력량
- 준공 이후 연간 최대수요전력 등

3.2 전력사용 실태현황

(1) 변압기시설용량 축소현황

조사건물 96개소중 건물준공 당시보다 변압기 시설용량을 축소한 건물이 26개소로 조사되었으



<그림 1> 건물별 변압기시설용량의 축소현황

며, 그림 1은 26개소 건물의 변압기시설용량 축소현황을 나타낸 것이다. 축소요인을 살펴보면 부하중별로 변압기를 분리 축소한 곳이 3개소, 조명 또는 동력용 변압기를 축소한 곳이 2개소, 터보식 냉동기를 흡수식 냉동기로 전환하여 축소가 있거나 또는 냉동기의 운전방법 개선, 냉동기의 대수제어 적용 등으로 인하여 냉동기용 변압기를 축소한 곳이 5개소, 기타 전반적인 과다설계로 변압기를 축소한 곳이 16개소로 조사되었다. 따라서, 전기설비의 합리적인 설계를 위해서는 설

계단계시의 부하중류별 정확한 부하계산과 합리적인 변압기 시설의 최적구성이 요구된다.

(2) 동·하절기의 최대수요전력 비교

조사건물 96개소의 동절기·하절기중의 월간 최대전력중 최고치를 기준으로 하여 분석하였다. 표 1에서 알 수 있는 바와 같이 하절기의 변압설비 수용률(최대수요전력/변압기 시설용량)은 58.6%, 동절기의 변압설비수용률은 34.2%로 나

<표 1> 동·하절기의 최대수요전력 비교

| 건물연면적(m ²) 구분 | 개 소 | 총 변 압 기 시설용량(kVA) | 하절기 최대 피크치 (kW) | 동절기 최대 피크치 (kW) | 하절기의 변압설 비 수용률 (%) | 동절기의 변압설 비 수용률 (%) |
|------------------------------|-----|----------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|
| 10,000 이하 | 14 | 10,075 | 5,515 | 2,939 | 54.7 | 29.2 |
| 10,000~20,000 | 35 | 41,900 | 25,016 | 13,029 | 59.7 | 31.1 |
| 20,000~30,000 | 23 | 44,250 | 23,722 | 13,886 | 53.6 | 31.4 |
| 30,000~40,000 | 9 | 25,550 | 15,682 | 8,286 | 61.4 | 32.4 |
| 40,000~70,000 | 5 | 21,925 | 11,536 | 6,926 | 52.6 | 31.6 |
| 70,000 이상 | 10 | 80,635 | 49,906 | 31,613 | 61.9 | 39.2 |
| 계 | 96 | 224,335 | 131,377 | 76,679 | 58.6 | 34.2 |

타났다. 그리고 대형화된 건물일수록 하절기의 변압설비수용률이 높게 나타난 것으로 분석되었으며, 대부분의 건물들이 여름철 냉방을 위한 전력이 현저하게 많이 소비되고 있는 것으로 나타났다.

(3) 연간 최대수요전력의 증가 추이

그림 2는 샘플건물 28개소를 대상으로 건물 준공 이후 연간 최대수요전력의 증가추이를 나타낸 것이며, '85~'90년 사이의 5년간 최대수요전력의 증가율은 평균 14% 증가한 것으로 나타났고 '80~'90년 사이의 10년간 최대수요전력의 증가율은 평균 35.3% 증가한 것으로 분석되었다. 최대전력의 증가요인으로는 OA기기 보급 증가, 대형

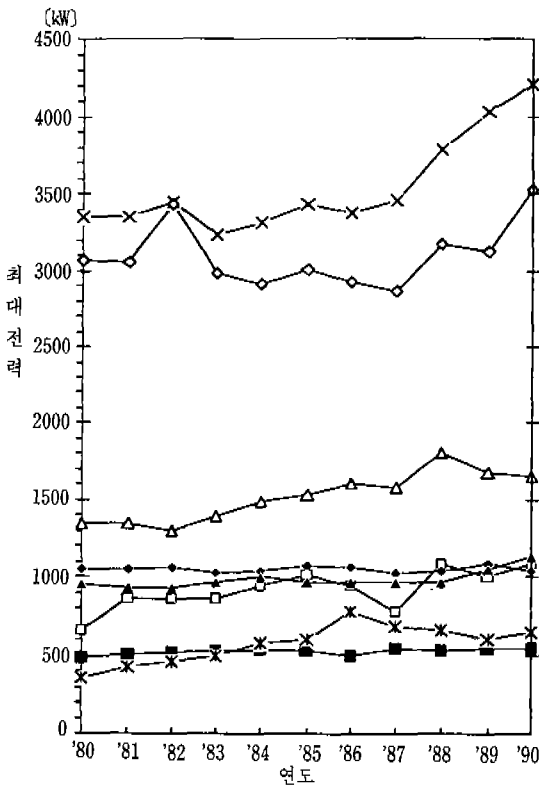
컴퓨터 보급 증가, 단위 에어컨 시설의 증가, 외기온도 상승 등으로 냉방부하가 증가하고 있는 것으로 분석된다.

일반적으로 전기설비 설계시 장래의 부하 증가에 대비해서 5~10년 정도 예견하여 설계에 반영하고 있는데 이에 대한 자료가 현재까지 전무한 실정이다.

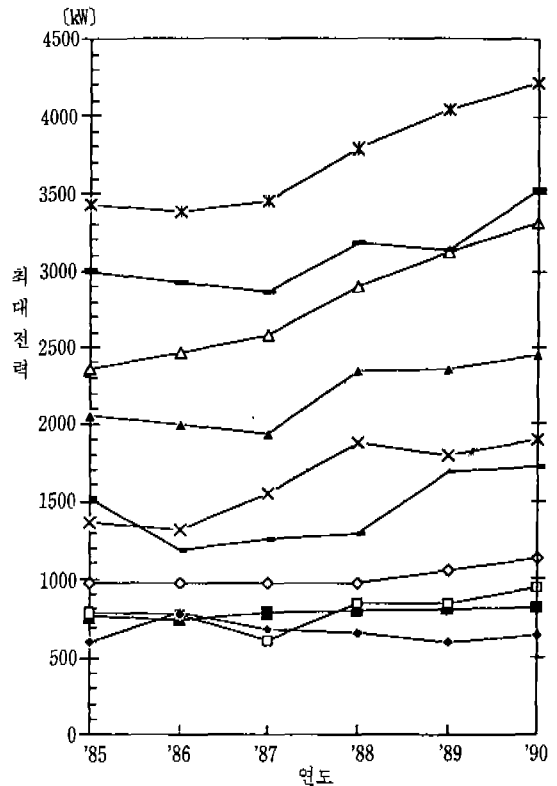
3.3 결과 분석

상기의 실태결과를 요약하면 다음과 같다.

(1) 건물 준공 당시보다 변압기시설용량을 축소 한 건물이 26개소로 조사되었으며, 설계단계에서의 정확한 부하계산이 이루어지지 못하고 있음이 지적된다.



(a) 10년간의 추이



(b) 5년간의 추이

<그림 2> 건물별 최대전력 성장추이

(2) 사무소 건물의 최대피크치는 하절기에 나타나고 있으며, 신태결과 하절기의 변압설비수용률은 58.6%, 동절기의 변압설비수용률은 34.2%로 나타났다. 그리고 대형화된 건물일수록 하절기의 변압설비수용률이 높게 나타난 것으로 분석되었다. 따라서 대부분의 건물들이 냉방부하용으로 전력을 많이 소비하는 것으로 지적되어 하절기 냉방부하에 대한 적극적인 저감대책이 요구된다.

(3) 건물 준공 이후 연간 최대수요전력의 증가 추이 분석결과, '80~'90년 사이의 10년간 최대수요전력 증가율은 평균 35.3%, '85~'90년 사이의 5년간 최대수요전력 증가율은 평균 14% 증가한 것으로 나타났다. 최대전력의 증가요인으로는 OA기기 보급 증가, 대형 컴퓨터 보급 증가, 단위 에어컨 시설의 증가, 외기온도 상승 등으로 냉방부하가 증가하고 있는 것으로 분석된다.

따라서, 대부분의 사무소용 건물들이 전부하용량에 대하여 냉방부하가 차지하는 용량이 대단히 높고, 이에 따라 하절기의 최대부하와 동절기의 최대부하가 매우 큰 차이를 나타내고 있으므로 하절기 냉방부하에 대한 적극적인 저감대책이 요구된다. 또한 낮과 밤의 부하변동이 아주 심하다는 것이 빌딩부하의 특성이다.

4. 효율적인 최대전력 관리방안

4·1 전력수요제어의 목적과 개요

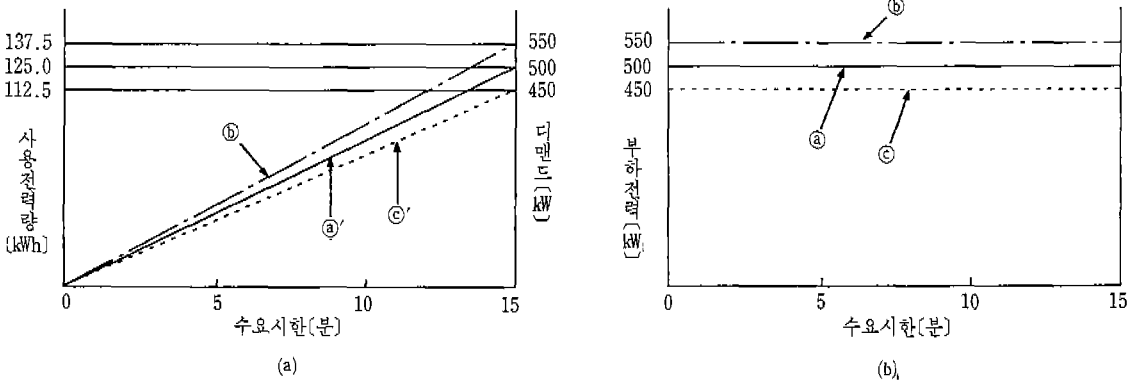
전력수요제어(Peak Demand Control)의 목적은 최대수요전력의 증가를 방지하기 위한 것이며, 건물의 쾌적환경을 유지하는 범위에서 일시적으로 차단할 수 있는 부하를 제어함으로써 피크전력을 억제하는 것이 주목적이다. 여기서, 디맨드란 「需要時限中에 있어서 전력의 평균치」를 의미하며 다음의 식과 같이 나타낸다.

$$\text{디맨드(kW)} = \frac{\text{수요시한중의 사용전력량(kWh)}}{\text{수요시한(h)}}$$

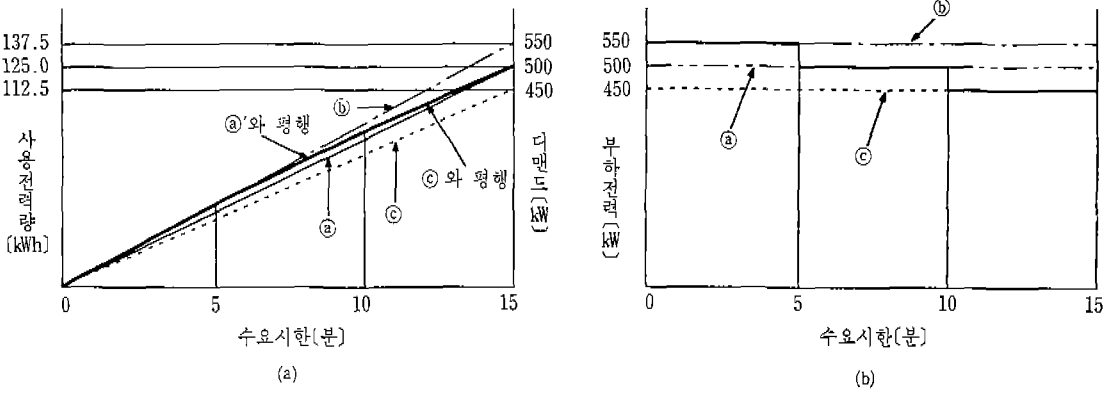
우리나라에서의 수요시한은 15분(1/4h)을 기준으로 하고 있으며, 디맨드(kW)는 사용전력량(kWh)의 4배가 된다. 그림 3은 디맨드와 사용전력량 및 부하전력(순시전력)의 관계를 나타낸 것이며, 일정한 부하전력으로 사용하는 경우 그래프에서 디맨드가 부하전력과 일치함을 나타내고 있다.

우선, 그림 3 (b) ㉠와 같이 500kW의 부하전력을 需要時限 중에 일정하게 사용하면 그 需要時限 중의 사용전력량은 (a) 그래프에서 ㉠'와 같이 증가하고 시한종료시(15분 경과시)에는 125kWh가 된다. 그리고 이와 같은 경우 디맨드는 125kWh/0.25h=500kW로 되어 부하전력과 일치한다.

같은 방법으로 부하전력 550kW일 때는 그림 (a)의 ㉡' 직선, 450kW일 때는 ㉢'의 직선과 같으며, (b) 그래프에서 표시한 부하전력의 크기는 (a) 그



<그림 3> 디맨드와 사용전력량 및 부하전력의 관계 (1)



<그림 4> 디맨드와 사용전력량 및 부하전력의 관계 (2)

래프의 직선의 기울기와 같음을 알 수 있다.

이와 같이 일정 부하전력의 경우는 '디맨드=부하전력'의 관계가 있으며, 실제에는 부하전력이 변동하기 때문에 그 변동분의 피크치를 제어함으로써 디맨드를 규정치 이내로 유지할 수 있다.

그림 4는 피크전력을 규정치 이하로 제어할 수 있는 한 예를 나타낸 것이며, 需要時限 개시에는 5분간은 550kW의 부하전력으로 사용하여도 그후 부하를 제어하여 5분까지는 550kW, 그리고 나머지 5분간은 450kW로 하면, 디맨드는 500kW로 되는 것을 알 수 있다. 이와 같이 일시적으로 최대전력을 550kW의 부하전력을 사용한 경우에도 需要時限 중에 부하전력을 제어함으로써 피크전력을 규정치 이내에서 유지할 수 있다.

4·2 전력수요 제어방식

전력수요는 계절 또는 시간대에 따라 시시각각으로 변동되는 특성을 가지고 있으며, 실태 결과에서 알 수 있는 바와 같이 사무소용 건물에 있어서는 일반적으로 여름철의 냉방부하에 의한 최대 피크전력이 나타난 것으로 지적되었다. 이와 같은 최대수요전력을 적절히 제어하기 위한 방식에는 그림 5와 같이 ㉠ 부하의 피크컷트(Peak Cut) 제어, ㉡ 부하의 피크시프트 (Peak Shift) 제

어, ㉢ 자가용발전설비의 가동에 의한 피크제어, ㉣ 설비부하의 프로그램 제어방식으로 분류되고 있다.

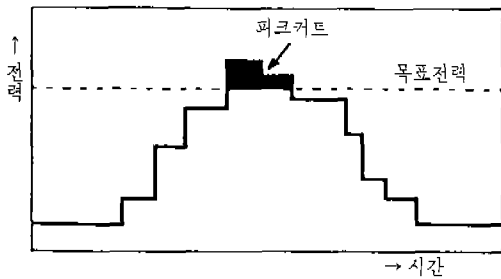
(1) 부하의 피크컷트 제어방식

그림 5의 (a)와 같이 어느 시간대에 집중하는 부하 가동을 다른 시간대로 옮기는 것이 공정상 곤란한 경우 목표전력을 초과하지 않도록 일시적으로 차단할 수 있는 일부 부하를 강제 차단하는 방식이다. 실질적으로 사무소건물에 있어서는 실내의 쾌적환경을 저하시키지 않는 범위에서 냉방부하의 피크컷트방식의 적용 검토가 이루어져야 하며, 피크컷트방식의 적용이 곤란한 경우에는 피크시프트방식과 자가발전기의 가동에 의한 피크 제어방식 등으로 이를 해결할 수가 있다.

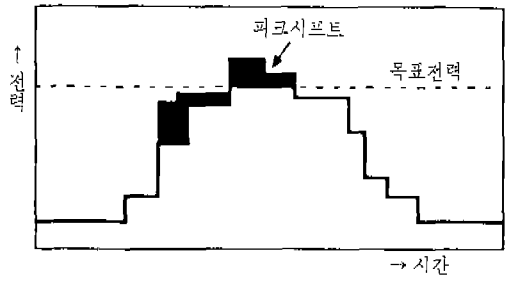
(2) 부하의 피크시프트 제어방식

그림 5의 (b)와 같이 피크전력을 구성하고 있는 부하중 피크시간대에서 다른 시간대로 운전을 옮길 수 있는 부하를 검토하여 피크부하를 다른 시간대로 移行시키는 방식이며, 심야전력을 이용하는 빙축열 냉방 시스템이 적용되고 있다.

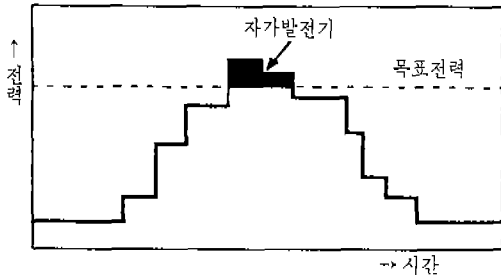
종래의 일반적인 냉방방식은 냉방이 필요한 시



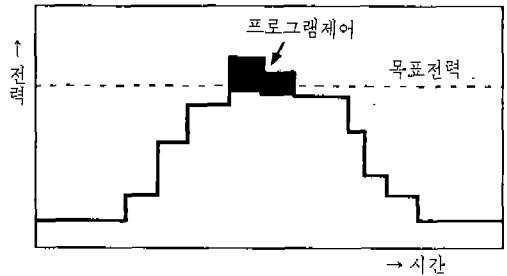
(a)



(b)



(c)



(d)

<그림 5 > 전력수요 제어방식의 종류

간에 냉동기를 직접 가동하는 방식인데 비하여 빙축열 냉방 시스템은 심야전력을 이용하여 야간에 얼음 또는 냉수를 생산, 저장하였다가 낮시간대의 냉방에 이용하는 냉방방식으로 최근 재정지원 등 보급을 촉진하고 있다. 다시 말해서 심야전력을 이용함으로써 낮시간의 냉방에 사용할 전력의 일부를 심야시간대로 이전할 수 있는 방식이다. 그림 6은 빙축열 시스템의 원리와 구성도를 나타낸 것이며, 빙축열 냉방 시스템의 특징을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 전기요금을 대폭 절감할 수 있다는 점이다. 빙축열 냉방 시스템은 심야전력을 공급받기 때문에 일반 전기냉방방식에 비하여 전기요금을 절반 수준으로 줄일 수 있다.

둘째, 일반전기방식에 비하여 40~60% 정도로 냉동기의 용량을 줄일 수 있으므로 요금절감은 물론 수전설비의 용량을 작게 할 수 있어 수전설비의 설치비를 절감할 수 있다. 중·소형건물에서

냉방용 전력 때문에 수전설비를 갖추어야 하는 경우에도 빙축열 냉방설비를 채택함으로써 상시 전력의 제약전력이 100kW 미만이 되는 경우에는 수전설비 없이도 냉방설비의 설치가 가능하다.

셋째, 냉동기를 고효율로 운전할 수 있으며 축열조가 설치되어 있기 때문에 냉동기가 고장난 경우에도 단시간은 축열조의 냉열로 냉방부하를 처리할 수 있어 축열조가 없는 경우보다 양호한 상태로 실내온도를 유지할 수 있게 되는 것이다. 그밖에도 부분부하에 대응이나 건물의 증축 등으로 냉방부하가 증가되는 경우에도 대처가 용이한 점 등 여러 가지 장점을 갖고 있다.

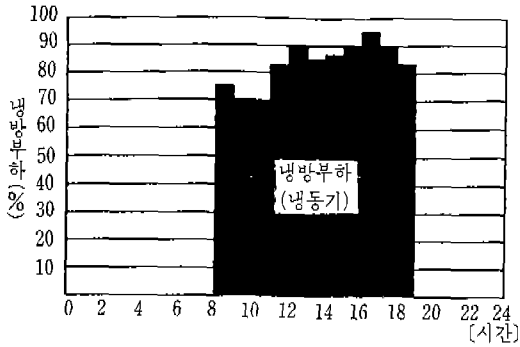
(3) 자가용발전설비의 가동에 의한 피크 제어 방식

수용가축에 자가용발전설비가 설치되어 있는 경우에는 수전전력이 부족한 경우나 위 (1), (2)항

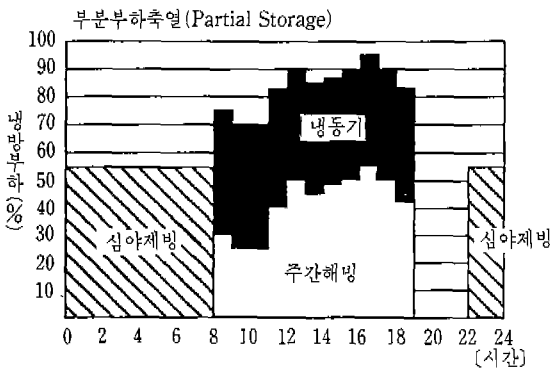
으로써 최대전력제어가 곤란한 경우에는 자가용 발전설비의 전원 공급에 의해 목표전력을 초과하는 피크전력에 해당하는 부하를 그림 5의 (c)와

같이 분담하게 하는 방식이다.

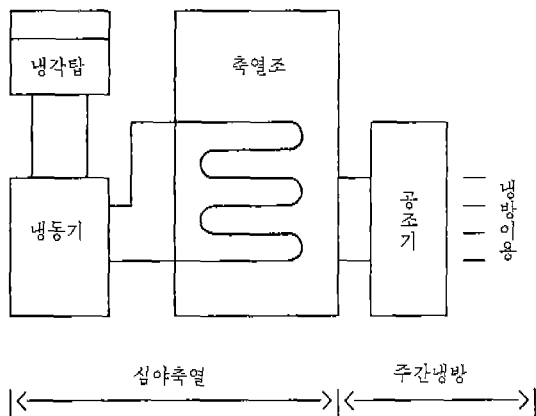
일반적으로 일정 규모 이상의 건물에 있어서는 자가용발전설비의 설치는 의무화되고 있으므로 부하특성을 면밀히 검토하여 자가용발전설비의 전원 공급에 의한 피크전력을 분담하는 것도 바람직하다.



(a) 기존의 시스템



(b) 빙축열 시스템



(c) 축냉 시스템 구성도

<그림 6> 빙축열 시스템의 원리와 구성도

(4) 설비부하의 프로그램제어 방식

그림 5의 (d)와 같이 어느 특정 시간대의 피크 발생점에서 (1), (2)항에 의한 제어를 하지 않고 부하수가 많이 있는 동일기기(예를 들어, 공조기기) 등을 그 기기의 제품성능, 빌딩의 쾌적 환경 유지에 영향을 주지 않는 범위내에서 단기간 정지, 기동운전을 시켜 피크시간대에서의 사용전력량을 감소시키며 최대전력을 제어하는 방법을 프로그램 제어라 한다. 이 경우 수동으로 제어하기는 어려우며 디맨드 컨트롤러(Demand Controller)가 필요하다.

디맨드 컨트롤러는 디맨드제어에 의한 피크전력을 억제하기 위하여 마이크로프로세서를 내장시킨 고도의 감시제어기능을 가진 최대수요전력 감시제어 장치이다. 다시 말해서 마이크로프로세서가 내장되어 있어 항상 전력부하 상태를 감시하고 있다가 부하가 디맨드 시한인 15분내에 사전에 설정된 목표전력을 초과할 것 같으면 경보를 발생시킴과 동시에 일시적으로 차단가능한 부하부터 순차적으로 최대 8개 회로까지 차단시켜 최대수요전력을 억제하는 장치이고, 부하가 떨어지면 다시 순차적으로 사전에 입력된 프로그램에 의해 부하를 투입시킨다.

4·3 최대전력제어시 고려사항

(1) 조정부하의 선정

부하차단에 의하여 피크전력을 조정하는 경우에는 긴급 차단가능한 조정부하를 미리 선정하여야 한다. 조정부하는 5~10분 정도로 필요한 시

점에 즉시 차단할 수 있어야 하고, 단시간 정지시
 커도 영향이 적은 것을 선정하는 것이 바람직하
 다.

일정한 수요전력을 제어하기 위해 필요한 조정
 부하의 크기는 조정부하의 정지시간에서 다음과
 같이 표시된다.

$$\text{조정부하용량} = \frac{\text{수요시간(분)}}{\text{정지시간(분)}} \times \text{수요전력제어량}$$

예를 들면 5분간 정지시킬 수 있는 조정부하로
 100kW의 수요전력을 줄이기 위해서는 3배인 300
 kW의 용량을 준비할 필요가 있고, 정지가 가능한 시
 간이 7분 30초까지 허용되면 2배인 200kW로 되는
 것을 알 수 있다. 실제로는 조정부하 그 자체도
 변동되고 있어 조정이 필요하게 되었을 때 100%
 의 용량이 되지 않는 일도 있을 수 있으므로
 20~30% 이상의 여유를 두어야 한다.

단시간 정지하여도 그 기능이 손상되지 않은
 부하로서는 전술한 바와 같이 축적능력을 가진
 것을 생각할 수 있다. 부하의 이행을 검토하였을
 때와는 달리 5~10분 단시간 전원공급을 끊어도
 기능이 유지되는 것이면 충분히 이용 가능하고,
 피크시간대 직전에 축적 운전시켜두면 축적능력
 을 충분히 이용할 수가 있다.

공조설비도 단시간의 정지이면 축적능력을 가
 지고 있어 조정부하로서 이용할 수 있으나 다소
 간의 서비스 저하, 즉 실온 상승을 허용하면 정지
 시간을 연장할 수 있게 되어 보다 큰 조정능력을
 발휘할 수가 있다. 특히 하절기의 공조기기는 피
 크 발생의 요인이기도 하기 때문에 조정부하로서
 이용되는 케이스가 많으나 허용되는 정지시간을
 실온 상승 상황의 실측 등으로 한번 확인하여 두
 는 것이 바람직하다. 또, 서비스 저하를 수반하기
 때문에 각 공조설비의 정지시간이 균등해지도록
 하는 등의 배려도 필요하다.

조명설비는 공조설비와 달리 정지시키면 즉시
 서비스 저하가 되고, 또 서비스 저하가 허용되는
 경우가 매우 적기 때문에 조정부하로서 사용할
 때는 보안, 안전면 등 그 영향도를 충분히 확인해

야 한다.

(2) 선정조건

부하를 선정하는데 있어 현재의 가동상태가 제
 약전력을 초과하는 최악의 상태이고, 반드시 부하
 제어를 실시하지 않으면 안될 입장에서는 다음과
 같은 공정 전반을 검토할 필요가 있다.

- a. 제어가능한 부하기기의 선정
 - 냉방기기 가동시간 조정
 - 냉동기의 대수제어 검토 등
- b. 부하제어에 의한 서비스 저하, 실온 상승
 상황의 실측
- c. 전력관리를 하기 위해 부하 기기와의 관계
 로 어느 정도의 제어 정밀도가 필요한가?
- d. 부하기기의 가동, 동작특성 및 부하 변동의
 대소
- e. 계절에 따른 부하변동의 변화(운전, 휴지)
- f. 부하제어 방법을 수동차단할 것인가, 자동
 차단할 것인가?
- g. 부하기기의 차단순서를 어떻게 정할 것인
 가?
- h. 감시체제의 확립
- i. 부하기기의 정지시간 여유도

따라서, 건물의 각 부하기기의 특성, 감시체제,
 설치의 적용조건 및 전력관리 방법과의 관련 등
 을 면밀히 검토하여 종합적인 판단 아래 적절한
 제어대상을 검토해야 한다.

(3) 조정부하의 운용

조정부하가 선정되면 다음에 운용방법도 결정
 하여야 한다. 조정부하는 일괄하여 동시에 차단하
 는 것이 아니고 여러 그룹으로 나누어 부하상태
 에 따라 규정전력을 초과하지 않도록 최저로 필
 요한 양만큼 차단되도록 하고, 또 부하가 가벼워
 저 여유가 생겼을 때는 차단한 부하를 재투입하
 도록 하여 될 수 있는 한 차단하는 부하가 적어

지도록 운용한다.

수용전력이 초과하였을 때 조작자의 판단으로 수동으로 조작하는 방법도 있으나, 자동제어 기능을 갖는 디맨드 감시제어장치를 이용하면 조작자의 부담을 줄일 수 있고 또 확실한 제어가 기대된다.

자동제어의 경우, 조정부하의 각 그룹은 미리 정하여진 우선순위에 따라 차단, 투입, 조작을 하는데, 우선순위의 결정방법에는 고정우선방식과 순환우선방식이 있다. 조정부하의 각 그룹은 각기 중요도가 낮은 부하부터 차단하고, 투입할 때는 중요도가 높은 부하부터 투입하도록 우선도를 고정한 방식이 일반적으로 적합하다.

조정부하가 공조 설비로 구성되어 있을 때는 각 그룹간에 중요도의 차가 적고 정지하는 기회가 될 수 있는 한 균등해지는 것이 바람직하기 때문에 우선순위를 돌려 항상 전회에 조작한 그룹의 다음 것이 조작되도록 하는 순환방식이 적

합하다. 어느 경우나 조정부하의 각 그룹은 거의 같은 용량이 되도록 그룹을 나누는 것이 바람직하다.

피크전력이 異常的으로 커서 조정부하를 모두 차단하는 경우에도 규정전력을 초과할 우려가 있을 수 있으므로 긴급 차단하는 부하설비를 결정하여 둘 필요가 있다. 이때는 수동차단이 되지만 수동의 경우는 연락방법, 조작 담당 등을 명확하게 해두어야 한다.

또, 일반적으로 조정 부하는 각 장소에 분산되어 있을 때가 많기 때문에 원방제어를 할 필요가 있게 된다. 원방제어를 위해 제어회로를 직접 연장하는 것은 케이블 사이즈, 거리 등의 제약이 많기 때문에 중계용 릴레이를 사용하고 통신용 케이블로 연장하는 것이 회로적으로도 편리하게 된다. 조정부하의 차단은 자동으로 할 필요가 있는 것은 재투입 허가의 연락방식도 확립해 두어야 한다.

러시아의 연구개발 동향

(과학기술정책동향 제공)

현재 러시아의 연구자들은 예산 삭감과 낮은 급여 때문에 매우 빈곤한 상태에 있으며, 이로 인해 많은 연구자들이 해외로 이주하고 있다. 러시아의 연구자 수는 구소련 과학기술자 150만명의 약 95%에 상당한다. 냉전시대의 군사력 강화와 과학기술 우선 획득을 위한 과학기술 협조체제는 이제는 붕괴되고 말았다. 미국보다도 50% 이상이 많은 세계 최대의 연구자를 자랑하는 러시아에서는 해고된 연구자가 속출되고 있는 상황이다.

엘친 정권에서는 과학기술 관리체제가 존재하지 않는다고 비판하는 사람도 있다. 모스크바의 과학 고등교육기술 정책성의 과학기술정책 책임자인 니코라에프는 정부가 연구자 지원책을 긴급히 강구하지 않으면 1년 이내에 러시아의 과학기술 붕괴라는 비참한 결말을 맞게 될 것이라고 지적하고 있다. 그렇지만 연구와 같은 장기적인 활동분야는 엘친 정권에게는 우선 순위가 낮다. 왜냐하면 엘친 정권은 自由市場으로의 개혁을 위해 반대세력과 싸워야 하기 때문이다.

니코라에프의 추계에 의하면, 러시아 정부의 연구투자는 3년전에는 국민소득대비 6%였는데, 현재는 1.9%로 저하되고 있다. 또한 산업계와 정부가 출자하는 과학 아카데미의 자금원조도 최근 2년 동안 50% 이하로 떨어졌으며, 작년 11월 시점에서 9월분 급여가 지불되지 않았다고 한다. 평균적인 러시아 연구자의 월급료는 작년 말 기준으로 약 6,000루블로 15달러에도 미치지 못하는 비참한 수준이다. 생활비가 싸다고는 하지만 버스 운전사의 약 50% 수준에 미치는 급여를 받는 연구자들은 대부분을 식비로 쓰는 매우 어려운 상황이다.

이러한 상황에서 연구자가 연구자로서 생존하기 위한 선택은 미국이나 유럽으로 가든가, 아니면 해외로부터 자금원조를 받든가 두 가지 밖에는 없다고 한다

<표 2> 방축열 시스템과 일반 시스템의 사양과 경제성 비교

4·4 건물 최대수요전력의 효율적 운용 방안

실태결과에서 살펴 본 바와 같이 사무소건물에 있어서의 최대전력은 하절기의 냉방부하로 인하여 발생되고 있음이 지적되었다. 따라서, 건물내 쾌적한 환경유지에 영향을 주지 않는 범위에서 최대수요전력을 억제하기 위해서는 건물의 설비 구성과 설비특성을 면밀히 분석하여야 하며, 다음과 같은 냉방부하에 대한 피크전력 저감대책방안을 검토하여야 할 것이다.

(1) 피크전력을 구성하고 있는 부하중 부하기기를 일시적으로 차단가능한 부하를 면밀히 검토하여 피크컷방식을 채택한다. 이 방식은 시설투자 없이 현재의 설비구성 범위에서 최대수요전력을 억제할 수 있으나 최대전력을 줄일 수 있는 범위가 크지는 않다. 피크컷 제어방식으로는 다음과 같은 제어방식을 선정할 수가 있다.

- 냉동기의 대수제어
- 공조설비기기의 대수제어
- 냉방기기의 가동시간 조정
- 냉수 공급온도의 상향 운전

(2) 피크전력을 구성하고 있는 부하중 피크시간대에서 다른 시간대로 운전을 옮길 수 있는 부하의 유무와 이행의 가능성을 검토하여 피크시프트 방식을 채택한다. 이 방식은 심야전력을 이용하는 방축열 냉방 시스템이 적용되고 있는데, 방축열 냉방 시스템의 초기 시설투자설비와 운전비 및 전기요금 절감액, 투자비 회수기간 등의 경제성을 검토한다. 최근 방축열 냉방기기의 보급촉진을 위하여 시설투자비를 정부에서 재정지원하고 있으며 적극적인 도입을 촉진하고 있다.

표 2는 연건평이 3,800평인 건물에 있어서 방축열 냉방 시스템의 시스템 사양과 경제성에 대하여 일반 시스템과 비교한 것이며, 이 사양에서는 투자비 회수기간이 약 2.7년으로 나타나고 있다.

(3) 일정 규모 이상의 사무소건물에서는 자가용

(a) 시스템 사양

| 항 목 | 단 위 | 일반 시스템 | 방축열 시스템 |
|-------|-------|--------|---------|
| 냉동기용량 | USRT | 350 | 224 |
| 냉각탑용량 | USRT | 350 | 224 |
| 축열조용량 | RT-HR | - | 1200 |
| 냉각수펌프 | kW | 37 | 11 |
| 브라인펌프 | kW | - | 37 |
| 열 교환기 | USRT | - | 350 |

(b) 경제성

| 항 목 | 단 위 | 일반 시스템 | 방축열 시스템 |
|-------|-----|--------|---------|
| 최대 전력 | kW | 382 | 287 |
| 연간운전비 | 백만원 | 27.7 | 10.8 |
| 초기투자비 | 백만원 | 165 | 232 |

- 운전비 절감액 : 1억 6900만원
- 투자비 증가액 : 6700만원
- 한전 지원금 : 2억 2800만원
- 투자비 회수기간 : 2.7년

발전설비가 설치되어 있으므로 목표전력을 초과하는 피크전력을 제어할 수 있는 자가용발전설비의 가동에 의한 피크제어방식의 검토가 요구된다.

- 신축건물에 있어서는 설계 당시부터 목표전력 이상의 피크전력을 구성하는 부하설비를 별도의 뱅크로 구성하여 하절기 상용시 자가용발전설비가 분담하는 방식의 검토가 요망된다. 이 경우에는 모선을 분리 조작하여야 하고, 특히 비상시에는 비상용 부하설비로 전원을 공급할 수 있어야 한다.

- 기존건물에 있어서는 자가용발전기로 비상용 전원설비에만 전원공급하도록 되어 있는데, 하절기에는 피크부하설비에 공급할 수 있는 방안을 검토한다. 이 경우에는 모선을 분리, 조작하여야 하고, 특히 비상시에는 비상용부하에 공급할 수 있도록 해야 한다.

이 방식은 자가용발전설비의 운전코스트, 유지보수비가 수전코스트에 비하여 어느 정도의 비율인가를 비교하는 경제성 검토를 해보

아야 한다.

(4) 전력 수요의 증가경향을 감시하고 디맨드처를 예측하며, 예측치가 목표전력을 넘지 않도록 피크전력을 감시제어하는 디맨드 컨트롤러의 보급이 확대되고 있으므로 디맨드 컨트롤러의 도입 검토가 요구된다. 이 방식은 디맨드 컨트롤러의 시설투자비와 전기요금 절감액을 비교하여 경제성을 검토한다.

(5) 피크전력을 구성하고 있는 부하설비의 시설 교체 방안

종래의 일반적인 냉방방식은 냉방이 필요한 시간에 냉동기를 직접 가동하는 방식이 채택되고 있는데, 사용되고 있는 냉동기의 종류에는 터보식 냉동기, 흡수식냉동기, 왕복동식냉동기 등이 적용되고 있다.

이 중에서 사무소건물에서는 터보식냉동기가 가장 많이 적용되고 있으며, 터보식냉동기는 냉매가스를 전기모터로 회전 압축후 증발시 냉방을 이용하는 방식으로 1 냉동톤당 약 1kW 정도의 부하용량과 부속동력용 부하용량을 산정하여 용량을 정하고 있다. 따라서, 냉동기 부하로 인하여 여름철의 최대수요전력이 크게 나타나고 있다.

반면에 흡수식냉동기는 배열, 증기를 이용한 흡수식 냉방방식으로 가스를 연료로 사용하기 때문에 부속동력용 부하용량만을 산정하면 되므로 냉방부하로 인한 용량을 크게 줄일 수 있다.

이와 같이 냉동기의 방식 선정에 따라서 여름철의 냉방부하에 크게 영향을 미치므로 종래의 터보식냉동기 대신에 흡수식냉동기로 교체할 경우 최대수요전력을 크게 줄일 수 있다.

- 신축건물에 있어서는 냉방 시스템 선정시 흡수식냉동기를 채택할 경우 최대수요전력을 크게 줄일 수 있고, 또한 냉동기용 변압기를 줄일 수 있으므로 변압기시설의 초기투자비도 절감할 수 있다.

- 기존건물에 있어서는 흡수식냉동기로 교체할 경우 시설투자비와 전기요금 절감액 등 경제성을 검토한다.

5. 맺음말

우리나라 총에너지 소비의 약 20~30%가 건물 부문에서 소비되는 것으로 분석되고 있다. 중앙냉난방을 실시하는 사무소건물의 에너지 소비비율은 냉난방 및 급탕 30%, 공기조화 및 반송 25%, 조명 25%, 기타 20%로 연간 에너지 소비 형태를 분석하면 전기에너지 형태로 약 70%가 소비되고 있다. 특히 여름철의 경우 냉방을 위한 전력은 오후 2~3시경에 집중되어 최대수요전력 값이 크게 나타나기 때문에 이를 최대한 억제할 필요가 있다. 또한 사무소건물의 고급화, 대형화로 전력소비량이 막대해지고 있기 때문에 건물의 전력수요제어의 필요성은 날로 높아지고 있다.

건물의 전력 수요제어를 위해서는 건축설비들의 운전형태를 면밀히 분석하여 전력소비형태를 평준화시켜야 한다. 이를 위해서는 건축설비들의 운전현황을 연속적으로 감시하면서 부하설비群으로부터 발생가능한 최대수요전력을 예측해서 적정하게 제어하는 전력수요 제어 시스템을 적용하여야 하는데, 아직 국내에서는 외국 시스템을 도입하는 초보적인 단계에 있다.

따라서, 우리나라 전력다소비건물의 운전특성에 알맞는 전력수요 제어 시스템의 도입이 요구되며, 보다 효과적으로 적용하기 위한 각종 건축설비들의 운전형태를 분석하여 적절한 제어방안을 검토함으로써 쾌적한 건물환경 유지와 막대한 건물전력 수요의 절감효과를 동시에 기대할 수 있다.

특히 여름철의 냉방수요를 억제하기 위해서는 건물의 공조방식 및 냉동기의 형식 등 설비특성을 고려하여 냉방전력수요를 억제하기 위한 대책방안을 검토한다. 보다 합리적인 전력수요 저감방안으로 피크컷트 방안, 피크시프트 방안, 자가용 발전설비의 가동에 의한 피크제어 방안, 디맨드 컨트롤러에 의한 프로그램제어 방안, 피크전력을 구성하고 있는 부하설비의 시설교체 방안 등의 적용 검토가 바람직하다.