

김 달 훈

金星하니웰 (株) 技術部長

최근의 페르시아만 사태와 이에 따른 유가의 앙등에 따라 과거 몇년간 소홀히 해왔던 에너지 절약에 대한 관심이 고조되고 있다. 실제로 건물의 관리비 중에서 에너지 비용이 차지하는 비중은 점차 커질 것이며, 이에 효과적으로 대처할 필요가 있음에도 불구하고 에너지 절약을 위한 투자가 적절하게 이루어지지 않고 있는 실정이다.

에너지 절약을 위한 각종 설비는 간단히 설치할 수 있는 성질의 것이 아니므로 건물의 신축 초기부터 장기적인 계획 아래 이루어져야 한다. 따라서 건물의 건축구조, 재질, 설비들이 상호 연관되어 유기적으로 에너지 절약을 이룰 수 있도록 설계되어야 한다.

과거 수년간 에너지 비용이 안정 또는 하락되는 추세를 보여 온 데에도 그 원인이 있으나 이를 위한 투자가 제대로 되지 않았으며, 에너지 비용이 상승된다 하여 갑자기 에너지 절약을 위한 설비를 설치할 수는 없다.

자동제어는 인간이 건물 내에서 생활하는 데 있어 항상 쾌적한 환경을 만들어 줌과 동시에 에너지를 최대한으로 절약할 수 있도록 발전되어 왔다. 특히 빌딩 관리 시스템은 대규모의 건

물을 적은 인원으로 효율적으로 관리할 수 있도록 각종의 건물에 적용되어 왔다. 여기에서는 빌딩 관리 시스템의 도입효과 중에서 에너지 절약을 위한 기능 중심으로 생각해 보기로 한다.

1. 전력수요제어(Peak Demand Control)

모든 전기 수용가는 한국전력으로부터 전기를 공급받기 위하여는 최대순간전력에 대한 계약을 해야 하며 (계약전력이라 부른다) 이에 따라 기본요금에 계산된다.

한전은 이 계약전력에 대하여 무리없이 전력을 공급할 수 있도록 발전, 송전, 변전 등 전력 설비를 준비해야 한다.

이 계약전력에 따라 전기 수용가는 기본요금을 내야 하며, 업무용 전력인 경우 kW당 1년에 5만원 정도가 된다. 즉, 계약전력을 100kW 출이면 1년에 500만원 정도가 절약된다. 따라서 전기 수용가는 필요 최소한도의 범위로 계약 전력을 결정하여 불필요한 비용의 지출을 막아야 하며, 한국전력측으로서도 과도한 전력설비의 준비를 할 필요가 없게 된다. 계약전력을 필요

한 범위 내에서 결정하게 되면 빌딩 내의 설비 운전시에 이 계약전력을 넘지 않도록 제어할 필요가 생긴다. 실제로 계약전력을 초과하여 전력을 사용하게 되면 향후 3개월간 초과한 전력에 따라 기본요금을 지불하여야 하며 초과사용이 누적되다 보면 전체 송변전계통에 문제를 일으키게 된다.

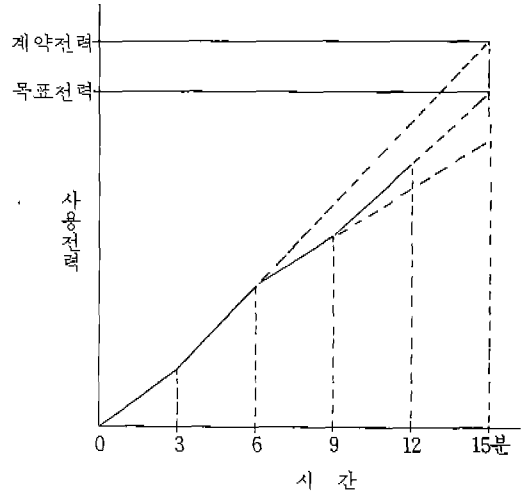
전력수요제어는 목표전력을 설정하여 두고 부하의 사용추이를 계속 관찰하여 목표전력을 초과할 것으로 예상되면 가장 불필요한 부하부터 정지시켜 주고, 여유가 있으면 다시 가동함으로써 정해진 주기내에서 목표전력을 초과하지 않도록 하는 것이다. 부하를 정지시키는 방법으로는 중요도 순위별로 정지시키는 방법(Sequential)과 윤번제로 정지시키는 방법(Rotation)이 있으나, 순위별 정지방법의 경우에는 중요도가 낮은 부하의 정지시간이 너무 길어질 우려가 있으므로 정지시키는 방법과 순위를 결정할 때에는 신중히 고려하여야 한다.

현재 우리나라에서는 Demand Meter를 15분 간격으로 측정하게 되어 있으므로 이 프로그램에서도 15분 간격으로 제어하게 된다.

그림 1을 가지고 설명하면 한 사이클이 시작하고 나서 6분 경과했을 때 이대로 전력을 사용하면 목표로 하는 전력의 초과가 예상되므로 적당한 숫자의 부하를 기 프로그램된대로 정지시켜준다. 9분경에는 전력사용에 여유가 있으므로 정지시켰던 부하중에서 목표전력이 초과되지 않을 범위에서 다시 기동시킨다. 이러한 과정을 반복하여 규정된 시간내에서 목표전력을 초과하지 않도록 제어함과 동시에 에너지의 절약을 도모하는 것이 전력수요제어이다.

2. 절전운전(Duty Cycle)

절전운전이란 전기를 절약하고 아울러 냉난방



(그림 1)

부하를 줄여주기 위한 한 방법으로서 공조기를 적당한 시간간격으로 정지시키는 것이다. 절전 운전에는

- 1) 수동 절전운전
- 2) 고정 절전운전
- 3) 온도보상 절전운전

이 있다. 절전운전을 하는 데 고려하여야 할 것은 에너지 절감뿐만 아니라 환경조건을 악화시키지 말아야 한다는 것이다.

가장 간단한 절전운전은 수동 절전운전으로서 운전원이 직접 기동·정지 조작을 하는 것으로, 가장 효율이 떨어지는 방법이며 대상 공조기의 숫자가 많을 경우에는 일일이 기동·정지 조작을 하는 데에도 많은 시간이 소요될 것이다.

고정 절전운전은 타이머 스위치에 의하여 고정된 시간간격으로 자동적으로 기동·정지시키는 것이다. 수동으로 할 필요가 없으므로 운전은 용이하나 실내조건에 관계없이 조작되므로 환경조건 유지에는 적당하지 못하다.

가장 능률적이고 효율적인 절전운전이 온도보상 절전운전으로서 외기온도, 실내온도를 감지

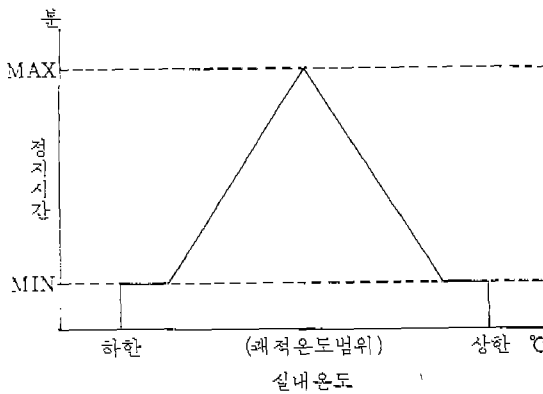
하여 환경조건을 유지하면서도 공조기가 정지하여도 무방한 시간을 컴퓨터가 계산하여 운전원의 조작없이 자동적으로 기동·정지시켜 주는 것이다.

그림 2에서와 같이 한 기간(Cycle)동안에 최대 정지가능시간, 최소 정지시간과 실내쾌적온도의 상·하한 등에 의하여 정지시간 계산식이 정하여지고 현재의 실내온도에 따라 해당 공조기의 정지시간이 산출된다.

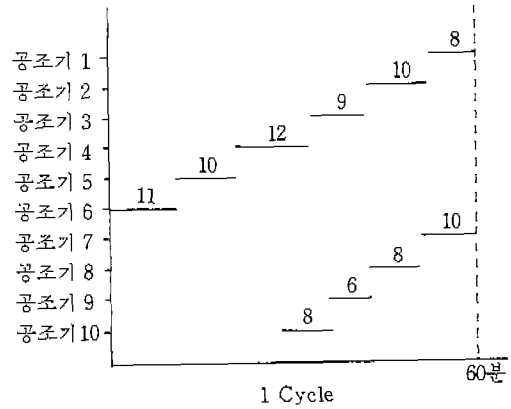
이 프로그램은 Cycle Rate, Time Step등의 다양한 구성이 가능하므로 건물의 사용특성에 맞추어 유효적절한 절전운전의 적용이 가능하다.

또한 하나의 프로그램으로 다수의 공조기를 제어할 수 있으며 이때 각 공조기의 정지시간을 서로 틀리게 하여 부하를 분산시킴으로써 앞에서 설명한 전력제어의 효과도 아울러 얻을 수 있다 (그림 3).

이 프로그램을 적용하는데 있어서 문제가 되는 것이 빈번하게 모터를 기동·정지시켰을 때 모터 크일, 베어링, 벨트 등의 수명이 단축되지 않을까 하는 점이나 이는 그다지 문제가 되지 않는다. 다만 최대정지시간을 결정할 때에는 실내 공기의 오염을 고려하여야 하고, 최소 정지시간



(그림 2)



(그림 3)

은 팬 모터가 정지한 후 다시 기동하는 동안 충분히 냉각되는 시간을 고려하여야 한다.

최근에는 공조방식에 VAV방식을 이용하고 팬모터를 인버터 제어하는 것이 많이 나오고 있으며, 이러한 경우에는 절전운전 프로그램을 적용할 필요가 없다.

3. 최적 기동·정지(Optimum Start /Stop)

공조기의 기동은 최대한으로 늦추고 정지는 최대한으로 빨리함으로써 공조기의 가동시간을 줄이자는 것이 이 프로그램의 목적이다. 하·동절기에 있어서 건물을 사용하는 시간대에 맞추어서 쾌적한 환경을 유지하기 위하여 건물의 사용개시 전부터 공조를 시작하여야 하나, 그 사전공조시간을 알기 곤란하기 때문에 외기온도나 운전원의 결심에 따라 가동시키는 것이 보통이다.

이를 실내온도, 외기온도, 건물이나 설비에 따른 제수 등을 고려하여 자동적으로 사전공조시간을 결정하여 공조기를 가동시켜 준다면 건물의 사용개시 시간에 맞추어 적당한 온도를 유

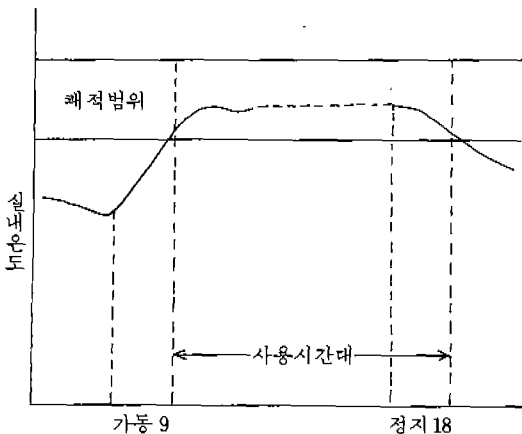
지시켜 줄 수 있고 불필요한 공조예열시간을 줄일 수 있다.

이때 건물이나 설비에 따른 계수들은 전일의 사전공조시간 및 실내온도의 변화를 자체적으로 감지하여 자동적으로 재조정하여 주므로 처음에 계수의 조정이 잘못되었다 하더라도 자동적으로 가장 적당한 계수를 찾아서 사전예열시간을 결정하여 준다. 또한 전일에 건물을 사용하였는지 하지 않았는지에 따라서도 계수가 조정된다(그림 4).

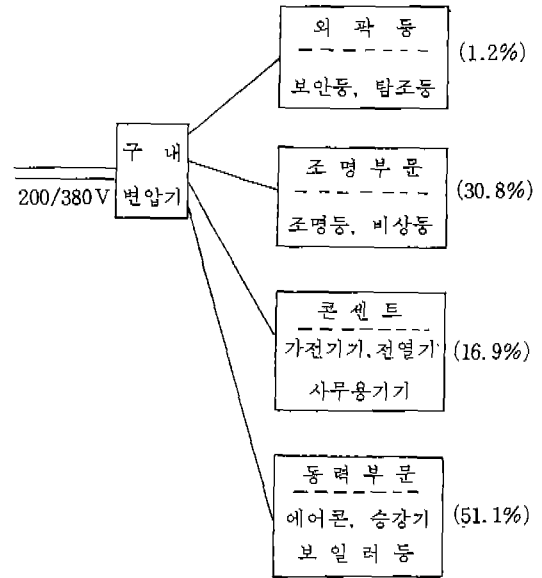
건물의 사용이 끝날 때는 건물의 사용시간 동안에만 쾌적한 범위의 온도를 유지하도록 최대한으로 빨리 공조기가 정지되어도 무방한 시간을 예상하여 정지시켜 준다.

4. 조명제어

최근에는 거의 대부분의 사무실용 건물에서 주간에도 전등을 켜야하므로 전등전력의 소모가 전체 전력소모의 30% 정도를 차지한다(그림 5). 또한 조명에 의한 발열량도 무시하지 못하므로 방방기간에는 부하증가의 요인이 된다. 그럼에도 불구하고 사용자의 무관심으로 퇴근 후에도



(그림 4)



(그림 5)

소등을 하지 않아 순찰자가 전등을 끄는 일이 빈번하다.

또한 전기회로상의 문제로 인하여 주간에도 불필요한 등을 같이 켜야만 하는 경우도 있고, 태양광으로 충분히 밝은 데에도 소등하지 않거나 소등시킬 수 없는 경우가 있다. 밤에는 소수의 야근자를 위하여 한 층의 등을 모두 켜는 일도 있다.

정부에서는 에너지 절약시책의 하나로서 1986년 7월부터는 계약용량 1,000kW 이상, 연건평 5,000평 이상의 대형 건물에는 조도감지장치와 전자제어에 의한 조명제어를, 중·소형 건물에 대해서는 회로 및 점멸장치의 세분화에 의한 조명제어의 의무화를 추진하고 있다. 빌딩관리 시스템에 의한 조명제어에서는 주로 다음과 같은 제어를 한다.

가. 타임 스케줄에 의한 조도제어

주야간, 근무시간대, 장소에 따라 적절한 타

임 스케줄로 점·소등을 제어함으로써 조명전력을 절약한다.

나. 주간 불필요개소 소등

주간에 조명이 불필요한 곳은 소등한다. 조도 감지기에 의하여 일정량 이상의 자연광이 있을 때에는 창측의 전등을 소등하거나 켜는 등의 조치를 줄인다.

점소등 제어 이외에 최근에는 형광등의 조도를 제어하는 디넨제어방식이 채용되기 시작하였다. 이를 이용하면 감광보상제어에 의하여 램프의 밝기를 일정한 수준으로 유지하여 램프의 수명을 연장할 수 있으며 소모전력의 절감 효과도 얻을 수 있다. 또한 조도감지기에 의한 제어를 연속적으로 제어할 수 있으므로 항상 일정한 밝기를 유지하면서도 전력을 절약할 수 있다.

그림 5에 의하면 조명이 전체 건물 에너지의 30%를 차지하는데, 이러한 조명제어기능을 활용하면 조명전력의 30% 정도를 절약할 수 있다.

5. 외기도입제어

건물내 공기의 청정도를 유지하려면 냉난방 기간중에도 항상 일정량의 외기를 받아들여야 한다. 냉방기간에 있어서 그 부하를 살펴보면 외기에 의한 부하가 전체의 약 42%를 차지한다. 그러므로 외기를 어떻게 제어하고 이용하느냐에 따라 에너지 절감의 성패가 좌우된다고 하여도 과언이 아니다. 외기 이용과 관련된 에너지 절감방안에는 다음과 같은 것이 있다.

가. 외기냉방제어

냉방시에 외기와 환기의 엔탈피를 비교하여 외기의 엔탈피가 낮을 경우에는 적극적으로 외기를 받아들여 냉방에 이용하는 것이다. 외기와 환기의 비교에 있어서 온도만으로 하면 안된다.

즉, 온도가 낮더라도 공기가 갖고 있는 전 열량(엔탈피)이 높은 경우가 있으며 이러한 공기를 받아들이면 냉방부하가 커지게 된다. 일반적으로 빌딩 관리 시스템에는 엔탈피를 계산하는 공식이 내장되어 있는 경우가 많으므로 이를 이용하여 최대한으로 외기냉방을 적용하면 많은 냉방부하의 절감이 가능하다.

나. CO₂ 농도제어

실내공기의 청정도를 유지하기 위하여 받아들이는 외기의 양을 실내의 청정도를 감지하여 조절하는 것이 CO₂농도제어이다. CO₂농도감지기를 설치하여 외기를 받을 필요가 없을 때에는 외기 뎀퍼를 닫거나 또는 최소개도만 유지하도록 조절하여 준다. CO₂농도만으로는 실내공기 청정도를 알기 어려운 경우가 있다. 즉 흡연자가 많은 방의 경우에는 필터 등을 설치하여 청정도를 유지하도록 하여준다.

다. 야간외기 도입제어

한여름이라 하더라도 일출전의 외기온도는 그 전날의 태양열을 미처 발산하지 못한 실내온도보다 낮은 것이 보통이므로 일출전에 외기를 도입·순환시켜서 실내온도를 낮추어 냉방부하를 줄이는 것이 야간외기 도입제어이다.

이상에서 설명한 것 이외에도 기기의 대수제어, 역률제어, 예열·예냉 제어 등 빌딩관리 시스템을 이용한 에너지 절약방법은 여러가지가 있다. 이 중에서 어떠한 것을 선택, 적용하느냐 하는 것은 투자비, 투자비의 회수기간, 건물의 특성 등을 고려하여 결정하여야 한다.

빌딩관리 시스템에 의한 에너지 절약은 초기 설계시부터 관련 설비와의 관계를 충분히 검토하고 적절한 투자를 한 후에 에너지 절약에 대한 인식을 높여 열의를 갖고 운용한다면 반드시 기대 이상의 효과를 거둘 수 있을 것이다.