

전력계통의 부하관리방안(4)

글/한국전력공사 전력경제연구실 부하연구부

목 차

1. 서론
 - 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 차등요금제도
 - 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 요금적용 전력 산정기준
 - 3.3.2 수용가 공정개선
 - 3.3.3 Demand Controller
 - 3.3.4 일본의 보급현황
4. 결론

3.2.2 현행 요금제도

마. 요금 국제비교

우리나라의 전기요금을 외국과 비교하여 보면 <표 3.9> 에서와 같이 산업용 및 종합요금수준은 대만, 일본 등 주요 경쟁상대국보다 저렴하고 주택용은 일본보다 저렴하나 대만보다는 비싼 수준이다.

미국은 전국 평균으로 우리나라보다 저렴하다.

<표 3.9> 외국과의 요금수준 비교

(단위 : 원/kWh)

종 별	한 국	대 만	일 본	프랑스	미 국
주택용	82.09	68.25	146.45	85.09	57.34
	(100)	(83)	(178)	(104)	(70)
업무용	85.43	75.28	136.00	85.09	53.64
	(100)	(88)	(159)	(100)	(63)
산업용	47.00	57.70	89.62	54.10	35.76
	(100)	(123)	(191)	(115)	(76)
농사용	32.87	72.64	73.54	85.09	35.76
	(100)	(221)	(224)	(259)	(109)
가로등	51.16	26.65	67.51	-	45.42
	(100)	(52)	(132)		(89)
총 합	58.97	62.68	111.50	65.92	48.44
	(100)	(106)	(189)	(112)	(82)

※ 91.11월말 환율 기준

3.2.3 부하관리를 위한 요금제도

가. 시행목적

부하관리라는 것은 전력의 소비형태(주로 소비시간대)를 바람직한 방향으로 이동시킴으로써 “공급자

와 소비자의 공익"을 도모하기 위한 조직적인 활동을 의미한다.

전기는 생산과 동시에 소비되어 저장이 불가능하고, 전력수요는 계절 또는 시간에 따라 시시각각으로 변동되는 특성을 가지고 있으나, 전기회사는 어떤 경우라도 양질의 전력을 제한없이 공급해야 하는 의무가 있는 것이다. 따라서 연중 최대수요를 기준하여 막대한 설비를 투자해야 하므로 전력의 부하관리는 전력사업이 지향해야 할 최대의 경영과제인 것이다.

전력부하관리는 기존 발전시설의 가동률을 증대시키고 미래의 발전 투자비용을 절감하는 한편, 노후하고 열효율이 낮은 고원가 발전설비의 가동을 억제함으로써 연료비를 최대한 절감하기 위한 것이며, 수용가는 합리적인 전력 사용을 통한 전기요금 부담 경감으로 원가절감에 기여할 수 있다.

즉 전력부하관리는 전력회사나 사용자 모두에게 이익 되는 것이며, 결국 쓴 전력을 장기 안정적으로 공급할 수 있는 기틀이 되는 것이다.

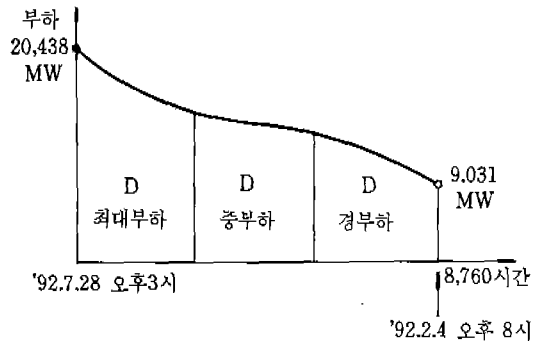
부하관리를 다시 쉽게 설명하자면 두가지 측면에서 설명할 수 있다. 먼저 피크(Peak) 수요를 억제하여 발전시설에 대한 투자를 절감할 수 있다. 예를 들어 우리나라의 '92년도 피크수요는 7월 28일 오후 3시에 2만 4백 38MW를 기록하였다.

여기서 피크수요의 3%를 억제할 수 있다면 약 6백 13MW에 상당하는 시설용량의 발전소건설에 필요한 시설투자를 절감할 수 있다는 계산이 나온다. 이를 투자비로 환산하면 약 4천억원의 투자재원을 절감하는 엄청난 경제적 이익을 얻을 수 있다.

다음으로 부하관리는 부하의 평준화를 기하는 측면에서 설명할 수 있다. 즉 심야와 같은 경부하시간대에 전력수요를 창출하고 동시에 최대부하시간대의 전력수요를 경부하 시간대로 이동시킴으로써 부하의 평준화를 기할 수 있다.

이렇게 되면 <그림 3.1>과 같은 부하지속곡선의 기울기는 좀 더 완만한 모양을 보이게 될 것이다.

부하평준화는 그만큼 부하추종을 용이하게 하므로 발전원가를 줄일 수 있게 되며 동시에 발전시설의



<그림 3.1> 부하지속곡선

효율성을 제고할 수 있으므로 전기요금을 그만큼 저렴하게 만든다고 볼 수 있다. 따라서 부하관리는 전기요금 산정에 직접적인 영향을 미치고 있다. 부하관리를 위한 요금체계는 곧 앞서 설명된 한계비용원칙에 근거한 계절별, 시간별 차등요금제를 지적할 수 있으며 대표적으로 피크요금제와 심야요금제가 있다. 그리고 소비자 스스로 부하관리에 적합한 전기수요 패턴을 유도하기 위하여 다양한 선택요금제가 채택되기도 한다. 여기서 피크요금제란 피크시간대, 예를 들어 여름철 오후와 초저녁에 높은 요금을 부과하여 수요억제를 기하는 요율제도이며 심야요금제는 심야의 전기수요에 대하여 할인요금을 적용함으로써 심야의 전기수요를 창출하거나 주간의 전기수요를 심야로 이동하도록 유인하는 요금제도를 말한다. 따라서 부하관리형 요금체계를 도입하기 위해서는 먼저 한계비용원칙에 따른 요율구조의 도입이 선행되어야 한다.

나. 부하관리 요금제도

앞에서 설명한 바와 같이 전력회사에서는 최대부하의 억제와 부하평준화를 위하여 부하관리요금제도를 운영하고 있는데, 전력수요는 요금종별로 각기 다른 특성을 가지고 있으며 여기에 따라 부하관리의 기본 방향도 요금종별로 다르게 된다.

최근 수용가 용도별 부하관리의 기본방향과 전력회사의 관리방향을 살펴보면 <표 3.10>와 같다.

<표 3.10> 용도별 부하특성과 관리방향

구 분	부하특성	관리방향
○ 가정용	초저녁집중 및 심야격감 (조명, 취사, 냉·난방)	냉·난방부하 심야사용유도
○ 업무용	주간집중 및 심야격감 (조명, 업무설비, 냉·난방)	"
○ 산업용	고르게 사용 (생산시설 동력원)	피크억제 및 심야 사용 유도
○ 농사용	계절성으로 기후조건영향 (양수 및 작물재배)	부하관리불가능
○ 가로등	야간만 사용(가로 조명용)	"

이러한 부하관리요금제도는 우리나라뿐만 아니라 <표 3.11>과 같이 선진 외국에서도 거의 시행하고 있는 제도인 것이다. 일본의 경우 특이한 요금제도로 휴일 조정요금제도가 있으나 이는 일요일 또는 공휴일에는 정상영업을 하는 대신 평일에 휴무할 경우에는 기본요금을 일부 경감해 주는 제도로서 주중 부하를 휴일로 이동하기 위한 요금제도이다.

그러나 이 제도는 휴일변경에 따른 제조업체들의 종업원 불만 등 많은 문제점이 있으므로 다른 외국에서는 거의 시행하고 있지 않는 제도이다.

<표 3.11> 부하관리요금제도 국제비교

구 분	한 국	일 본	대 만	미 국	영 국	프랑스
피크타임요금	○	○	○	○	○	○
계절별차등요금	○	○	○	○	○	○
심야전력요금	○	○	×	○	○	×
휴가조정요금	○	□	○	×	×	×
휴일조정요금	×	□	×	×	×	×
수급조정요금	○	○	○	○	×	○

하계 Peak : 한국, 일본, 대만, 미국

동계 Peak : 영국, 프랑스, 독일, 이탈리아

<표 3.12>의 부하관리 요금제도를 상세히 설명하면 다음과 같다.

① 시간대별 차등요금제도

이 제도는 최대부하를 타시간대로 이동유도하기 위해 산업용 "Z"수용가를 대상으로 시행하는 제도이다.

<표 3.12> 현행 부하관리제도 주요내용

구 분	내 용	비 고
시간대별 차등요금제 (피크타임 요금)	○ 개요 : 최대부하를 심야시간으로 이동유도 ○ 대상 : 300kW 이상 산업용 ○ 요금 : 하계 피크시간 요금수준 타계보다 38%상향	○ 경부하 : 22-08시 ○ 중부하 : 08-18시 ○ 최대부하 : 18-22시 (하계는 중, 피크리튬)
계절별 차등요금제	○ 개요 : 하계 최대수요 억제로 부하평준화 ○ 대상 : 일반용 및 산업용 전수용 ○ 요금 : 하계(6~8월)가 타계요금보다 약 30-50%고율	○ 일반용 : 50%고율 ○ 산업용(갑) : 30%고율 ○ 산업용(을) : 38%고율
심야전력 요금제	○ 개요 : 축열, 축냉방식에 의해 주간부하를 야간시간(22-08시)으로이전, 또는 심야부하를 정률 유도 ○ 대상 : 축열, 축냉식 기기, 설비 ○ 요금 : 주택용의 1/3수준 또는 업무용의 절반 수준	○ 갑 : 심야시간만 사용 ○ 을 : 주, 야간사용 - 심야 : 산업용 심야와 같음 - 주간 : 일반용 120% 수준
하계휴가조정 요금제	○ 개요 : 피크발생 예상시기에 일시 휴가 또는 공장보수로 최대수요 감축 ○ 대상 : 500kW 이상 희망수용 (50% 이상 절감) ○ 요금 : 1일 실시시 실적조정전력에 대해 kW당 400원 할인	○ 조정기간 : 현전 지정 * 91년 실적 : - 신청호수 : 263호 - 조정전력 : 641천kW - 할인요금 : 1,235백만원
수급조정 요금제	○ 개요 : 피크발생 예상시 전력회사 요청에 따라 전력사용 조정 ○ 대상 : 5,000kW 이상 희망수용 (20% 이상 절감, 조정량 500kW 이상) ○ 요금 : - 7-8월 : 실적조정전력 × 650원/회 - 9-6월 : 실적조정전력 × 1,300원/회	○ 91년 계약실적 - 호수 : 338호 - 회수 : 2회 - 조정전력 : 1,101천kW - 할인요금 : 1,380백만원

여름철(6-8월)의 낮시간대(08:00-18:00) 전

력량 요금이 2.5배 비싸서 다른 계절보다 38%비싼 수준이다. <표 3.13>에 시간대별 적용요금표를 표시했으며 하계시간대별 적용요금을 그래프로 그리면 <표 3.14>와 같다.

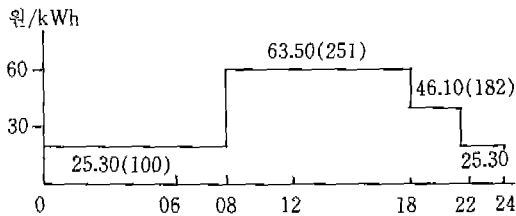
<표 3.13> 시간대별 적용시간표

(단위 : 원/kWh)

시 간 대 별	고 압 A		고 압 B	
	하 계	타 계	하 계	타 계
심 야 (22-08시)	25.30 (100)	25.30 (100)	24.70 (100)	24.70 (100)
주 간 (08-18시)	63.50 (251)	37.20 (147)	61.80 (250)	37.00 (150)
저 녁 (18-22시)	46.10 (182)	46.10 (182)	44.80 (181)	44.80 (181)

* ()는 차등률 (%)

<표 3.14> 하계 시간대별 적용요금 그래프



② 하계휴가, 보수시간 조정요금 제도

이 제도는 계약전력 500kW 이상으로서 50% 이상 수요감축이 가능한 수용중 전력회사와 개별계약에 의해 시행하는 제도이다.

개요는 매년 7.15-8.31 중 3일 이상 한전이 지정한 기간에 휴가 또는 보수를 실시하는 수용에 대해 실적조정전력 kW당 400원/1일씩 요금을 감액해 주는 제도이다.

③ 전력수급 조정요금제도

이 제도는 산업용 또는 업무용 수용중 계약전력 5,000kW 이상으로 20% 이상 부하조정이 가능한 수용이거나 계약전력 5,000kW 미만 수용중 부하조정 가능량이 500kW 이상인 수용을 대상으로 한다.

내용은 한전의 요청이 있을 경우 계약에 정한 일정비율의 잔력사용을 줄임으로써 전력요금의 할인혜택

을 받게 된다.

수급조정계약을 체결한 수용가에 대한 전기요금은 다음에 산정한 기본할인액과 조정할인액을 당해월의 요금에서 감액한다.

또한 '92.2.1부터 기본할인액 및 조정할인액 요율이 변경되었는데 변경된 요율은 아래와 같다.

- 기본할인액 : 전력수급조정의 요청에 관계없이 매년 7월 1일부터 8월 31일까지 2개월간 감액하며 당해월 최대수요전력과 계약조정률을 감안하여 다음과 같이 산정한다. 다만, 수용가가 계약을 위약하였을 경우에는 할인을 하지 아니하고 기본 할인액에 해당하는 금액을 위약료로 추가하여 받는다. 이 경우 실적조정률이 계약조정률에 미달되더라도 실적조정률이 10% 이상인 경우, 또는 긴급조정의 경우에는 위약료를 받지 않는다 <표 3.15>

<표 3.15> 기본 할인액

현 행	변경(92.2.1 부터)
해당월최대수요전력 × 계약조정률/100 × kW당 400원	해당월최대수요전력 × 계약조정률/100 × kW당 440원 (7,8월에만 적용)

- 조정 할인액 : 수급조정을 실시한 경우에 계약조정률에 대한 실적조정률의 비율에 따라 아래와 같이 1일당 할인액을 산정하여 전기요금을 감액한다

<표 3.16>

<표 3.16> 조정 할인액

현 행	변경(92.2.1 부터)
• 7-8월 : 실적조정전력 × kW당 650원/1회	• 전일예고 : 실적조정전력 × kW당 700원/1회 (이행률 100%미달시 할인 없음)
• 9-6월 : 실적조정전력 × kW당 1,300원/1회	• 당일예고 : 실적조정전력 × kW당 1,400원/1회 (이행률 50%이상시 kW당 700원 할인)
※ 긴급 조정시 할인단가에 할증 추가(650원/회)	• 긴급조정 : 실적조정전력 × kW당 2,100원/1회 (이행률 50%이상시 kW당 1,400원 할인) ※ 긴급조정은 수급조정 3시간 이내의 여유를 두고 요청하는 경우 임

다. 요금 절감방안

앞서 언급한 전기요금제도를 적극 활용할 경우에는 전력회사로서는 전력부하의 효율적 관리를 통한 투자비 절감과 원가절감을 기할 수 있을뿐만 아니라 수용가는 전력비 절감으로 제품 또는 서비스의 원가 절감을 도모할 수 있다고 본다.

원가절감을 할 수 있는 몇가지 방법을 다시 요약해 보면 다음과 같다.

- 피크타임 요금 (산업용 300kW 이상)
 - 주생산 라인 이외 설비는 가급적 심야시간 이용 (부대시설, 부품생산 등)
 - 피크시간은 꼭 필요한 전력만 사용 (자가발전기 활용 등)
- 계절별 차등요금 (업무용, 산업용)
 - 여름철에는 가급적 종업원 일시휴가 및 기계시설 보수추진 시행
 - 냉방 전기사용 가급적 억제
 - 저장이 가능한 부품 등은 가급적 6-8월 전후 기간에 사용
- 휴가조정 요금제 (업무용, 산업용 500kW 이상)
 - 여름철에는 가급적 종업원 휴가 실시
 - 기계시설 보수 추진 시행
- 수급조정요금제 (5,000kW 이상 20% 이상 조정 가능 수용)
 - 대상수용 확대 및 요금할인 수준 대폭 인상
 - 수급조정 요청시 보수실시, 필요한 전력만 사용
- 연중 최대피크 억제로 기본요금 경감
 - 하절기 연중 최대피크시 냉방설비 층별 분리운영 등으로 피크상승 억제
 - 경보장치 부설 등으로 피크 부하관리
- 역률할인 요금제 적극 활용
 - 기준역률 미달시 콘데서 추가부설 추진
 - 기준역률 초과유지로 요금경감 혜택

3.3 Demand Controller를 이용한 최대전력 억제방안

3.3.1 요금적용 전력 산정기준

한국전력에서는 전기공급규정을 개정하여 '91년 6월부터 최대수요 전력을 억제하고자 최대수요전력계를 설치한 수용가에 대하여 검침당월을 포함한 직전 12개월중의 최대수요전력을 요금적용 전력으로 하는 소위 기본요금 12개월 연동제를 시행하고 있다.

이렇게 개선전에는 기본요금을 직전 3개월중 최대수요전력 기준으로 적용하고 일정수준(60-85%) 이하 사용시도 하한전력을 기준으로 적용하였으나, 직전 12개월중 최대수요를 기준하여 기본요금을 적용토록 개선하고 하한치 제도를 폐지함으로써 수용가의 자발적인 최대수요 전력억제를 유도할 수 있게 되었다.

이 제도를 <표 3-17>과 같은 예를 들어 설명하면 다음과 같다.

계약전력 1,320kW인 A수용가의 예를 들면, 이 수용가가 '91년 8월에 최대수요전력 1,250kW를 기록하였고 9월, 10월에는 이보다 낮은 최대수요전력을 기록하였다면, 직전 3개월중 피크치 기준에 의한 기본요금이 적용되어 개선전인 8월에는 당연히 1,250kW가 요금적용전력이 되고 9월, 10월에는 최대수요전력이 1,250kW 이하라 하더라도 1,250kW가 요금 적용전력으로 기본요금이 부과된다.

그러나 제도개선후에는 '91년 8월에 기록된 최대수요전력 1,250kW가 '92년 7월까지 적용되어 12개월동안 1,250kW에 해당하는 기본요금을 물게 되는 것이다.

다시 말하면 여름에 일시적인 냉방부하가 많은 수용가인 경우 냉방기기 가동에 의해 8월에 최대수요전력이 기록되면 이것에 의한 기본요금을 1년동안 적용받게 된다.

또한 이 제도의 시행과 병행하여 전에는 일시적인 냉방부하에 대해 일시적으로 냉방부하에 해당하는 계약전력의 폐지, 신설이 가능하였으나 개선후에는 1년내에는 폐지, 신설이 불가능하도록 개정되어 요금부담이 늘어나게 되었다. 따라서 수용가 각자의 최대수요전력 억제노력이 요구된다.

또다른 계약전력 1,320kW인 B수용가의 예를 들면, 이 수용가는 개선전에는 계약전력에 의한 하한

치가 적용되어 실제 최대수요전력이 800kW라 하더라도 하한치 1,000kW에 의한 기본요금을 물었었는데, 제도개선에 의해 하한치가 폐지되었으므로 800kW에 의한 기본요금만 물게 되어 수용가의 부하관리 노력에 의한 최대수요전력 저감을 요금감액으로 보상받을 수 있게 되었다.

이 제도 시행에 따라 냉방부하의 비중이 큰 도심지의 업무용 빌딩과 부하변동이 많은 공장 등에서 전기요금의 기본요금에 대한 부담이 늘게 되었고, 최대수요전력 관리를 철저히 한 수용가는 하한치 적용에 의한 기본요금의 부담을 덜게 되어 최대수요전력관리의 중요성을 더욱 인식할 수 있게 되었다.

<표 3.17> 요금적용전력 산정방법

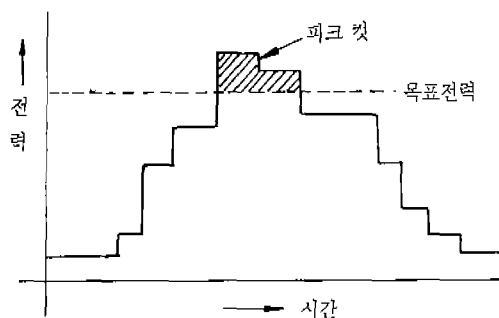
<현행>		<개선>	
계약전력	1,320kW	1,320kW	
최대수요 전력	1,250kW [하한치 초과 수용 A]	1,250kW(1년 적용) [A]	요금 추가
	1,000kW		(폐지)
	아무리 적게 사용해도 1,000kW 요금부담		
하한치	800kW [하한치 미달 수용 B]	800kW(1년 적용) 요금경감[B]	
		실사용최대전력만큼 1년간 부담	
		* 요금경감 위해 최대수요억제	
	'92.8 '92.12 '93.4 '93.7	'92.8 '92.12 '93.7 '93.4	

<개선전>		<개선후>	
하한치초과 A 수용가	·직전 3개월중 피크치 기준 기본요금 적용(8월 1,250kW는 8, 9, 10월에만 적용)	·직전 12개월중 최대피크인 '92.8월 1,250kW를 '93.7월까지 1년간 적용	
하한치미달 B 수용가	·피크에 관계없이 하한치를 기준하여 요금적용(1,000kW)	·직전 12개월중 최대피크인 '92.8월 800kW를 '93.7월까지 1년간 적용	

3.3.2. 수용가 공정개선

가. 설비부하의 Peak Cut

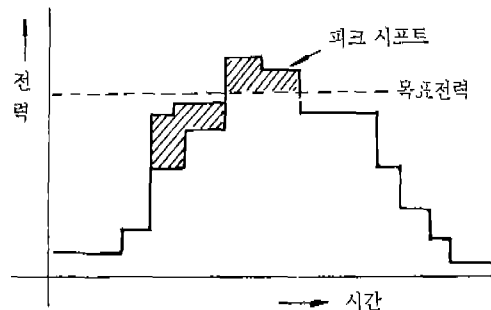
<그림 3.2>와 같이 어느 시간대에 집중하는 부하가동을 타시간대로 옮기는 것이 공정상 곤란한 경우 목표전력을 초과하지 않도록 하기 위해 일부 부하를 차단한다면 실질적인 생산량의 감소가 발생한다. 이런 경우 생산량의 감소를 방지하기 위하여는 다음 나, 다, 라항과 같이 검토하여 해결할 수가 있다.



<그림 3.2>

나. 설비부하의 Peak Shift

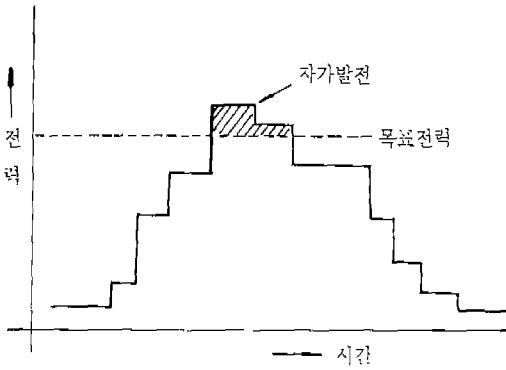
<그림 3.3>과 같이 어느 시간대에 부하가 집중되어 있는 것을 막기 위해서는 이 시간대의 부하가 동공정을 검토하여 일부 부하를 타시간대로 옮겨도 생산에 영향을 미치지 않는다면 부하를 타시간대로 옮겨 최대전력을 제어해서 생산량의 감소없이 효율적인 전력관리하는 것이 가능하다.



<그림 3.3>

다. 자가용 발전기 가동에 의한 Peak 제어

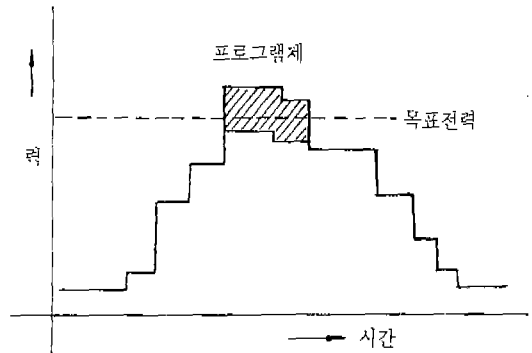
수용가측에 자가용 발전설비가 있는 경우, 수전전력이 부족한 경우나 앞에서 서술한 가, 나항으로써 최대전력제어가 곤란한 경우에는 일부부하를 별도로 자가발전에 의하여 운전을 하든가 전력회사 전력계통과 병렬운전하여 부족전력을 보충운전하면 최대전력 억제에 의한 제품 생산량의 감소는 없게 된다. 이 경우는 자가발전설비의 운전 비용중 유지관리비가 전력회사 수전 비용에 비해 어느 정도의 비율인가를 비교하여 경제성 검토를 해보아야 한다<그림 3.4>.



<그림 3.4>

라. 설비부하의 프로그램 제어

<그림 3.5>과 같이 어느 특정시간대의 피크 발생점에서 상기한 가, 나항에 의한 제어를 하지 않고 부하수가 많이 있는 동일기기(예를 들면 공조기기) 등을 그 기기의 제품성능, 기타에 나쁜 영향을 주지 않는 범위내에서 단시간정지, 기동운전을 시켜 특정 시간대에서의 사용전력량을 감소시켜 최대전력을 제어하는 방법을 프로그램 제어라 한다. 이 경우 수동으로 하기는 어렵고 디맨드 컨트롤러가 필요하다.



<그림 3.5>

<다음호에 계속...>

에너지는 힘 절약은 더 큰 힘