

## 전기설비의 전기에너지 절약 운영기술 ③

자료제공 : 기술연구팀 ☎ 02)875-6524

### 라. 조정부하의 선정

자가용 발전기를 이용하는 경우에는 부하조정을 수동조작은 물론 자동화도 가능하다.

그리고 조정부하의 선정에서 부하차단에 의한 침두전력을 조정할 경우에는 긴급차단을 하는 조정부하를 미리 선정하여 둘 필요가 있다.

조정부하는 5~10분 정도의 짧은 시간 정지함으로써 수전전력을 일시적으로 저감하여 수요전력을 제어하는 것으로 필요한 시점에서 즉시 차단할 수 있는 부하이며 단시간 정지하여도 될 수 있는대로 그의 영향이 적은 것이 바람직하다.

제어 부하를 선정하는 경우에는 현재의 가동상태가 계약전력을 초과하는 최악의 상태이며 부득이 부하제어를 실시해야 한다는 관점에서 공정전체를 다시 한번 고쳐볼 필요가 있다.

즉 제어가능한 부하기기의 선정, 부하제어에 의한 제품의 영향, 부하기기의 변동의 대소, 계절에 의한 부하변동의 변화, 부하기기의 차단순서 등의 선정조건이 필요하다.

### 마. 조정부하의 운영

조정부하가 선정되면 다음에 운영방법을 결정해야 한다. 조정부하는 일괄하여 동시에 차단하는 것이 아니고 수개조의 그룹으로 나누어서 부하 상태에 따라서 계약전력을 초과시키지 않기 위하여 최저의 필요한 양만큼 차단하도록 하고 또한 부하가 가벼워서 여유가 생긴 경우에는 차단된 부하를 제투입시키도록 하여 될 수 있는대로 차단부하가 적어지도록

운영한다.

수요전력초과의 경우 작업원의 판단을 가하여 수동에 의한 조작방법도 있으나 자동제어 기능을 갖는 수요(디멘드) 감시제어장치를 이용하면 작업원의 부담을 경감시키고 또한 확실한 제어를 기대할 수 있다.

자동제어의 경우 조정부하의 각 그룹은 미리 정해진 우선순위에 따라서 차단, 투입의 조작을 하지만 우선순위의 결정방법에는 그림 3.2.5에서 나타내는 고정우선방식과 순환우선방식이 있다. 조정부하의 각 그룹은 각각 중요도가 다르므로 차단의 경우는 항상 중요도가 낮은 부하부터 차단하고 투입의 경우는 중요도가 높은 부하부터 투입하는 것과 같은 우선도를 고정한 방식이 보통 적용되고 있다.

### 바. 수요전력감시장치

계약전력이 500kW 이상의 자가용수용가는 계약전력보다 많아지지 않도록 최대 수요전력을 운영하여야 한다.

수요관리란 이와 같이 최대전력이 계약전력보다 많아지지 않도록 부하의 수요를 관리하고 또한 계약전력의 적정화를 도모하고 부하율의 향상도 도모하는 것이다.

종래의 경보기 부착의 디멘드미터(최대수요 전력계)는 시한내의 어느 시각의 설정점만의 경보감시이며 시간경과와 더불어 연속적 디멘드를 관리하는데 충분하지 않았으나 최근 이점을 개선한 디멘드 감시제어장치가 실용화되어 보급되고 있다.

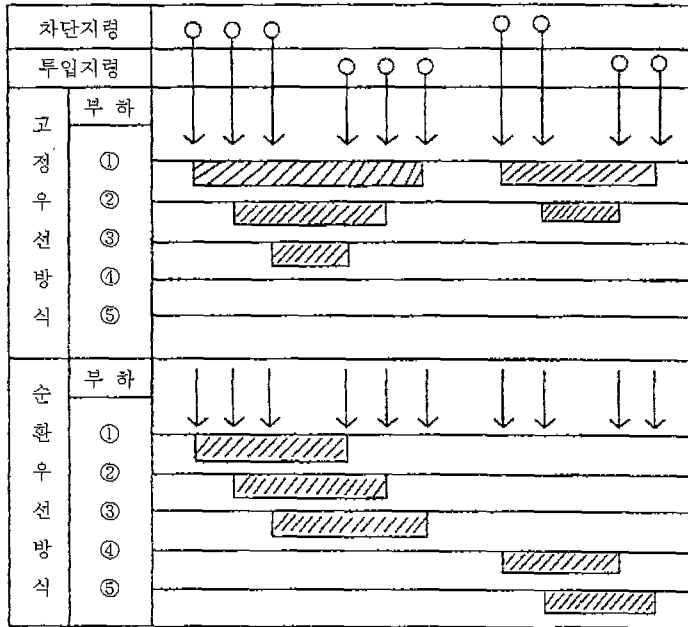


그림 3.2.5 부하제어 우선방식의 비교

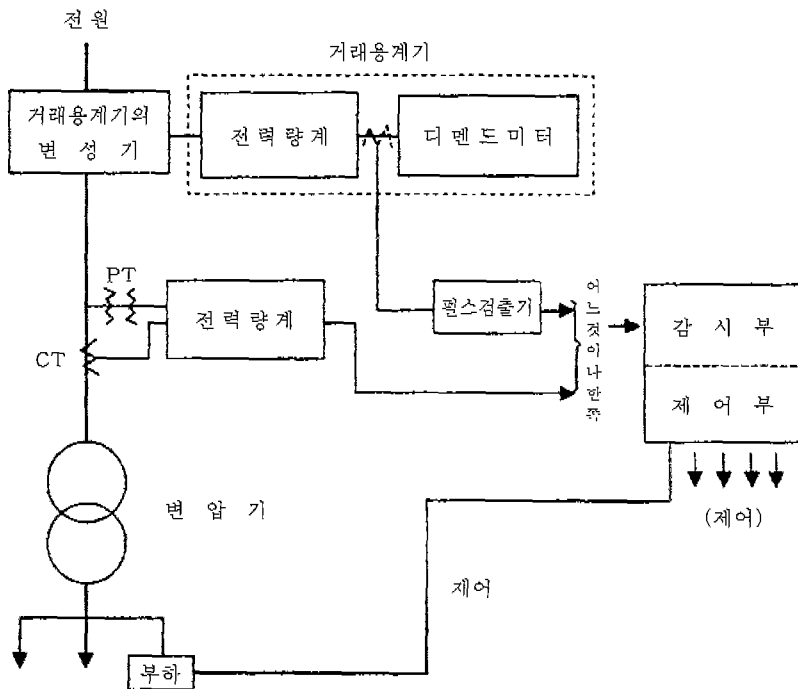


그림 3.2.6 수요전력 감시장치의 구성

수요전력 감시제어장치는 전력의 사용상황을 감시하고 경보 기록 및 부하제어지령을 내고 전력의 초과예측정도에 따라서 제어대상부하를 자동제어한다.

수요전력 감시제어장치의 구성은 그림 3.2.6에서 나타낸다.

수요전력 감시부는 전력량계로부터 보낸 계량펄스를 받아서 디멘드관리에 필요한 연산, 판정을 합과 동시에 현재 수요전력 값, 예측수요전력값의 표시, 경보, 제어지령, 기록의 기능을 가지고 있다.

제어부는 수요전력 감시부로부터의 지령을 받아서 부하설비의 정지, 복귀를 하는 등의 부하제어를 한다.

## 5. 전력원단위 관리

### 가. 전력원단위

생산수단, 업무수행에 도움을 주는 것으로서 전력이 사용되고 있으나 그 사용량을 보다 적게 효율 좋게 사용하기 위해서는 어떤 기준을 만들고 그 기준에 따라 현상을 확인함과 동시에 목표를 설정할 필요가 있다.

전력원단위는 그와 같은 기준, 목표를 확실히 하여 전력사용효과를 수치적으로 나타내는 의미와 함께 다음 식으로 나타낸다.

$$\text{전력원단위} = \frac{\text{kWh}}{\text{제품(m, m}^2, \text{m}^3, \text{t, 개 등)}}$$

물론 생산활동이나 생산성과의 양부를 전력 사용면 만으로 설명할 수 없으며 여러 가지 복잡한 요인이 합쳐서 성립된다.

주요한 것은 원료, 설비, 조업의 방법 등이 크게 관여하고 있다. 그러나 유사한 조건하에서나 특히 공장의 과거, 현재의 전력원단위를 비교하여 보면 공장의 생산실적, 효율의 개요를 구체적인 수치로 나타내고 있음을 알게된다.

이와같이 전력원단위의 개선요인이 반드시 전력사용의 효율화를 의도하는 것이 아니고

원료나 공정의 개선, 양산설비, 자동화장치의 도입 또는 노무관리의 추진이라도 제품 단위의 전력사용량이 감소하게 된다.

산업분야에서의 에너지 절약의 개선은 이와 같이 생산효율과 전력사용량 저감화의 양면으로부터 고려되어야 한다.

### 나. 원단위 전력량을 구하는 법

원단위 전력량을 구하려면 우선 다음의 어느 원단위를 구하느냐를 명백하게 해야 한다.

즉 공장 전체를 하나로 하여 조사하고자 할 때는 직접 생산에 쓰여진 전력량과 간접생산에 쓰여진 전력량의 합계(총사용 전력량)를 총생산량으로 나눈 종합 원단위 전력량을 구하면 되고 직접 생산비에 소비된 전력의 기여도를 조사하려면 직접 전력량을 구하면 된다.

또다시 세분할 필요가 있으면 공정별 원단위 전력량을 산출하면 된다.

전력량을 조사하는 기간은 그 목적 및 생산의 상황에 따라 결정되나 일반적으로는 1개월 단위가 많이 쓰여지고 있다. 몇 종류의 다른 제품을 생산하고 있는 공장의 경우는 공통부분, 예를 들면 펌프, 압축기 등의 동력을 어떻게 개별의 제품 혹은 부품에 배분하는 것은 귀찮은 일이나 이들이 상당히 큰 부분을 점유할 때는 될 수 있는 한 정밀하게 분석하여 배분할 필요가 있다. 그러나 그다지 큰 비율을 차지하지 않을 때는 계산 정도로 그쳐도 지장이 없는 때가 많다.

다음은 개개의 구하는 방법에 대하여 기술하기로 한다.

#### (1) 종합원단위 전력량을 구하는 방법

$$\text{종합원단위 전력량} = \frac{\text{소비전력량}}{\text{총생산량}}$$

단, 총생산량의 단위는 톤, 개, kg, m<sup>3</sup>, m, c/s, 대 등이 있다.

#### (2) 제품별 원단위 전력량을 구하는 방법

한 공장에서 몇 종류의 제품을 생산하고



있을 때 각 제품마다 직접전력량, 간접전력량이 계량되는 때는 간단하게 다음 식으로 한다.

$$\text{제품별 원단위 전력량} = \frac{\text{직접전력량} + \text{간접전력량}}{\text{생산량}}$$

소비전력량이 계량장치의 취부방법에 따라 즉시 각 제품별 소비전력량을 알 수가 없는 경우가 많다. 다음에 이러한 때 구하는 방법에 대해 기술한다.

직접전력량은 각 제품마다 계량이 되고 있으나 간접전력량은 각 제품의 총합계 밖에 모른다.

단, 각 제품의 간접전력량은 각 제품의 직접전력량에 비례한다고 생각될 때의 각 제품 간접전력량을 산출하는 방법은 간접전력량의 합계를 각 제품의 직접전력량으로 배분하여 내면 된다.

또 이 간접전력량이 각 제품의 생산량에 비례한다고 생각될 때는 간접전력량의 합계를 각 제품의 생산량으로 배분하여 산출하면 된다.

공장 전체의 총전력량 밖에 모를 때는 각 제품마다 원단위 전력량을 구하기는 곤란하나 근사값으로 측정하려면 제품마다 제조공정 중 기기의 용량 및 운전시간으로 각 개개의 제품마다 기기의 소비전력량을 계산하여 이 계산한 개개의 전력량으로 총전력량을 배분하면 개개의 제품 소비전력량의 개략치를 정하여 각 제품의 원단위 전력량을 계산할 수가 있다.

### (3) 직접 원단위 전력량을 구하는 방법

직접생산에 소비되는 전력량만에서 원단위 전력량을 구할 필요가 있을 때는 전항의 간접전력량을 제외하고 간단히 구할 수가 있다.

### (4) 기기별 또는 공정별 원단위 전력량을 구하는 방법

각 기기의 효율 저하상태 또는 각 공정의 문제점탐구 수단으로서는 종합원단위 전력량만으로는 불충분하다.

이때는 각 기기 또는 각 공정마다 세분하여 각기의 원단위 전력량을 구하여 검토할 필요가 있다.

이때에 구하는 방법도 지금까지 설명한 방법과 같다.

### (5) 원단위 전력량의 산출 예

#### (가) 모 제약공장의 예

비타민B 및 비타민C의 각기 생산량은 알고 있다. 소비전력량은 총 합계만 안다.

이 두 개의 제품별 원단위 전력량을 구한다.

#### [1개월의 생산량]

비타민B	93kg
비타민C	90kg
1개월의 총 사용전력량	13,100kWh

#### [전기설비]

전동기	19대	140.5HP
전열기	3대	15kW

#### [계산순서]

- ① 제품과 필요한 전기기기를 분류한다.
- ② 각기의 전기기기 부하상태(전력)와 가동상태(운전시간)를 조사한다.
- ③ ②에서 각기의 전기기기 사용전력량을 계산하여 제품마다의 총계를 구한다.
- ④ 실제의 사용전력량을 ③의 제품마다의 총계로 배분하여 제품 각기의 사용전력량을 산출한다.
- ⑤ ④의 제품마다 사용전력량을 각기의 생산수량으로 나누어 원단위 전력량을 구한다.

또 이때의 기기 역률은 전동기 80%, 전열기 100%, 용접기 30%로 가정하였다.

계산결과는 표 3.2.4와 같다.

## 전기설비의 전기에너지 절약 운영기술 ③

표 3.2.4 제품별 원단위 전력량의 산출

제품	전기설비		사용전력				월가동시간	계산전력량(kWh)	배분전력량(kWh)	생산량(kg)	원단위 전력량(kWh/kg)
	기종	용량	전압(V)	측정전류(A)	역률(%)	$\sqrt{3}VA \times$ 역률(kW)					
비 타 민 B	전동기	30HP	200	75	80	20.8	3×30	1,872			
	전동기	20HP	200	55	80	15.2	3×30	1,368			
	전동기	15HP	200	40	80	11.0	3×30	990			
	전동기	5HP	200	12	80	3.3	6×30	594			
	전동기	5HP	200	11	80	3.3	6×30	540			
	전동기	2HP	200	5	80	1.4	8×30	336			
	전동기	2HP	200	4	80	1.1	8×30	262			
	전동기	2HP	200	5	80	1.7	8×30	408			
	전동기	1HP	200	3	80	0.8	8×30	192			
	전동기	1HP	200	2.5	80	0.7	8×30	168			
	전동기	1HP	200	2.5	80	0.6	8×30	144			
	전열기	10kW	200	30	100	10.0	10×30	3,000			
	소계							69.6	7,874	6,820	93
비 타 민 C	전동기	20HP	200	55	80	15.2					
	전동기	15HP	200	38	80	10.5					
	전동기	7.5HP	200	20	80	5.5					
	전동기	5HP	200	12	80	3.3					
	전동기	5HP	200	10	80	2.8					
	전동기	2HP	200	6	80	1.7					
	전동기	1HP	200	3	80	0.8					
	전동기	1HP	200	2.6	80	0.7					
	전열기	5kW	200	2.5	100	5.0					
	소계							45.5	7,251	6,820	90
사용전력량								15,125	13,100	183	

### 다. 전력원단위의 활용

전력원단위는 제품과의 대비에서 전력의 활용 정도를 나타내는 계산기준이며 작업시간의 증감, 제품불량율의 고저에 의한 생산량의 변화나 계절의 변천에 의한 환경변화까지 합쳐서 수치화된다.

따라서 어디까지나 각 공장 독특한 것으로 생산효율의 변화를 나타내고 구체적인 개선 목표숫치로 이용하는 것이다.

월마다 전력원단위에 변동이 클 때는 조업이 불안정함을 나타내고 거의 일정한 경우에는 작업 개선, 연구가 정체되고 있음을 나타낸다.

원단위 산출의 기간단위는 보통 1개월단위나 1일단위가 보통이다.

원단위를 사용할 경우 주의할 점은 예컨대 전력원단위가 삭감되었을 때 이 요인이 모두 에너지절감 개선을 한 결과라고는 말할 수 없다. 생산성 향상 및 증산효과가 포함되고 있다는 사실을 잊어서는 안된다.

따라서 공장에서는 에너지 개선에 의한 전력의 절대 삭감량도 평가 측정으로서 병용하여야 한다.

한편 생산계열이 정연하여 제품마다 사용된 전력량을 정확히 파악할 수 있고 원부자재 투

입으로부터 제품검사까지의 제조기간이 짧은 경우에는 전력원단위는 간단하게 구할 수 있으나 다음과 같은 공정이나 조업조건에서는 단순하게 구할 수 없다.

- (1) 원부자재 투입으로부터 제품검사까지의 기간이 2~3개월의 장기에 걸치는 것
- (2) 동일공정에 다품종의 생산과정이 뒤섞여있는 것
- (3) 전력사용량과 제품수량 확인의 시기적으로 동기를 도마할 수 없는 것

이와 같은 경우에는 1개월마다 전력원단위를 구한 것이라도 그의 숫치는 신뢰성이 결여된 것으로 큰 의의를 가지고 있지 않다.

그래서 3~6개월 등 장기간의 전제품을 총괄한 전력원단위가 구해진다면 각 품종 생산량도 평균화되고 대체로 신뢰성 있는 숫치가 얻어지며 전력원단위 개선효과와 비교자료로 할 수 있다. 전력원단위 산출은 공정의 전력사용효율의 향상을 위하여 목표를 설정하고 그 노력의 성과를 단적으로 나타내려는 것으로 제품은 각 공정에서 가공, 조립에서의 집계로서 만들어내게 되므로 제작하려는 품종이 바뀌더라도 각 공정마다 원단위의 분모로서 비교할 수 있는 물량인  $m^2$ , kg, 개 등을 선정하여 적어도 공정마다 전력원단위를 산출하도록 노력하는 것이야말로 전력원단위 산출의 의의를 나타낸 것이라 할 수 있다. 원단위 전력량의 활용 예를 들기로 한다.

#### 라. 전력원단위의 분석

전력원단위는 1개월의 생산실적에 대한 전력사용 실태의 결과를 나타내고 목표와의 차이를 비교하기 위하여 산출한 소위 과거 1개월간의 종합생산 실적을 전력으로 대비한 수치로 나타낸 것으로 그 나름대로의 가치를 인정할 수 있으나 더욱더 나가서 보다 나은 개선을 하기 위해서는 대상으로된 1개월이 다른 달의 생산작업 내용과 어떠한 변화가 있었는가 하는 요소를 찾아내서 규명 검토함으로써

전향적인 전력원단위 활용책이 된다.

전력원단위의 변동을 대체적으로 관찰하면

- (1) 생산량과 사용전력량도 함께 증가하였으나 생산량 증가의 비율이 컸다.
- (2) 생산량은 감소하였으나 사용전력량은 더욱 떨어졌다.
- (3) 생산량은 별반 변화가 없었으나 사용전력량은 증감하였다.

등의 경우를 생각할 수 있으나 이 속에 포함된 전력원단위 변화의 요소를 찾아내서 검토가 이루어져야 한다.

근래 에너지 비용이 높아짐에 따라 무리한 양산화는 도리어 원가 압박으로 되는 경우도 있다.

#### 마. 전력원단위 개선대책

제품의 전력원단위를 산정하는 요소는 사용전력량과 생산량이 들이므로 전력원단위 개선에는 이 양자의 변동요인을 파악하여 그 개개에 대해 더욱 개선의 여지가 있는가를 검토하는 것이다.

사용전력량의 변화에 대해서는

- (1) 에너지 절감 대책
  - (가) 저항 등에 의한 손실의 저감(변압기, 배선 등)
  - (나) 기계장치의 여분의 일의 삭감(압축공기 압력 저하, 펌프의 임페라 차단)
- (2) 절 전
  - (가) 공전방지, 공기빠짐방지 등
  - (나) 조명절약, 공조절약 등
- (3) 작업시간의 장단
- (4) 가공량의 증감
  - (가) 원료, 자재의 변화, 제품 품질의 변경
  - (나) 공정생략, 가공량의 감소
- (5) 설비, 관리부분 전력의 증감
- (6) 대기온도의 변화

- (가) 가열재, 가열설비의 온도 등
- (나) 물, 공기의 밀도, 비중의 변화, 공조부하 등
- (다) 유회유 정도 등

○ 기간중의 생산량의 변화에 대해서는

- 원료가공량, 가공공수의 변화
- 준비시간
- 생산스피드
- 동일제품 생산의 긴 안목
- 양품을
- 불량율
- 기계, 제어기기의 고장
- 작업실수
- 노동의욕

등이 생각된다.

사용전력량 면으로부터는 가공량, 가공공수의 감소와 에너지 절약대책의 진척정도에 크게 관여하고 생산량면으로부터는 노동생산성이 전부이다.

전력원단위 개선의 효과적 요소는 단위시간의 생산량 증가가 가장 크고 따라서 에너지절감 절전효과이다. 전자의 대책은 다방면에 걸쳐서 생산시스템의 변경에 의한 대폭적인 개


변으로 되는 경우이다.

일반적으로 레이아웃의 변경과 다능기의 조합, 생산용량 향상이나 양산설비의 도입, 계장 자동화에 의한 공정안정과 생산스피드 향상, 작업방식의 개량에 의한 준비시간의 감소, 더욱이 제안제도, QC써클 활동에 의한 작업의 간편화, 불량율의 감소 등을 들 수 있다.

후자의 에너지절감 절전에 대해서는 외관상으로는 사용하고 있는 전력을 다른 에너지로 바꾸거나 어떤 공정을 폐지하여 외주 의존으로 변경하는 예가 있으나 본래의 에너지절약이라고는 말할 수 없다.

일반적으로 에너지절감 절전에 의하여 전력원단위를 크게 변경할 수 있는 예는 아주 드물다.

이와 같이 전력원단위 개선에 의하여 계산되는 에너지절약(전력원단위차[kWh]×생산량)과 일반적인 에너지절약과는 약간의 뉘앙스가 다르다.

일반적인 에너지절감은, 석유소비량 즉 전력사용량 그자체의 감소를 말하고 전력원단위의 개선은 양산 등에 의하여 에너지 사용량은 많아져도 단위제품당의 에너지 사용량의 저감을 도모하려는 것이다. 

➊ 다음호에 계속 됩니다

