

# 電氣使用合理化 技法



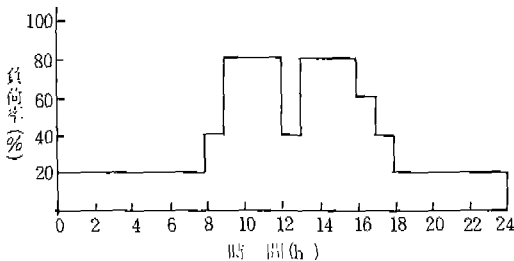
— 2 —

大韓電氣協會 調査部 제공

## 제 2 절 受變電設備의 電氣使用合理化

### 가. 變壓器臺數 制御

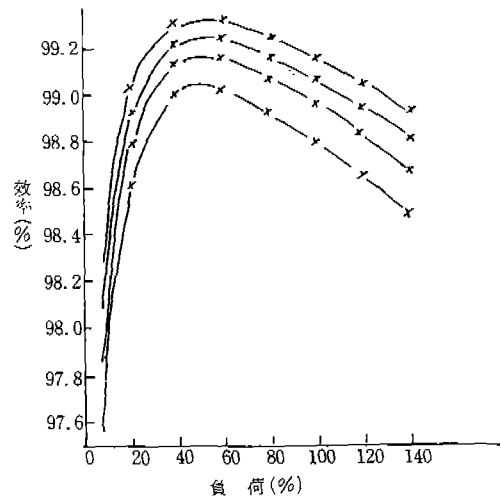
變壓器의 負荷가 增大하였을 때 復數臺의 變壓器를 並列로 전환시킬 때가 많다. 運轉臺數는 最大負荷에 대하여 公供給에 止障이 없도록 決定하게 되지만 그림 1의 負荷曲線과 같이 負荷는 恒上 일정하지 않고 1년중, 1일중에도 크게 變動하고 있어 그때 그때의 負荷에 따라 最高 效率를 유지하도록 運轉臺數를 決定해야 한다.



(그림 1) 負荷曲線

### 나. 變壓器의 集中監視制御 시스템

電氣使用合理化를 위한 運轉은 주로 運轉원의 판단에 의하여 실시되고 있으며 變壓器의 油溫, 負荷率, 固定溫度 등을 檢査하여 그들 데이터에 서 變壓器의 運轉臺數를 決定하는데, 이를 마이



(그림 2) 負荷效率에 의한 變壓器 效率의 變化

컴 등에 의하여 自動적으로 세밀하게 制御하는 方法이 바람직하다.

나아가 變壓器의 制御를 하는 데 그치지 않고 디맨드 監視制御, 無效電力制御, 自家發電交換 등 電力系統 全体の 器機의 運轉狀態 支障狀態 등을 監視制御하는 시스템이 되어야겠다.

一般的으로 集中 中央監視 시스템이라 부르고 있다. 近年 特高變壓器設置의 대규모화와 설비의 고도화에 따라 복잡하게 된 器機나 시스템의 保守運用을 올바르게 관리하기 위하여 數十個所의 變電所에서의 情報를 중앙으로 모이게 해서 一括 監視하는 集中監視制御 시스템이 필요해지고 있다(표 1).

이 시스템의 實行으로 다음과 같은 효과를 올릴 수가 있다.

- (1) 필요한 情報를 集中시켜 서로의 關聯事項을 整理하고 파악하여 종합적인 판단을 용이하게 하고 최적의 制御를 가능케 한다.
- (2) 器機 및 設置의 效率인 運轉을 가능케 하여 電力使用合理化를 도모할 수 있다.
- (3) 異常時의 조치를 신속 적절하게 할 수 있고 불필요한 전력을 절감할 수 있다.

다. 變壓器의 施設方法 개선에 의한 電氣使用合理化

變壓器의 設計技術向上에 의한 손실의 절감과 機材設備의 개선으로 전기사용합리화의 필요성이 매우 커지고 있다.

近年 變壓器의 大容量化에 따라 冷却裝置의 多樣化, 大型化에 의하여 冷却器의 臺數制御에 의한 손실의 절감이 재검토되고 있으며, 특히 無負荷損에 의한 電力損失은 그 주된 원인이 되고 있다.

電力使用合理化를 위한 改善對策으로서

- (1) 冷却設備의 운전대수제어
- (2) 力率改善用 콘덴서의 施設
- (3) 鐵心材料의 改善

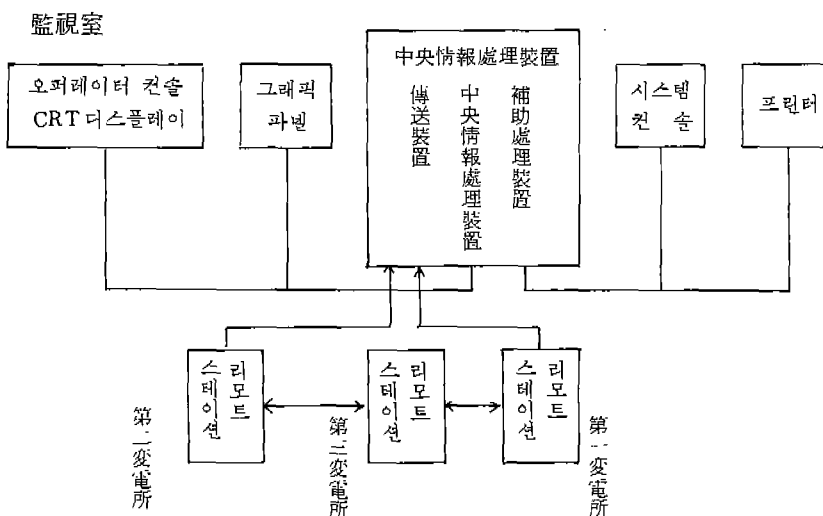
등을 들 수 있다.

라. 負荷 밸런스 改善에 의한 電氣使用合理化

全負荷設備의 에너지 밸런스를 재검토하여 어디에 손실이 있나를 파악한다. 爐設備, 送風設備, 펌프 설비 등은 그 諸元이 비교적 잡기 쉬운데, 機械驅動設備는 그 定格에서의 電動機의 入力과 定格容量과를 비교한다.

이 결과로 에너지 損失이 큰 것부터 대처하여야 하며 個個의 하드뿐만 아니라 시스템 전체를 검토하고 낡은 설비로 손실이 큰 것은 과감하게 更新하여야겠다.

〈표 2〉



機械驅動系 配電系統도 검토하여 容量에 비하여 出力이 적은 것은 設備의 改善이 필요하다고 본다. 또 에너지 傳送經路의 손실도 무시할 수 없다.

### 제 3 절 電動力設備의 電氣使用合理化

일반적인 플랜트에서의 受電端에의 入力電力, 損失 실제의 作業量에 대하여 電動機에 대한 에너지 플로우를 그리는 그림 3 같다.

#### (1) 配電損失

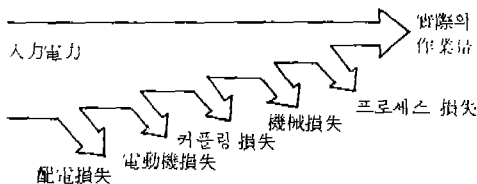
受電端에서 電動機端子에 이르기까지 發生하는 損失로서는 配電線, 變壓器, 配電盤, 리액터, 콘덴서 등에 의한 손실이 있다. 이것은 通常運轉中에 發生하는 負荷損外에 勵磁電流 등에 의하여 發生하는 無負荷損 漂遊損 등으로 되어 있다.

#### (2) 電動機損失

電動機 손실에는 電動機 자체의 損失外에 制御盤의 손실도 포함된다. 간혹 빠트리기 쉬운데 他動電動機의 界磁損失로 主回路에 通電이 안되어도 정지중에 界磁에 通電하는 例가 많고 이 손실에 대하여도 검토의 여지가 있다. 또 他冷電動機의 冷却 팬 驅動電動機의 消費電力 制御盤의 制御回路 손실도 停止時를 포함하여 고려되어야 한다.

#### (3) 커플링 損失

이는 電動機의 軸端과 機械 사이에 존재하는 토크 傳達手段의 損失로서 增減速機, 풀리, 커



(그림 3) 플랜트의 에너지 플로우

프링 등에 의한 것이다. 특히 커플링에는 過電流 커플링, 流体 커플링, 파우더 크런치 등 많은 종류가 있으며, 回轉數에 따라 손실도 크고 變化가 많다.

#### (4) 機械損失

機械 자체에도 入力과 出力(實地作業量)과에 差가 있어 이것이 손실이 된다. 機械는 그 종류에 따라서도 손실도 多種多様하다.

#### (5) 프로세스 損失

機械에서 어떤 出力이 얻어졌다 하여도 그 앞에서 손실이 發生하는 例가 있다. 펌프나 브로어의 配管에서 發生하는 配管損失, 댐퍼나 調節 밸브에서 發生하는 壓力損失 등이 典型的인 예로, 여기서는 便宜上 프로세스 손실이라 부른다.

플랜트에 따라 사용되는 電動機나 機械의 종류가 달라 한마디로 말할 수 없으나 受電端에서의 入力電力에 대한 실제 作業量의 比는 意外로 적어 어느 石油化學 플랜트의 例로는 20% 정도 밖에 안되었다는 報告가 있다. 즉 실제로 80%의 電力이 손실되었다는 것으로 이를 5%나 10% 경감시키면 많은 經費節減이 된다고 본다.

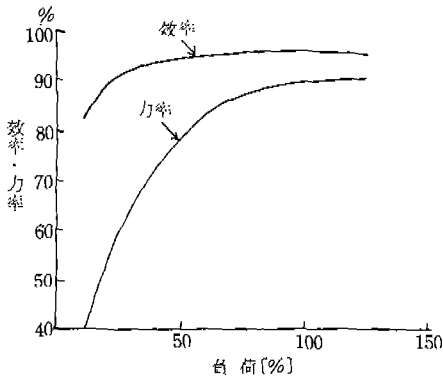
#### 가. 誘導電動機

##### (1) 效率

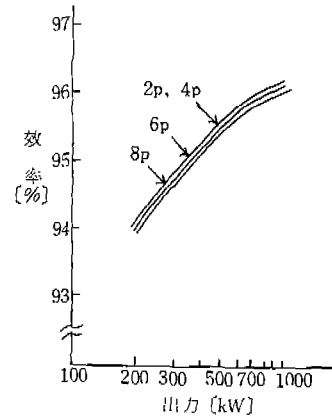
誘導電動機의 效率은  $y = \text{電動機出力} / \text{電動機入力}$ 으로 표시된다. 즉 電動機入力=電動機출력+損失이다. 손실은 다음과 같은 종류가 있어 이들이 熱로서 捲線이나, 다른 部分의 溫度上昇을 일으킨다.

銅損: 一次捲線, 二次捲線에 흐르는 電流에 의하여 發生하는  $I^2R$ 損

鐵損: 鐵心中을 交番磁束이 통과할 때 發生하는 것으로, 히스텔레시스損과 渦電流損으로 이루어진다. 유도전동기에서는 固定子鐵心 기어 및 기어 頭表面損이 대부분이고 回轉子磁束은 거의 直流이기 때문에 무시하여도 된다.



〈그림 4〉 負荷에 의한 特性의 變化의 一例  
(730kW, 6p, 3,300V)



〈그림 5〉 極數에 의한 效率의 一例  
(3,300V 60Hz, 防滴保護形)

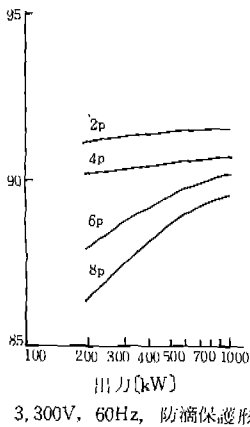
**機械損** : 軸받이 마찰損, 팬이나 덕트 등의 風損, 부러시의 마찰損을 總稱하여 機械損이라 한다. 機械損은 回轉數의 冪乘에 비례하여 증감한다. 低速機에서는 全損失에 占有하는 比率이 적으나 高速機全閉外扇形에서는 큰 比率을 占한다.

(2) 力 率

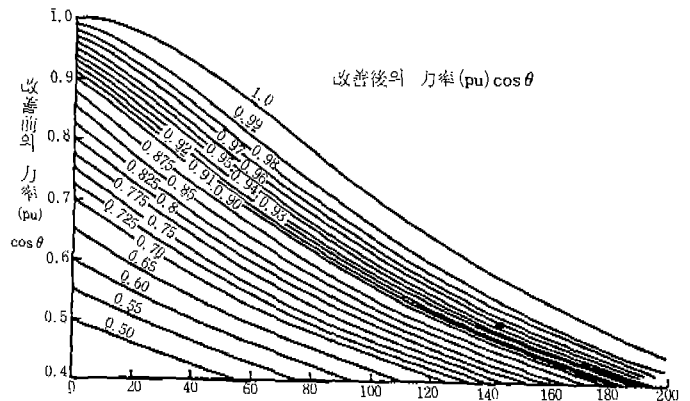
誘導電動機의 力率은 電動機入力[kW]/電動機皮相出力[kVA]로 표시한다. 線間電壓을  $V$  電流를  $I$ , 力率을  $\cos \theta$ , 電動機入力을  $P_i$ 로 하면 力率은

$$\cos \theta = \frac{P_i \times 10^3}{\sqrt{3} VI}$$
 이 된다.

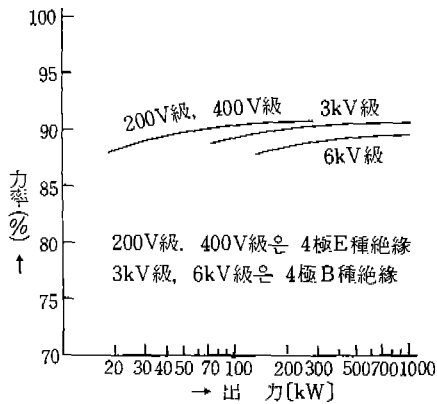
力率도 그림 6 과 같이 定格負荷 부근에서 최대가 된다. 또 그림에 표시하는 바와 같이 極數가 적을수록 높아지고 있다. 따라서 力率이란 點에서도 電動機의 定格과 負荷容量을 합하여 2極 또는 4極의 電動機를 사용하는 것이 좋다. 多極機로 力率이 나쁜 電動機를 운전할 경우 電源側에 進相用 콘덴서를 넣어 力率을 개선하는 것이 바람직하다. 進相用 콘덴서의 容量은 그림 7 에 의하여 求한다.



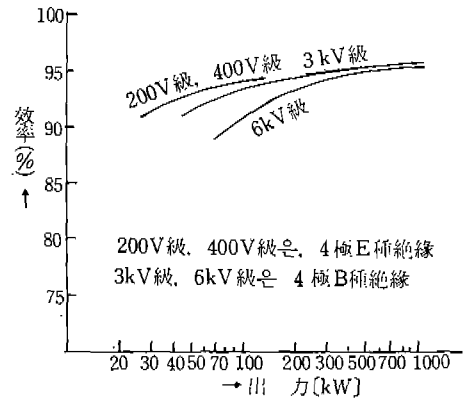
〈그림 6〉 極數에 의한 力率 變化의 一例



〈그림 7〉 콘덴서 容量 (kW 負荷의 %)



〈그림 8〉 三相誘導電動機의 電壓別出力과 力率의 관계



〈그림 9〉 三相誘導電動機의 電壓別出力과 效率의 관계

(3) 電源의 影響

定格條件 이외의 電壓周波數로의 운전은 效率, 力率의 低下를 초래한다. 電動機의 效率, 力率은 定格點의 근처에서 피크가 오는 것이 一般的이기 때문에 定格條件下에 運轉하는 것이 손실의 경감이 된다.

또 三相電源의 不平衡도 電動機의 入力の 증가와 出力의 減少, 效率 力率의 저하를 초래한다. 특히 單相負荷를 三相電源에 걸을 때는 電動機 端子의 電壓이 과도하게 不平衡이 안되도록 配慮하여야 한다.

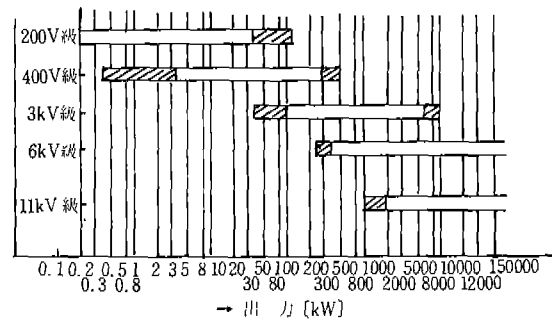
$$\text{電壓不平衡率} = \frac{\text{逆相電壓} \times 100}{\text{正相電壓}} [\%]$$

(4) 電壓의 選定

電動機의 電源으로서 200V 級, 400V 級, 3,000V 級, 6,000V 級, 11kV 級이 主로 사용되는데, 定格電壓을 얼마로 選定하느냐는 電動機의 經濟的 運轉에 크게 影響을 미친다. 電動機의 效率, 力率은 低定格電壓일수록 높아지는 傾向이 있다. 효율, 역률의 定格電壓의 變化에 따른 상이점을 그림 8, 9에 표시한다.

(5) 運轉의 改善에 의한 에너지 節減

運轉의 改善을 위하여는 우선 負荷의 特性, 運



〈그림 10〉 電動機의 電壓別 最適出力의 범위

轉의 조건을 조사하여야 한다.

부하의 특성으로서 토크 특성(定 토크 특성, 低減 토크 특성, 定出力 특성), 負荷의 反抗 토크, 始動 토크, 最大 토크, 負荷 CD<sup>2</sup> 등을 들 수 있다.

運轉의 조건으로서 1日 부하의 時間的 變化, 年間을 통한 계절적 變化, 起動頻繁度, 制動의 有無, 過負荷의 有無 등을 들 수 있다.

改善對策으로서 다음과 같은 事項을 들 수 있다.

(가) 電動機의 起動停止에 의한 空運轉防止

펌프나 送風機 등은 용도에 따라 連續運轉이

필요치 않은 때가 있다. 이런 경우 電動機를 直接 運轉, 停止하는 것이 有利하다. 電動機 起動方法으로서는 直入起動, Y Δ起動, 리액터 起動, 起動補償器, 二次抵抗起動(捲線型일 때), 低周波起動 등이 있다.

籠形誘導電動機를 기동할 때 低周波起動 이외의 起動方法에 있어서는 다음과 같은 문제를 검토하여야 한다.

- ① 起動時的 發熱에 의한 回轉子 導體에 작용하는 熱應力
- ② 起動時的 遠心力 변화에 의한 回轉子 反復應力
- ③ 起動電流에 의한 바, 엔드링에 작용하는 電磁力的 영향
- ④ 起動電流에 의하여 발생하는 熱에 의한 固定子 코일엔드부의 熱應力
- ⑤ 起動電流에 의하여 固定子 코일엔드에 작용하는 電磁力的 영향 등

(나) 動力傳達裝置에 의한 負荷機械의 起動停止에 의한 空運轉의 방지

電動機와 負荷機械 사이의 電力傳達裝置를 조절함으로써 負荷를 起動·停止하는 방법이 있다 그와 같은 動力運轉裝置로서 流体 커플링이 있다. 流体 커플링에 의한 損失은 슬립이 되기 때문에 出力軸의 最高速度는 入力軸의 回轉數보다 數% 낮아진다.

流体 커플링을 사용할 경우, 우선 電動機를 無負荷로 起動하고 最高速度가 되었을 때 油量을 增加시켜 負荷를 起動시킨다.

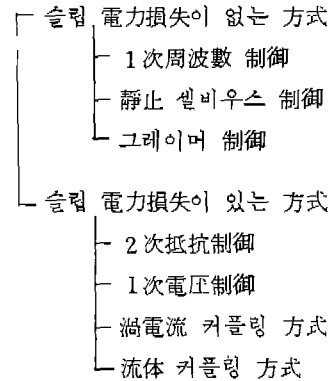
또 電動機를 全速運轉시킨 상태에서 負荷機械를 起動·停止시킬 수 있어 負荷機械의 반복되는 起動停止에도 전동기 수명을 다할 수 있다.

(다) 回轉數制御에 의한 負荷의 調節

送風機 등 操業條件의 변화를 풍량을 줄이기 위하여 變퍼를 조여 運轉하는 경우가 있다. 이 때 變퍼에서 전력의 浪費되기 때문에 대책이 필요하다. 이 대책으로서 回轉數를 제어하여 風量을 조절하는 方法이 있다.

送風機나 펌프와 같은 流体 負荷일 경우 軸動

〈표 2〉 誘導電動機의 回轉數 制御方式



力은 回轉數의 3乘에 비례하여 변화하므로 回轉數를 변동하여 風量을 변화시키는 것이 가장 효과적인 에너지 節減對策이다.

. 〈다음 號에 계속〉

# 電氣使用合理化로 電力不足 극복하자