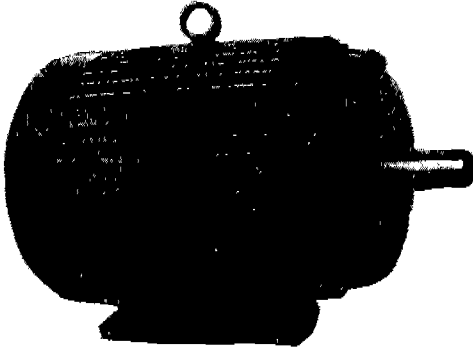


# 電動力設備의 에너지 節減技術



負荷特性에 맞춘  
電動機의 선택방법

## 連續運轉에서의 電動機 容量

金 善 慶 譯

### 1. 電動機의 必要容量과 定格容量

負荷機械를 구동하는 데 필요한 電動機의 용량은 負荷機械가 요구하는 회전수와 토크를 만족하는 出力이면 이것을 필요용량이라고 한다. 그리고 이 電動機를 標準電動機中에서 선정하고자 하면 標準電動機의 시리즈 중에서 정격회전수가 부하의 요구에 맞고 부하 토크를 만족하는 정격 토크를 선택하게 된다. 이렇게 해서 선정된 電動機容量을 부하에 적합한 정격용량이라 한다.

標準電動機의 정격출력은 단계적으로 정해져 있기 때문에 標準電動機中에서 선택하였을 때는 일반적으로 輕負荷로 사용하게 된다. 그러나 회전수는 부하요구에 거의 맞추고 있으므로 輕負荷로 사용한다는 것은 定格 토크보다 낮은 토크로 사용하는 것을 의미하고 % 토크 또는 定回轉數의 경우는 負荷率이라는 말로 표시,

$$(\% \text{ 토크}) = \frac{(\text{부하 토크})}{(\text{정격 토크})} \times 100 \quad (1)$$

이 된다.

예를 들면 定速連續運轉의 목적으로 선정되는

농형 유도전동기의 경우, 부하요구가 1,400rpm 근처에서 9.5N·m의 토크라고 하면 필요용량  $P_o$ 는 다음과 같이 된다.

$$P_o = \left( \frac{2\pi \times 1,400}{60} \right) \times 9.5 = 1,393 \text{ (W)}$$

(1) 標準電動機의 선정조건이 특별하게 부과되어 있지 않으면 4極, 50Hz, 1.5W, 슬립 6.5%의 표준 농형유도전동기가 사용된다. 왜냐하면 이 전동기의 定格回轉數는

$$\left( \frac{120 \times 50}{4} \right) \times (1 - 0.065) = 1,403 \text{ (rpm)}$$

또, 정격 토크는

$$1.5 \times 10^3 \times \left( \frac{60}{2\pi \times 1,403} \right) = 10.21 \text{ (N·m)}$$

가 되어 負荷條件을 만족시킨다.

이때 電動機는

$$9.5 \div 10.21 \times 100 = 93\% \text{ 토크}$$

즉, 負荷率 93%로 운전하게 된다.

(2) 電動機의 선정에 있어서 앞서 기술한 (1)의 조건에 부가해서 「電源電壓이 10% 떨어져도 충분히 연속운전이 가능할 것」이라는 조건이 주

어졌다고 하자.

電源電壓이 10% 정도의 근소한 범위이면 일반적으로는 실용상 그대로 운전하여도 지장은 없으나 例題로서 엄밀하게 생각하면 토크는 감소하여 사용하여야 하며, 1.5kW 電動機에서는 10%의 電壓降下에 대하여

$$10.21 \times (1 - 0.1)^2 = 8.27 [N \cdot m]$$

의 토크 밖에 허용되지 않기 때문에(토크로서 충분히 9.5N·m 낼 수 있으나 過電流가 되어 長時間의 연속운전에 대해 안전하다고는 볼 수 없다) 일단계 상위의 標準電動機 적용이 필요하게 된다.

일반적으로 標準電動機의 정격용량은 1.5kW 위는 2.2kW이고 4P, 50Hz, 2.2kW, 슬립 6%의 것을 선정하게 된다. 이 電動機는

$$\text{定格回轉數} = 1,500 \times (1 - 0.06) = 1,410 [\text{rpm}]$$

$$\text{定格 토크} = \frac{2.2 \times 10^3 \times 60}{2\pi \times 1,410} = 14.4 [N \cdot m]$$

이고 10% 電壓降下가 있어도 충분히 운전이 가능하지만 正規電壓으로 운전하고 있을 때는

$$9.5 \div 14.9 \times 100 = 63.8 [\% \text{ 토크}]$$

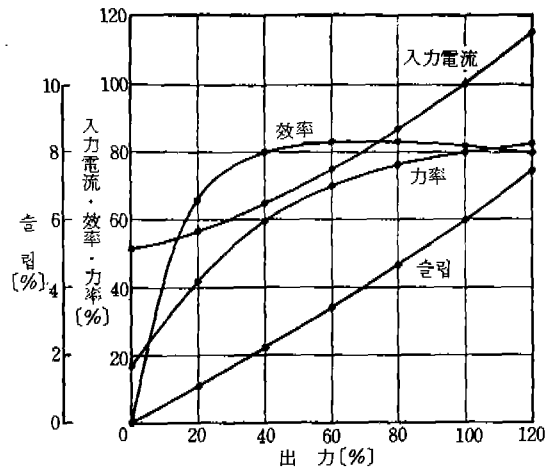
라는 낮은 負荷率로 운전하게 된다.

## 2. 負荷率이 변하였을 때의 電動機의 特性

앞에서 기술한 바와 같이 標準電動機를 그 정격 토크 이외에서 사용하였을 때 電動機의 회전수, 效率 또는 力率 등이 어떻게 변화하는가 생각해 보기로 한다.

三相誘導電動機를 예로 들면 電動機의 試驗成績表에서 그림 1과 같은 出力特性曲線이 그려진다. 그림에서는 세밀한 수치를 읽을 수 없지만 效率은 80% 出力에서 83.5%로 최대이고 60% 出力에서는 83%, 또한 100% 出力(定格)에서 82%를 표시하고 있다.

한편, 力率에 대해서는 最大力率을 얻는 出力이 過負荷상태에서 발생, 定格出力보다 輕負荷가 되는데 따라 악화되는 것을 알 수 있다.



〈그림 1〉 50Hz, 4極, 3.7kW 三相誘導電動機의 出力特性曲線

슬립에 있어서는 당연한 일이지만 定格出力에서는 6% (회전수는 1,410rpm)이고 80% 出力에서는 4.7% (회전수는 1,430rpm), 60% 出力에서는 3.7% (회전수는 1,449rpm)로 증가한다.

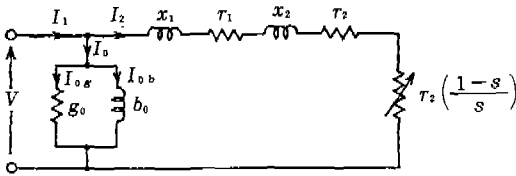
다른 章에서 기술되지만 이와 같이 定格 슬립이 큰 小容量의 誘導電動機로 팬이나 펌프와 같이 負荷動力이 出力의 3승에 비례하는 負荷를 구동하는 경우 슬립이 6%라 생각하였는데 실제로는 4% 가까이 감소하면

$$\left(\frac{1-0.04}{1-0.06}\right)^3 = (1.0213)^3 = 1.065$$

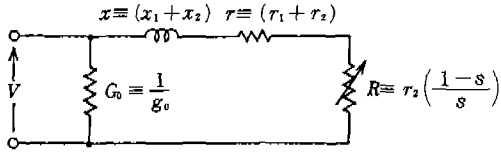
와 같이 6.5%나 負荷가 증대하므로 주의하여야 한다.

이와 같이 電動機의 特性에서 특히 效率에 대해서는 出力을 변화시켰을 때 반드시 最大值가 있다. 最大效率을 얻을 수 있는 出力은 電動機의 설계내용에 따라 상이하므로 그림 1의 3.7kW의 예에서 80% 出力에서 얻을 수 있어도 다른 機種에서는 120% 出力에서 얻을 수 있을지도 모르고 또 같은 4P, 3.7kW에서도 A社와 B社와의 제품은 차이가 있다.

그러나 여하간에 負荷率에 따라 電動機의 效率이 변화하고 어느 負荷에서 最大效率을 얻을 수 있다는 것은 한편에서는 力率의 악화라는 조

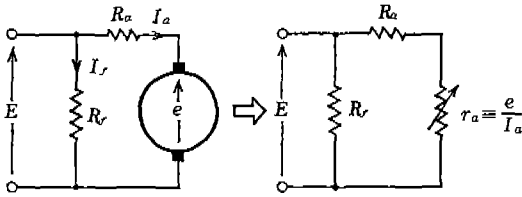


(a) 特性計算의 等價回路



(b) 效率計算의 等價回路

〈그림 2〉 三相誘導電動機 1相의 L形等價回路



〈그림 3〉 分捲直流電動機의 等價回路

전이 수반된다고 하여도工場全体로서 力率改善 콘덴서로 力率이 정상적으로 유지되면 조금이라도 效率의으로 운전하여 에너지 節減을 도모해야 할 것이다. 비록 그것이 1% 또는 0.5%의 效率향상이라 하더라도...

### 3. 負荷의 變化와 效率의 變化

三相誘導電動機의 1相의 L形等價回路는 그림 2 (a)에서 슬립 \$s\$에 의해 機械出力에 상당하는 저항 \$R\$의 변화에 의한 각종 특성이 계산된다. 이 그림 (a)의 電力에 관한 항목을 정리하면 그림 (b)와 같이 되며 1相分에 대해서 電氣의 入力 \$P\_i\$은 下記 (2), (3), (4)式的 合計로

$$\text{鐵損과 機械損에 상당하는 固定損} = V^2 / G_0 \quad (2)$$

負荷電流에 의한 銅損

$$= V^2 r / \{ (r+R)^2 + x^2 \} \quad (3)$$

$$\text{機械出力 } P_m = V^2 R / \{ (r+R)^2 + x^2 \} \quad (4)$$

되므로 이 電動機의 效率 \$\eta\$는 次式으로 표시된다.

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{P_m}{P_i} \\ &= \frac{V^2 R}{(r+R)^2 + x^2} \\ &= \frac{V^2 (r+R)}{(r+R)^2 + x^2 + \frac{V^2}{G_0}} \\ &= \frac{G_0 R}{(r+R)(G_0 + r+R) + x^2} \end{aligned} \quad (5)$$

(5)式에서 \$R\$를 可變量으로 하고 기타를 定數라 하면 效率 \$\eta\$가 最大가 되는 \$R\$의 값은 다음 式으로 주어진다.

$$R = \sqrt{G r + x^2} \quad (6)$$

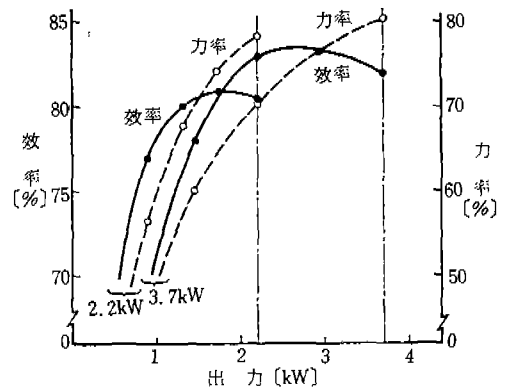
分捲直流電動機에 대해서도 동일하게 等價回路는 그림 3과 같이 되며 直流回路이기 때문에 리액턴스가 없으므로 (6)式의 \$x\$가 0이 되었을 때에 상당하여

$$r_a = \sqrt{R_a R_f} \quad (7)$$

의 조건에서 이 電動機의 효율은 最大가 된다.

이와 같이 電動機의 設計條件에 의해 定해지는 回路定數로 最大效率을 얻는 負荷條件이 구해진다.

그림 4는 同一電源으로 운전하고 있는 4極, 3.7kW와 2.2kW의 電動機 出力에 대한 效率과 力率을 겹쳐서 표시한 것이다. 이 그림에서 단 순하게 效率面에서 주목하였을 때 2.2kW의 負荷를 구동하려면 2.2kW의 電動機를 정격출력으로



〈그림 4〉 3.7kW와 2.2kW 電動機의 負荷率에 대한 效率·力率曲線

로 운전하였을 때 80.5%의 效率인데 대하여 3.7 kW 電動機를 59.5% 出力으로 운전한 편이 83%의 效率를 얻을 수 있고 전자의 損失 533kW에 대하여 후자는 451W와 같이 적고 1,000時間當  $(533-451) \times 1,000 = 82,000 \text{ (Wh)} = 82 \text{ (kWh)}$ 의 節電이 된다. 단, 力率은 3.7kW를 輕負荷로 운전하는 편이 나빠지므로 力率補償方法에 대하여는 따로 고려할 필요가 있다.

#### 4. 定速連續運轉 電動機容量을 정하는 要因

電動機容量은 부하측에서 일정회전수와 일정토크를 부여된 것만으로도 그것을 驅動하는 電動機의 電源變動條件 하나만 더하여도 標準規格의 電動機 容量選定이 대폭적 달라진다. 실제로는 이밖에 負荷側에도 여러가지 조건이 있고 또 여기의 主題인 에너지 節減의 觀點도 포함해서 종합적인 容量選定을 하여야 하겠다.

電動機容量을 정하는 要因의 주된 것을 들면 다음과 같다.

##### (1) 負荷機械의 要求

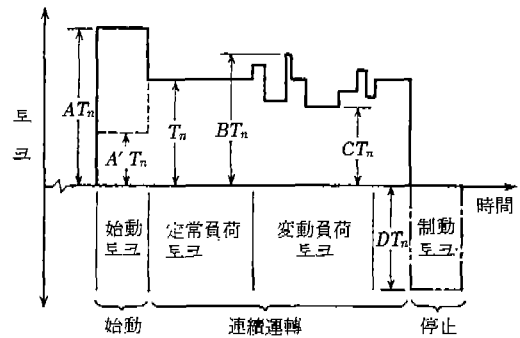
- (a) 連續運轉時의 회전수와 토크는 얼마인가
- (b) 기동 토크는 연속운전시의 몇 % 있으면 되는가
- (c) 연속운전중의 과부하는 몇 %의 크기인가. 또 그 계속시간은 어느 정도인가.
- (d) 연속운전중의 과부하는 몇%의 크기인가. 또 그 계속시간은 어느 정도인가.

##### (2) 電源側의 要求

- (a) 電源電壓의 변동은 正規電壓보다 몇% 바뀌는가. 또 그 계속시간은 어느 정도인가.
- (b) 三相電源의 경우 그 不平衡率은 몇%인가. 또 그 계속시간은 어느 정도인가.

##### (3) 電動機自体의 要求

- (a) 最高效率에 가까운 상태에서 운전될 것.
  - (b) 最高力率에 가까운 상태에서 운전될 것.
- 이들 要因을 종합하여 가장 적절한 電動機容量을 선정하게 된다. 이하, 定速연속운전에 많



〈그림 5〉 連續運轉負荷 토크의 一例

이 사용되는 籠形誘導電動機를 중심으로 설명한다.

##### (1) 負荷機械의 要求 토크란

연속운전하는 負荷라 하여도 起動과 停止가 있으며, 負荷機械가 필요로 하는 토크는 일반적으로 그림 5 과 같이 표시된다.

##### (a) 起動 토크

起動頻度는 적으나 일반적으로 機械를 기동하는 순간에는 각부분의 靜摩擦 토크가 운전중의 動摩擦 토크 보다 크고 따라서 큰 기동 토크를 필요로 한다. 특히 四季節을 통해서 한냉지에서는 冬期에 潤滑劑의 粘度가 높아져 高起動 토크를 필요로 할 때가 있어 負荷機械가 설치되어 있는 장소의 周圍 온도에도 배려할 필요가 있다.

그림에서는 定常運轉 토크  $T_n$ 에 대한 필요 배수로서 係A 數로 표시하고 있는데, 이것이 1 倍로 되는가 또는 1.5倍 또는 2 倍를 필요로 하는가가 上述한 靜摩擦 토크 또는 블로어 등의 高慣性體를 속히 起動시키기 위하여 결정되는 것으로 電動機는 적어도 이 토크를 만족시키지 않으면 起動不能이 된다.

때로는 起動時에 큰 토크를 주지 않기 위하여 電動機가 갖는 토크를 低減하여 기동시키는 방법(그림 5의  $A'T_n$ )이 있으나 이것은 電動機의 기동방식이고 負荷側으로부터의 要求 토크라 하여도 본질적인 電動機容量에 직접관계가 없으므로 생략한다.

## (b) 定常 토크

負荷機械 메이커의 指定値로서 그림 5에서  $T_n$ 으로 표시하고 있다. 연속운전 기간 가장 많이 平均的으로 負荷가 필요로 하는 토크로서, 電動機容量 결정의 기본이 되는 것이다. 이  $T_n$ 의 선택에 있어 負荷機械의 메이커가 지정하는 값에는 設計値에 機械側의 여유를 포함한 값과 後述하는 電源變動 등을 감안하고 다시 또 電氣的인 여유를 포함한 경우의 두가지가 있으므로 어느 것인가를 명확하게 하여 두지 않으면 여유가 중복하게 되므로 주의하여야 한다.

## (c) 變動負荷 토크

電動機容量의 선정에 있어서 문제점으로 부각되는 것이 이 負荷狀態이다. 負荷機械의 운전상태를 장기간에 걸쳐 파악하는 것은 일종의 노우하우로서 그 負荷機械의 메이커만이 풍부한 정보나 데이터를 가지고 있다. 따라서 電動機 메이커가 가지고 있는 電動機의 각종 사용방법, 고유의 특성 데이터와 결합시킴으로써 비로서 적절한 容量選定이 될 것이다.

그림 5에 표시한 變動負荷 토크는 하나의 예로서, 그림에서는 토크 변동의 운전시간이 상당히 길게 그려져 있지만 이것은 보기 쉽게 확대한 것뿐이고 여기서는 電動機의 熱容量에 크게 영향을 끼치지 않는 범위에서 토크 자체를 문제로 하는 단시간의 변동으로 멈추게 하는 것이다.

과대 토크가 장시간 계속되면 平均的 토크  $T_n$  자체를 크게 생각할 필요가 있으며, 輕 토크가 장시간 계속되면  $T_n$ 을 저감할 때도 있을 수 있는 것은 熱的觀點에서 당연한데, 이것은 다른장에서 기술토록 한다.

따라서 여기서 문제가 되는 것은 尖頭 토크  $BT_n$ 이고 係數  $B$ 가 어떤 값이냐에 따라 또는 그때 회전수의 瞬時降下를 어디까지 허용하는가에 따라 電動機의 容量選定에 크게 영향을 주게 된다. 특히 過大 瞬時 토크에 대한 회전수의 瞬時降下에 대하여는 電動機 토크와 이 機械系 全體의 플라이휠 效果( $GD^2$ )를 이용하여 보완하는

것도 생각할 수 있으며 負荷機械의  $GD^2$ 도 용량 선정조건으로서 아울러 고려할 필요가 있다.

## (d) 制動 토크

장시간 연속운전을 하는 負荷로서 電動機側에서 제동 토크를 부여할 필요는 매우 적으나 高慣性의 부하에서는 發電制動이나 回生制動 등 驅動電動機의 특성을 살린 制動停止를 할 때가 있다. 그러나 이와 같이 停止制動이 필요하더라도 일반적으로는 設置電動機가 낼 수 있는 범위의 制動 토크의 경우가 많고 특히 制動 토크가 과다요구이기 때문에 電動機容量을 좌우하는 일은 적으므로 상세한 것은 생략한다.

## (2) 電動機電源의 異常이란

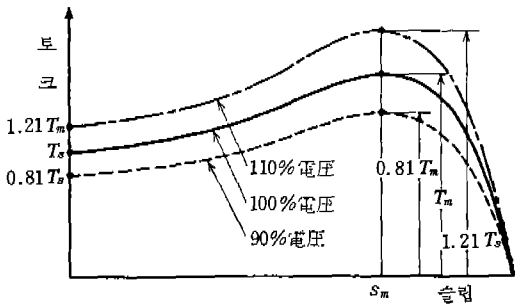
일반적으로 電源은 三相交流이다. 電動機는 일반적으로는 定格電壓, 定格周波數로 운전되고 있을 때 그 성능이 보증되는데 일상 우리들 주위에 오고 있는 配電線은 모든 지점에서의 公稱電壓 유지가 안된다. 따라서 標準電動機에 대해서도 電源電壓의  $\pm 10\%$ 의 변동 및  $\pm 5\%$ 의 周波數 변동에 대하여 실용상 지장이 없이 운전되도록 規格에서 정하여져 있으나 현실적으로는 電壓이 降下하면 電動機가 낼 수 있는 능력이 감소하게 되어 電源異常으로 알고 검토하여야 한다.

電源異常에는 극단적인 停電을 제외하고 電壓變動, 電壓變動의 一種으로서 三相不平衡, 周波數變動의 세가지를 생각할 수 있다.

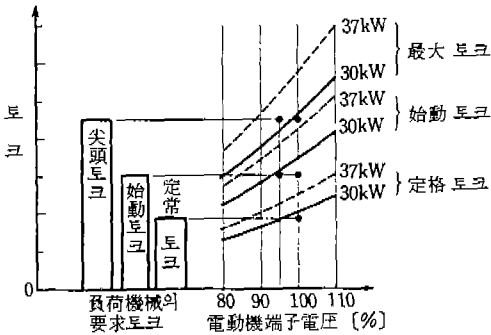
### (a) 電源電壓의 變動

配電用 또는 受電用變壓器의 탭 위치를 부적당하게 선정한 경우를 제외하고 일반적으로 電壓變動은

- (i) 電動機에의 配線이 부적당하기 때문에 負荷에 따라 配線降下가 생긴다.
- (ii) 자기공장은 受電變壓器容量이 적기 때문에 공장내의 다른 器機가 負荷를 받음으로써 電壓降下가 생긴다.



〈그림 6〉誘導電動機 토크의 電壓變動과의 關係



〈그림 7〉負荷토크의 要求에 의한 標準 電動機의 選定 (始動時·尖頭負荷時電壓 5%低下)

(iii) 配電線에서 다른 會社가 操業하면 電壓 降下를 일으킨다.

등이 생각되며, 이의 반대가 電壓上昇이 되어 나타난다. 그러나 일반적으로 이와 같은 원인에 의한 變動은 5%정도 이내인 것이 보통이고 10%를 넘는 경우는 非正常으로서 이러한 것을 고려한 電動機容量을 선정하기 전에 電源對策을 강구할 필요가 있다. 그림 6은 電源電壓이 ±10% 변동하였을 때의 토크 슬립 특성을 표시한다. 또 그림 7은 負荷機械의 要求 토크와 電源電壓의 變動을 포함한 電動機 發生 토크를 併記한 것으로, 30kW와 37kW의 토크 값을 定格, 最大의 3種에 대하여 각기 實線과 破線으로 표시하여 電壓變動이 加해졌을 경우의 定格容量을 어떻게 하느냐를 판단하기 위한 一例를 표시하고 있다.

즉, 定格電壓이 유지되고 있으면 필요용량의

30kW가, 즉 標準電動機 시리즈의 定格容量 30kW가 되지만, 起動時와 尖頭負荷時에 電源電壓이 5% 低下한다고 하면 電動機로서는 한단계 위의 37kW를 선정하지 않으면 尖頭負荷에 견디지 못하는 것이 명백하다.

前述한 바와 같이 定格 토크 근방에서의 운전에서는 약간의 電壓降下에서는 실질적으로 문제가 없으나 起動 또는 尖頭負荷에 대해서는 충분히 查定하여 선정하지 않으면 起動不能이나 尖頭負荷에서 회전불능에 이르는 일이 발생한다.

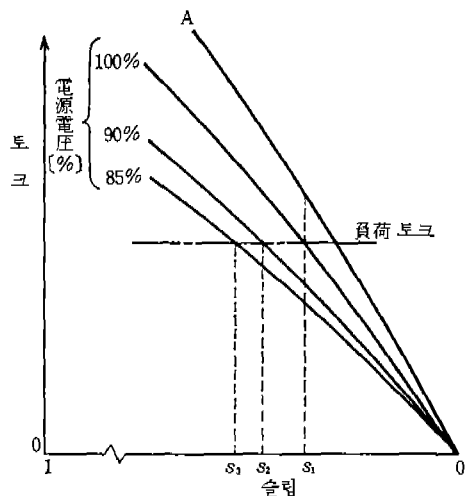
誘導電動機의 發生 토크는 그림 2의 等價回路에서 구해지는 (4)式의 機械的出力  $P_m$ 을 機械的角速度  $\omega_0(1-s)$ 로 나누어

$$T = \frac{3V^2R}{\{(r+R)^2+x^2\}} \cdot \frac{1}{\omega_0(1-s)} \quad (8)$$

로 부여된다. 그러므로 電源電壓  $V$ 가 바뀌면 同一 슬립에서 發生 토크는 電壓의 2乘에 비례하기 때문에 10% 降下하면 19%, 15% 降下하면 27.8%나 감소하게 된다. 負荷 토크가 일정하면 그림 8과 같은 슬립이  $S_1$ 에서  $S_2$ 로 변하게 된다.

예를 들면 正規電壓에서 3%의 슬립이 있다고 하면

$$90\% \text{ 電壓에서는 } 3 \div 0.9^2 = 3.7\% \text{ 슬립}$$



〈그림 8〉誘導電動機 印加電壓의 變化와 슬립

85% 電壓에서는  $3 \div 0.85^2 = 4.15\%$  슬립으로 각각 증대한다(회전수가 떨어진다).

따라서 만일 電壓이 10% 降下하여도 슬립이  $s_1$ 보다 커지면 안되는 조건이 있으면 그림 6의 A 특성을 갖는 電動機를 선정하여야 한다.

(b) 三相電壓의 不平衡

三相電源에서 單相負荷를 취할 때는 各相의 單相負荷가 均等해지도록 계획되지만 현실적으로 不平衡이 될 때가 많으며 變壓器나 配電線에서의 電壓降下가 各相이 다르기 때문에 電動機 端子에서 不平衡 三相電壓이 印加되게 된다. 이 불평형의 정도를 不平衡率이라 부르는데

$$(\text{不平衡率}) = \frac{(\text{逆相分電壓})}{(\text{正相分電壓})} \times 100(\%) \quad (9)$$

로 표시하고 그림 8과 같은 線間電壓을 얻었을 때의 正相分電壓  $V_1$ 과 逆相分電壓  $V_2$ 는 각각 對象座標法에 의하여 다음 式으로 주어진다.

$$\left. \begin{aligned} \dot{V}_1 &= \frac{1}{3} (\dot{V}_{ab} + a\dot{V}_{bc} + a^2\dot{V}_{ca}) \\ \dot{V}_2 &= \frac{1}{3} (\dot{V}_{ab} + a^2\dot{V}_{bc} + a\dot{V}_{ca}) \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

여기서  $a = -\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}$   
 $a^2 = -\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2}$

正相分電壓은 電源과 같은 相順이지만 逆相分은 逆相順이기 때문에 電壓의 값은 낮아도 回轉하고 있는 電動機에 逆相制動을 가했을 때와 같이 電動機의 임피던스가 낮기 때문에 큰 逆相分電流가 흐르게 된다.

이 결과 약간의 電壓不平衡에서도 電動機의 各相 電流가 不平衡이 되고 동시에 어느 相은 과대한 電流가 흘러 定格以下의 出力이라도 過電流가 될 때도 있다.

그림 7은  $V_{ab}=357V$ ,  $V_{bc}=400V$ ,  $V_{ca}=447V$ 로서 圖示하기 쉽게 하고 그 결과 正相分  $V_1=400V$ , 逆相分  $V_2=85.8V$ 와 不平衡率 21.5%이지만 예를 들면 起動電流가 600% 흐르는 電動機를 3%의 不平衡率로 定格負荷를 운전하였을 때 逆相分電流는 3% 電壓에서 逆相印加와 동일하게

$$600 \times 0.03 = 18(\%)$$

라는 큰 값이 되어 이것이 電動機 捲線에 定格電流(正相分電壓에 의한 電流)와 벡터가 合成되어 過電流를 초래하게 된다.

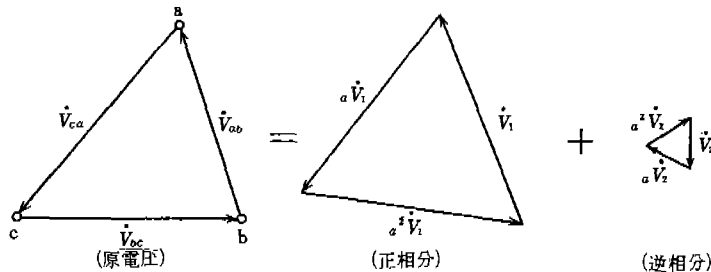
(3) 標準籠形 誘導電動機 자체가 갖고 있는 特性

(a) 規格特性

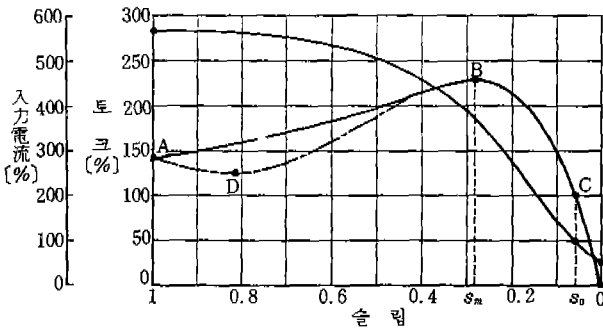
標準電動機는 下記의 項目을 公認규격으로 最低, 最大를 억제하고 있다.

下限直로서 ① 起動 토크 ② 定格出力에서의 效率 및 ③ 力率, 上限直로서 ① 起動電流 및 참고치로서 ① 全負荷電流 ② 全負荷 슬립 ③ 無負荷電流

특히 負荷機械를 구동하는 최저조건으로서 토크에 대해서는 그림 10에 표시하는 바와 같이 起動 토크(A點), 最大 토크(B點) 및 定格 토크(C點)가 규정에 따라 제한되고 있다.



(그림 9) 三相 不平衡電壓과 對象分



〈그림 10〉 슬립 특성곡선

電動機에 따라서는 起動時 最低 토크로서 A→D→B→C의 특성에 표시하는 바와 같이 起動時에 最小 토크의 D點인 것이 있으나 이 토크는 일반적으로 규격의 기동 토크를 충분히 만족시키는 것으로 기동 토크로서는 安全한 편이라고 생각된다.

(b) 固有特性

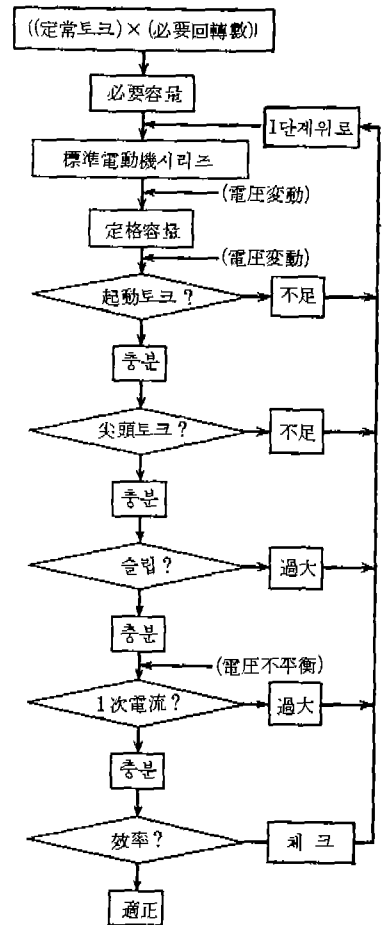
규격에 따라 上限 또는 下限이 제한되고 있어 도 실제의 電動機에는 다소의 여유가 있고 기타 규격화 안된 특성, 예를 들면 ① 最大效率과 그때의 負荷率, ② %負荷에서의 效率과 力率, ③ 最大 토크에서의 슬립  $s$  등이 電動機容量을 정하는 데 필요해진다.

이들의 값은 메이커의 試驗 데이터를 사용하거나 等價回路 또는 回線圖에 의해 구하게 된다.

5. 電動機容量의 총합적인 선택방법

定速度로 연속운전하는 電動機가 負荷를 걸어 熱적으로 포화에 이르는 시간 이상 長時間 運轉되어 가령 起動時나 尖頭負荷로서 정상시보다 과대 토크의 요구가 있어도 극히 단시간은 熱적으로 고려하지 않아도 된다는 조건으로 電動機의 적정용량을 선정하는데 있어서도 前述한 바와 같이 여러 條件이 필요하다.

따라서 電動機容量의 선정에 있어서는 이들 조건을 모두 분석할 필요가 있고 그중에서 標準



〈그림 11〉 適正標準電動機選定순서

電動機를 선정하려면 定常 運轉 토크에 맞는 最小 定格容量을 우선 선정하고 이후는 토크 條件, 슬립 條件, 效率條件을 고려하여 선정하면 1랭크 위의 定格容量을 선정할 수밖에 없다.

따라서 이 順序를 하나의 흐름으로 표시하면 그림11과 같이 된다. 그리고 특히 效率에 중점을 두었을 때 그림 4에 의하여 기술한 바와 같이 效率向上 力率低下라는 결말이 되는 것이 일반적이는데, 이것은 따로 力率改善 콘덴서를 부설하여야 한다. 그러나 실제문제로 콘덴서의 가격도 무시할 수 없으므로 최종적으로 총설비와 에너지 節減化의 저울질을 하게될 것이다.

(다음 호에 계속)