

전력계통의 부하관리방안(5)

글/한국전력공사 전력경제연구실 부하연구부

목 차

1. 서 론
 - 1.1 서언
 - 1.2 최근의 전력수급상황
2. 전력회사의 부하관리
 - 2.1 부하관리의 개요
 - 2.1.1 부하관리의 목적
 - 2.1.2 부하관리방안의 종류
 - 2.1.3 부하곡선의 형태
 - 2.2 간접부하관리
 - 2.2.1 한계비용 이론
 - 2.2.2 시간대별 차등 요금제도
 - 2.2.3 요금제도의 변천사
 - 2.3 직접부하관리
 - 2.3.1 부하조정기기
 - 2.3.2 원격조정기기 통신방식
 - 2.3.3 심야전력이용기기
3. 수용가의 전력관리
 - 3.1 전력관리의 개요
 - 3.1.1 최대수요전력의 관리
 - 3.1.2 절전 및 부하의 평준화
 - 3.2 전기요금제도
 - 3.2.1 요금의 일반적 이론
 - 3.2.2 현행요금제도
 - 3.2.3 부하관리 요금제도
 - 3.3 Demand Controller에 의한 전력관리
 - 3.3.1 요금적용전력 산정기준
 - 3.3.2 수용가 공정개선
 - 3.3.3 Demand Controller
 - 3.3.4 일본의 보급현황
4. 결 론

3.3.3 Demand Controller

에너지 절약방안중 하나인 최대수요전력 억제방안으로 한전 전력계통중 기저부하를 이루고 있는 최대수요 전력계(Demand Meter) 부착 수용가를 대상으로 디멘드 제어에 의한 피크전력을 억제하기 위하여 마이크로 프로세서를 내장시킨 고도의 감시제어 기능을 가진 디멘드 컨트롤러(최대수요전력 감시제어장치)의 보급을 유도하고자 한다.

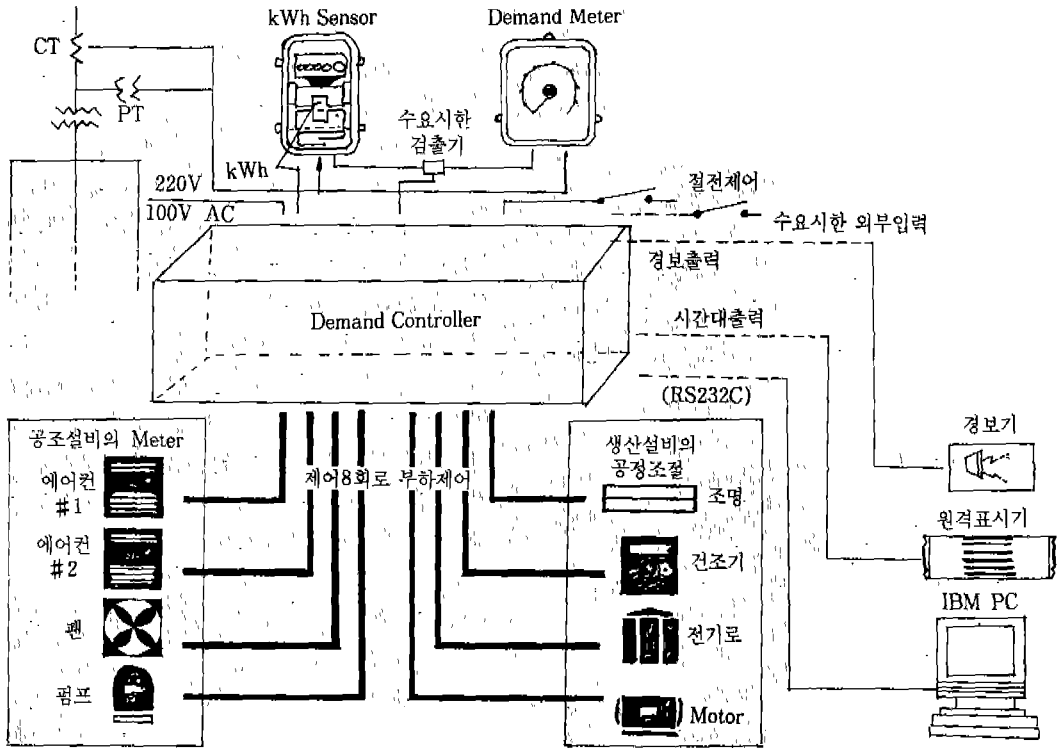
특히 지난해에 언급한 '91. 6. 1부터 개정된 전기공급규정에 따라 기본요금 12개월 연동제가 실시되고 있기에, 디멘드 컨트롤러를 설치할 경우 자체조절기능 수행으로 계약전력의 범위내에서 전력을 최대한 유효하게 이용토록 하는 이점이 있기 때문에 수용가는 물론 전력 사업자에게도 경제적으로 공동이익이 되는 효율적인 전력관리 기기가 될 수 있다.

가. 원 리

현재 전력의 증가경향에 의한 디멘드치를 예측, 예측치가 목표전력을 넘지 않는 범위에서 수개 회로의 부하를 차단하여 목표전력 이하로 조절한다.

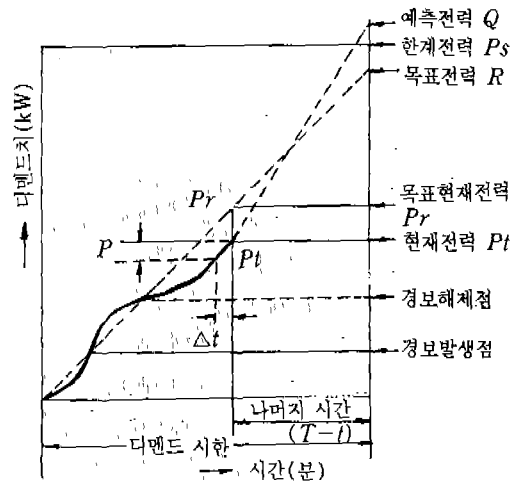
디멘드 컨트롤러는 최대수요전력의 초과방지와 전력설비의 효율적 이용을 위해 사용하는 장치로서, 마이크로 프로세서가 내장되어 있어 항시 전력부하상태를 감시하고 있다가 부하가 디멘드 시한인 15분 내에 사전에 설정된 목표전력을 초과할 것 같으면 경보를 발생시킴과 동시에 불필요한 부하부터 순차적으로 최대 8개 기기까지 차단시켜 최대수요전력을 억제하는 장치이고, 부하가 떨어지면 다시 순차적으로 사전에 입력된 프로그램에 의해 부하를 투입시킨다.

나. System 구성



다. 기본동작

- 1) Demand 시한개시로부터 일정시간 (보통 5초) 마다 현재전력(P_t)과 목표현재전력(P_r)을 표시하여 일정시간 (보통 1분)마다 그 값을 비교하여 $P_t > P_r$ 인 경우에는 경보(제1단)을 한다.
- 2) 동시에 디맨드 종료시점에서의 예측전력(Q)을 산출하여 일정시간(보통 5초)마다 표시한다.
- 3) 예측전력(Q)을 목표전력(R)에 일치시키기 위하여 나머지 시간($T-t$)의 평균 사용전력을 현재를 기준으로 조정할 필요가 있고 그 값(조정전력 U)을 일정시간 (보통 1분)마다 산출, 표시한다.
- 4) 현재전력(P_t)가 목표전력(P_r)을 넘고 또한 조정전력(U)가 미리 정한 차단전력을 초과한 경우에는 부하차단경보(제2단)을 한다.



<그림 3.7> 경보 및 부하차단

- 5) 현재전력(P_t)가 미리 정한 한계전력(P_s)에 도달한 경우에 한계정보를 발하고 전 부하(제어가 능부하)의 차단신호를 낸다.
- 6) 현재전력(P_t)가 목적전력(P_r)아래로 되고 조정 전력(U)의 여유가 미리 정한 복귀전력을 넘은 경우에는 부하복귀신호를 낸다.

라. 디맨드 감시장치의 설치전 준비

디맨드 감시제어장치에 의한 프로그래머를 하기 위하여는 목표전력과 조정가능 부하의 조사 등 사전 준비를 철저히 하여 설치하여야만 소기의 목적을 달성할 수 있다. 이를 위하여 다음과 같이 검토준비를 하여야 한다.

1) 부하의 가동상태 파악

부하의 상태를 잘 이해하기 위하여 먼저 월별사용 전력량에 의한 연간의 부하상태(연부하곡선), 일별 사용전력량에 의한 월간의 부하상태(월부하곡선), 시간별 사용전력량에 의한 일간의 부하상태(일부하곡선)를 작성 분석한다.

2) 목표전력의 결정

일부하곡선의 분석결과에 의하여 부하의 종류, 용량 등이 결정되면 이에 따라 수요전력제어량을 다음식에 의하여 산출할 수 있다.

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

위 식에서 정지가능시간은 수요시간(15분)을 넘을 필요가 없으며 실제로는 조정부하 자체가 변동하고, 조정의 필요가 있을 때에 100%의 용량으로 되지 않은 것도 있기 때문에 20-30% 이상의 여유를 갖도록 하여야 한다. 이 수요전력 제어량과 부하의 전반적인 상태를 고려하여 목적전력을 결정한다.

마. 디맨드 제어 대상부하의 선정

일반적으로 부하제어대상은 공장과 빌딩 또는 업종에 따라 다르고 부하설비는 용도상으로 생산용과 환경용으로 크게 나누며 이들 중에서 가동상으로 상시가동인가 간헐가동인가, 단시간인가 장시간인가를 구분한다.

부하를 차단하기 위한 부하조건으로서 가장 중요한 것은 부하를 차단한 경우 생산제품 등에 영향을

미치지 않는 것으로 실제의 제어대상 부하로서 일반적으로 (1)냉동설비 (2)전기로 (3)컴프레서 (4)공조설비 (5)기타 단시간 정지가 가능한 부하설비가 있는데 기타항 중에는 건조로, 양수 펌프, 밀(Mill), 순환펌프 등을 들을 수 있다.

이들 부하설비가 사용되는 공장이나 빌딩 등에서 소비되는 전력량이 전부하설비에 대해 얼마만큼의 비율인가 보면 빌딩에서는 냉방설비가 40%, 조명이 30%이고 공장에서는 생산설비가 80%, 조명이 6%, 공조설비가 10%, 기타가 4%로 공조설비에 의한 소비량은 빌딩에 비해 극히 적다. 따라서 부하제어를 하는 경우 빌딩에서는 냉방기기가 주고, 생산공장에서는 공조설비와 단시간 부하 등 정지해도 생산공정에 경우를 미치지 않은 기기가 대상부하이거나 빌딩, 공장의 특성에 따라 제어가능 부하수, 용량, 정지시간은 서로 다르다.

바. 도입효과

디맨드 컨트롤러를 도입하여 디맨드 제어를 행하면 다음과 같은 효과가 있다.

1) 수용가의 기본요금 절감

최대수요전력계 부설수용가의 피크절감에 의한 기본요금 절감효과가 있으며 특히 '91. 6. 1 전기요금 개편에 의한 12개월 연동제 실시와 하한치폐지로 인하여 고객의 기본요금지출이 피크억제에 의하여 상당부분 절감될 수 있다.

2) 전력의 유효이용 가능

일정한 상한치인 목표전력을 정하여 세밀한 부하의 조정을 자동적으로 행하기 때문에 목적전력의 범위내에서 전력을 유효하게 사용할 수 있으므로 부하를 향상과 설비의 가동률 증대를 가져오므로 생산원단위를 크게 저하시키는 효과에 의한 생산성 향상을 가져올 수 있고 전력회사측면에서도 피크억제로 인한 발전설비투자를 줄일 수 있다.

3) 전력관리 인력의 절감

디맨드 제어가 자동적으로 행하여지기 때문에 피크 예측시에 기술자가 상시감시하여 부하차단을 할 필요가 없어 인건비 등 관리비의 절약이 되고, 산업용 전력 "Z" 등 시간대별 요금적용 수용기는 경부하

시간대에는 자동으로 부하제어를 하지 않도록 할 수 있다.

4) 계약전력증설 불필요

수용가의 부하설비 증가 및 생산량의 증가로 인한 계약전력의 증설이 필요한 경우에도 어느 한도까지는 디맨드 컨트롤러의 효과적인 운용으로 계약전력의 증설없이 기계계약전력내에서 사용할 수 있다.

5) 프린터 기록의 데이터 활용

자동프린터 기록치의 정확한 데이터를 이용하여 전부하설비의 운전상태를 확실히 알 수 있고 계약전력의 적정판단, 부하운용방법 등의 판단자료와 일보 작성으로 활용할 수 있다.

사. 문제점

1) 디맨드 수용시한 15분의 문제점

짧은 수요시한 15분동안 디맨드 컨트롤을 위해 부하조작을 하게 되고 부하가 연속적으로 목표전력을 넘으려고 할때 매수요시한마다 컨트롤을 하게 되면 한시간에 최고 4회까지 동작하는 결과가 되어 대용량일 경우에 모터 효율이 저하할 것으로 예상된다.

2) 수용시한 시각의 동기불일치 발생

① 일반 디맨드 계량기에서 수요시한(15분)의 출발 기점은 전원측 입전과 동시에 시작된다. 정전후에도 전원측으로부터 수전과 동시에 수요시한이 시작되므로 정전시마다 수요시한의 출발기점이 다르고,

② 시간대구분 계량기부 디맨드 미터(삼중계기)도 ①과 같은 현상외에 시간대 변경시마다 15분 수요시한의 출발기점이 다르게 나타나고 있으므로 기점의 시간차는 일정하다.

③ 상기한 ①, ②와 같은 현상에 반하여, 디맨드 컨트롤러의 수요시한 출발기점은 디맨드 시한 개시시작 버튼을 동작시킴으로부터 시작되어 정전시나 시간대변경으로 인한 변함이 없으므로 수요시한의 동기 불일치가 중간에 발생하게 된다.

④ 따라서 한전측 요금적용 전력량계에서 출력단자를 내어 디맨드 컨트롤러에 신호를 줄 수 있는 방안이 검토되어야 하나, 현재 설치되어 있는 전력량계는 구조상 신호를 줄 수 없어 수요시한의 동기불일치가 발생할 수 있다는 점이 디맨드 컨트롤러 보급

에 장애요인이 되어 있다.

⑤ 그러나 최근 국내 모업체에서 그동안 문제가 되어 왔던 동기 불일치를 개선할 수 있는 제품을 개발하여 시판되고 있다.

방식은 두가지로서, 한방식은 한전의 요금적용 전력량계 케이스 바깥부분에 적외선 센서를 설치하여 계기상태를 관독하여서 디맨드 컨트롤러와 일치시키는 방식으로 정확하게 동기시한을 일치시킬 수가 있다. 또 다른 방식은 15분의 디맨드 시한 동안에 매분마다 목표전력과 현재전력을 계산하는 방식으로서 거의 정확하게 최대수요전력을 억제할 수가 있다.

상기한 업체에서는 두가지 방식을 한 기기에 내장시켜 현장상황에 따라 임의로 선택하여 사용할 수 있게 제작하여 보급하고 있다.

가격은 보급형이 200만원정도 (설치비 별도)이고, 현장여건에 따라 달라지겠지만 대개의 경우 1년 이내에 투자비가 회수될 것으로 판단된다.

또한 국산제품이 후술하는 일본제품보다 기능은 크게 향상되었으나 가격은 오히려 저렴하여 경쟁력을 가질 수 있을 것이다.

3.3.4. 일본의 보급현황

일본에서 우리나라의 최대수요전력 12개월 연동제와 유사한 실량치 계약제도가 도입된 것은 1988년 1월이다. 일본의 전기요금도 우리나라와 유사하게 기본요금과 전력량요금으로 구성되어 있으며 기본요금은 계약전력으로 결정된다.

500kW이상의 수용가는 사용하는 부하설비와 수전설비의 내용, 동일업종의 부하율, 조업도 등을 기준으로 하여 전력회사와 협의하여 계약전력을 결정하고 이것을 디맨드치 계약이라 한다.

또한 500kW미만의 수용가(업무용 전력, 고압전력 갑)에 대해서는 변압기의 용량으로 결정되는 계약방식을 취하고 있다. 그러나 이 방식이 '88년 7월 개정되어 400-500kW미만의 수용가에 대해서는 3년간의 유예조치를 두어 '91년 7월부터 본격 적용하였으며, 300-400kW미만에 대해서는 '89년 7월(본격

적용은 '92년 7월)부터 실시하였고, 250-300kW미만에 대해서는 '94년 7월부터 실량계약을 도입하는 것으로 바뀌게 되었다. 각월의 계약전력은 그 월의 최대수요 전력과 전 11월의 최대수요전력중 최대치가 자동적으로 결정된다. 계약전력 500kW이상의 수용가인 경우 계약전력을 초과하는 달에 대해서는 계약초과금이 징수되나, 500kW미만 수용가의 경우는 한번 최대치가 나오면 다음 11개월 동안은 최대수요전력치(디멘드치)가 내려가도 계약전력은 변경되지 않는다. 이렇기 때문에 기본요금 산정의 기준이 되는 계약전력을 억제하기 위해서는 엄격한 관리가 필요하게 되었고 그래서 디멘드 컨트롤러의 수요가 폭발하게 되었다.

일본의 동경전력 관내에서는 500kW이하의 수용가에 대해 보급에 역점을 두고 있다. 그래서 일본의 각 메이커에서는 특히 '91년 7월부터 400-500kW미만의 수용가에 대한 특별 유예조치기간이 끝남에 따라 이 계층을 중심으로 관측활동을 강화하고 있다.

4. 결 론

최근 들어 전력 수요관리기법의 개발보급과 가격기능에 의한 수요관리를 한층 강화시켜야 한다는 여론이 높아지고 있다. 자원이 거의 없고 총에너지의 90% 이상을 수입해야 하는 우리나라의 입장에서는 당연한 얘기로서 오히려 때늦은 감도 있다. 본 글에서는 최근의 전력수급상황, 전력회사의 부하관리 및 수용가의 합리적인 전력사용에 대해 설명하였다.

전력사업은 국가의 기간사업으로서 특성상 생산과 소비가 동시에 이루어지기 때문에 공급자 입장에서는 수용가의 소비수준과 전력사용행태에 맞추어 공급예비력을 확보하여야 하나 급격히 증가하는 전력수요로 여름철 최대부하시 전력수급불안의 요인이 있다.

이러한 저예비율 시대에 따른 전력수요대책으로는 공급자측에서 발전설비를 적기에 건설하는 것도 중요하지만 여기에는 투자재원 및 입지확보, 환경제약

등의 어려움이 많이 따르므로 앞으로는 전원개발을 보완하는 수단으로서 최소의 비용으로 에너지 수요를 충족시키는 비용최소화계획(LCP: Least Cost Planning)을 수립하여 에너지 효율개선, 부하관리, 연료전환 등 에너지수요를 관리하는 수요측 관리(DSM: Demand Side Management)기법을 장기계획에 포함시켜 나가야 할 것으로 생각된다.

외국의 예로, 미국 동부지역의 급전을 담당하는 New York Power Pool의 2007년까지의 장기전원개발계획을 살펴보면, 공급자측인 전력회사에서는 전력수요의 53%정도만 공급하고 나머지 47%는 수요측 관리, 즉 전력회사의 부하관리나 수용가의 소비절약을 유도하여 발전하지 않고도 수요를 충족시킨다는 계획을 수립해 놓고 있다.

또한 DSM은 공급자가 주도하는 수요측 관리로서 공급자와 수요자가 동시에 만족할 수 있는 상호적인 절약개념이 포함되어 있고, 수용가는 자기의 입장에서 편익을 최대화하고 합리적으로 설비 및 자원을 이용하게 되는 유인책인 것이다. 따라서 전력소비주체로 하여금 이러한 효율적이고 경제적인 대안들에 대해 결정할 수 있도록 하기 위해선 전기기사들의 책임이 매우 중요하다고 하겠다. 일상적이고 기능적인 유지보수업무에서 탈피하여 회사편익에 새로운 부를 창출하는 혁신적인 아이디어들이 전기기사들로부터 나오으로써 전력소비행태문화도 바뀌고 전력회사의 부하평준화도 달성하게 될 것이다.

결국 전력사업에서 일선의 전기기사들의 역할이 실로 막중하다 하겠다. 그러나 현실을 살펴보면 그동안 전기기사들의 지위는 중요한 에너지원인 전력의 효율적사용을 책임진다는 임무의 중요성에 비해 과소평가되어 에너지 엔지니어로서가 아니라 단지 기능사 정도의 취급을 받았다고 볼 수 있다.

이러한 원인은 여러 방향으로 분석할 수 있지만 그중 하나는 전력요금의 다른 공공요금에 대한 저렴함이라고도 할 수 있다. 실질 전력요금(소비자 물가지수감안)은 1981년 86.55원에서 1991년에는 55.92원으로 35% 인하 되었으며, 산업용수요의 원가요소중 전력비의 비중은 1982년 2.9%에서 1991년에는

1.5%로 48.3%가 감소되었다. 따라서 국제경쟁력을 높이려는 정부의 지속적인 전력요금 인하에 의해 전력비가 전체 원가에 미치는 영향이 작아짐에 따라 경영층이 전력관리에 대해 무관심하게 되었다는 지적이고, 역설적인 이야기지만 전기기사의 위상을 높이려면 전력요금을 대폭 상승시켜 전력비의 비중을 크게 해야한다는 이야기도 있다.

전력회사에서도 앞으로는 공급측보다 수요측관리에 중점을 두어 기기의 효율제고와 함께 발전비용에 기초한 한계요금체제의 확대도입이 필요한 시점에 이른 것이다. 설비의 이용빈도는 낮으면서 발전, 송배전 설비의 증설을 강요하는 첨두성부하의 사용시간이전 또는 첨두부하 발생시간 사용을 억제하는 수

용가별, 시간대별 수요관리를 할 수 있는 다양한 요금체제의 제도화가 현재 추진중인 전자식 전력량계 도입과 함께 정착되어야 할 것이다.

소비절약 개념은 쓸 것을 안쓰고 불편을 감수하는 방식이 아니라 쓸 것은 쓰되 효율을 높여 에너지 사용량의 절감과 동시에 공급시설의 증가에 부담이 덜 되는 방향으로 유도하여 최소의 적정설비 유지로 설비의 이용효율을 증대시키는 적극적인 전력관리판매 제도로의 방향전환이 이루어져야 될 것이다. 다시 말하면 절전은 제2의 발전이라는 생각으로 정부와 전력회사 뿐만 아니라 현장실무자들인 전기기사들이 솔선수범하여 합리적으로 전력을 사용할 때야 비로소 전력사용합리화가 이루어 질 수 있을 것이다.

<연재 끝>

행정용어

[비고]×: 순화한 용어만, →: 가능한 한 순화한 용어만, △: 순화대상 용어 그대로, ○: 순화대상 용어, 순화한 용어

순화대상용어	순화한용어	구분
가리도메(假止)	절막이	×
가미도리(紙取)	실습생	×
가미소리(剃刀)	면도칼, 면도기, 면도날, 면도	×
가미(加味)하다	(맛을) 더하다	→
가박(假泊)	임시 정박	×
가발(假髮)		△
가벌(家閥)	집안 지체	→
가변성(可變性)	변할 수 있는	○
가병(假病)	피병	×
가보(家寶)	집안 보배	○
가봉(假縫)	시침질	→
가부(可否)	옳고 그름	→
가부동수(可否同數)	찬반 같음	→
가부시키(株式)	①주식 ②나눠내기	×
가불금(假拂金)	우선 지급금, 미리 받은 돈, 미리 준 돈	×
가불(假拂)금액	우선 지급 금액, 미리 받은 금액, 미리 준 금액	×

순화대상용어	순화한용어	구분
가드레일(guardrail)	보호 난간	○
가든(garden)	뜰, 정원	×
가등(街燈)	거리등	→
가라	가짜, 헛	×
가라(柄)	무늬, 마탕	×
가라스구치(烏口)	먹물촉, 먹물펜	×
가량(假量)	어림짐작, 짐	→
가렴(苛斂)	무겁게 거둬, 가혹하게 거둬	→
가령(假令)	이름테면	○
가로(街路)	거리, 길	○
가로되	말하기를, 이르기	→
가로등(街路燈)	거리등	○
가로 조명(街路照明)	거리 비춤	→
가료(加療)하다	치료하다, (병) 고치다	→
가루똥(←프 carton)	감정 접시	×
가리(假)	임시	×
가리고야(假小屋)	임시 건물, 헛간 <건설>	×