

# “高壓電動機의 種類構造와 選定基準 및 始動制御方式”

## 1. 種類 및 構造

빌딩, 工場等에서 使用되는 高壓電動機는 거의 三相誘導電動機이며 種類는 表 1 과 같이 分類된다.

誘導電動機는 回轉子の 構造에 따라 籠形과 卷線形으로 區別되고 籠形은 또한 슬롯(二次導體를 收納하는 溝)의 形式에서 普通籠形, 深溝形, 高抵抗籠形으로 分類된다.

籠形은 卷線形에 비해 構造가 簡單하고 運轉特性이 좋고 保守가 容易하다는 長點이 있다.

그림 1 은 籠形 및 卷線形誘導電動機의 構造이다. 誘導電動機의 構造는 固定子和 回轉子로 大別되는데 各部의 主要機能은 表 2 와 같다.

또한 回轉子の 슬롯의 形狀은 그림 2 와 같다.

## 2. 電動機의 選定

電動機의 用途는 매우 넓고 各種의 用途에 適合하도록 많은 種類, 形式, 容量의 것이 製作되고 있다. 選定하는데는 그들의 特性을 充分히 考慮하여

그 用途에 對해 가장 좋은 特性이 얻어질 수 있는 電動機를 選定하여야 한다.

電動機의 選定에 있어 다음事項을 체크한다.

- (1) 負荷의 特性
- (2) 電動機의 使用條件(連續, 短時間, 피이크負荷等)
- (3) 設置條件·環境(溫度·濕度·通風·屋內·屋外·化學的분위기·紛塵等)
- (4) 電源條件(容量·結線·配線 굵기·線路 亘長·許容始動容量等)

### 가. 負荷의 特性에 依한 選定

電動機로 驅動하는 機械的 負荷의 特性에 가장 適合한 電動機를 選定할 必要가 있다. 表 3 은 負荷의 特性에 對한 選定例이다. 또한 誘導電動機의 回轉子 構造에 依한 負荷選定例를 表 4 에 提示하였다.

### 나. 使用場所에서의 環境에 依한 選定

電動機는 環境에 따라 外被形式을 選定한다. 表 5 는 選定例이다.

〈表-1〉 誘導電動機의 種類

分類의 種別	電動機의 種類	
回轉子 構造	籠形, 卷線形	
速 度	定速度, 多段速度, 加減速度, 變速度	
外被의形, 通風方式	開放形	無保護形, 保護形, 防滴形, 防沫形, 防滴保護形, 屋外形
保護方式	全閉形	自冷形, 外扇形, 內冷形, 防爆形(安全增, 耐壓), 屋外形
定 格	連續定格, 短時間定格, 反復定格, 公稱定格	



〈표-3〉 負荷의 要求하는 特性和 電動機의 種類

速度特性	負荷의 要求項目	電動機의 種類
定速度	完全히 一定速度를 必要로 하는 負荷	同期 電動機
거의定速度	無負荷에서 全負荷까지 거의 一定速度를 必要로 하는 負荷	誘導電動機, 直流分卷電動機
加減速度	連續的인 速度制御가 必要하지만 設定한 그 速度에서는 無負荷에서 全負荷까지 거의 一定速度를 必要로 하는 負荷	卷線形 誘導電動機의 二次抵抗制御法 卷線形 誘導電動機의 二次勵磁法 (실류부우스式, 그레미式) 直流分卷電動機의 電壓制御法 및 界磁制御法 (워어드레오너드式, 靜시레오너드式) 및 界磁制御法 交流分卷形 整流子 電動機 籠形誘導電動機와 組合한 過電流
多速度	速度를 數段의 段階의 으로 變化케 하며 各段의 速度에서는 거의 一定速度를 必要로 하는 負荷	籠形誘導電動機에 依한 極數 變換法
	負荷가 增加할때는 速度를 낮추어 토크를 增加하며 負荷가 가벼울때는 토크를 減少시켜 速度를 올려 運轉할 것을 要求하는 負荷	直流直卷 電動機 交流直卷 電動機 高抵抗 籠形 誘導 電動機

〈表-4〉 回轉子構造에 依한 用途

籠形	小容量 一般
特殊籠形一種	펌프, 送風機, 空氣壓縮機, 電動發電機, 一般動力
特殊籠形二種	卷上機, 컨베이어, 工作機械, 空氣壓縮機, 壓延用補機
特殊籠形(始動토크 200%以上)	엘리베이터, 織機, 壓延用補機
卷線形(最大토크 160%以上)	펌프, 送風機, 電動發電機, 空氣壓縮機, 一般動力
卷線形(最大토크 200%以上)	卷上機, 크레인, 엘리베이터, 壓延機, 시멘트破碎機, 粉碎機, 고무로울機, 製紙碎木機

〈表-5〉 電動機의 外被形式의 選定

設置場所	環境 또는 目的	損傷의 可能性	選定하여야할 電動機의 形式	設置場所	環境 또는 目的	損傷의 可能性	選定하여야할 電動機의 形式
	普通의 場所 水滴이 떨어지는		保護形·防滴保護形		普通의 場所	絶緣不良	開放屋外形 全閉外扇屋外形

屋	場所		防滴保護形	屋			全閉内冷屋外形	
	塵埃가 많은場所	通風冷却의 阻害에 의한 温度上昇 코일絶緣物의 損傷 軸受의 損傷	全閉外扇形 필터付開放形 全閉自冷形		塵埃가 많은場所	通風冷却의 阻害에 의한 温度上昇 코일絶緣物의 損傷 軸受의 損傷	全閉外扇屋外形 全閉内冷屋外形	
内	腐蝕性가스가 發生하는場所	腐蝕, 絶緣劣化	全閉外扇防蝕形 全閉内冷防蝕形 開放防蝕形	外	腐蝕性가스가 發生하는場所	腐蝕, 絶緣劣化	全閉外扇防蝕形 全閉内冷防蝕形 開放屋外防蝕形	
	爆發性가스 또는 可燃性의 液이나 가스가 發生하는場所	爆發 또는 火災	耐壓防爆形 全閉外扇安全増 防爆形 内壓防爆形 開放安全増 防爆形		爆發性가스 또는 可燃性의 液이나 가스가 發生하는場所	爆發 또는 火災	耐壓防爆屋外形 全閉外扇安全増 防爆屋外形 内壓防爆屋外形 開放安全増 防爆屋外形	
	炭塵其他爆發性 紛塵		사이렌서付 開放形 全閉内冷形		低騒音			全閉内冷屋外形 사이렌서付 全閉外扇屋外形
	低騒音							

#### 다. 電動機容量의 選定

一般的으로 電動機의 效率는 80~100% 負荷에서 運轉함이 좋으며 50% 以下에서는 急激히 低下하여 損失이 많아지므로 그 適正度가 問題이다.

容量의 決定에 있어 자칫하면 電動機의 容量은 安全率을 너무 考慮하여 過大하게 되는 傾向이 있으므로 注意하여야 한다.

#### 라. 電源容量

一般的으로 始動時의 電壓降下는 電動機 端子에서 10% 程度로 보는데 實務的으로는 電壓 降下로 規制되는 경우가 많다.

連續運轉에 必要한 變壓器의 容量은 設置 台數, 不等率, 負荷率, 同時始動台數에 依해 달라진다. 다음式으로 算出하고 이것보다 큰 定格容量의 變壓器를 選定한다.

$$kVA \geq k \sum \frac{P}{\eta \cos \theta}$$

但 kVA : 變壓器容量 [kVA], k : 不等率, 負荷率 同時 始動台數等에 依해 달라지는 係數, P : 電動機 定格出力 [kW], η : 電動機의 效率, cos θ : 電動機의 力率

〈表-6〉 三相誘導電動機의 一次電流의 概數

定格電壓 [V]	一次電流의 概數 [A]
3000	$P [kW] \times \frac{1}{4}$
6000	$P [kW] \times \frac{1}{8}$

또 電動機의 電源用의 變壓器의 V 結線은 電壓不平衡의 點에서 바라직하지 못하다. 또 電動機의 一次電流의 概數는 表6 과 같다.

### 3. 高壓電動機의 始動制御方式

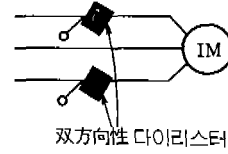
三相誘導電動機의 始動에 있어 問題가 되는 것은 始動電流가 크기 때문에 (全負荷電流의 約 5~7倍) 이로 因한 電壓降下와 그 周邊에 미치는 影響이다.

이와같은 좋지 못한 影響을 避하기 爲해 始動電流나 始動토크를 어느 크기까지 抑制하는데 始動裝置가 必要하다.

始動裝置는 電動機의 種類나 容量에 따라 各種의 것이 製作되고 있는데 誘導電動機用으로는 表7 과 같은 種類的의 것이 있다.

〈表-7〉誘導電動機의 始動法의 種類

籠形	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 直入始動法</li> <li>○ Y-△始動法</li> <li>○ 리액터 始動法</li> <li>○ 始動補償器始動法</li> </ul>
卷線形	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 二次抵抗에 依한 始動法</li> <li>○ 一次 可變電壓始動法</li> </ul>



〈그림-4〉一次變電壓 始動法

가. 籠形電動機의 始動

(1) 全電壓始動

電源 또는 配線에 余裕가 있을 경우 端子에 直接 電源電壓을 印加하여 始動하는 方法으로 가장 簡單한 方法이다.

最近에는 電源容量이 커지고 있으므로 數百 kW의 特殊籠形電動機가 全電壓始動되는 例도 있다.

(2) 스타아 델타(Y-△) 始動

固定子卷線이 △結線의 電動機를 始動할 때만 Y結線으로 하여 始動하고 運轉狀態까지 加速된 後는 卷線을 △結線으로 切換하는 方法으로 이 경우에는 始動電流, 始動토크가 全電壓始動의 1/3로 減少되므로 始動토크가 작은 負荷에 適合하다.

(3) 리액터始動

電動機의 端子와 電源과의 사이에 始動리액터를 挿入하여 始動하고 加速이 끝난後 이 리액터를 短絡시켜 定格電壓으로 運轉하는 方法이다.

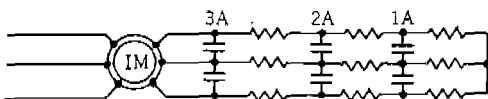
또 高壓電動機에서는 Y接續 一次卷線의 中性點에 始動리액터를 接續할 때가 있다. 이것을 中性點리액터始動이라 한다.

(4) 補償器始動

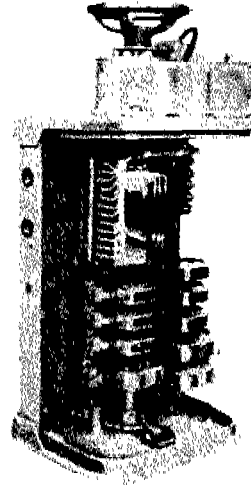
電源側에 三相單捲變壓器를 設置하고 始動時에는 變壓器의 二次側의 低電壓을 電動機에 加하여 始動電流를 抑制하고 加速後, 變壓器를 切離하여 定格電壓으로 切替하는 方法이다.

나. 卷線形誘導電動機의 始動

卷線形 電動機에서는 슬립링을 通하여 二次側에 抵抗器를 接續하고 抵抗의 最大値의 位置에서 徐徐



〈그림-3〉二次抵抗에 依한 始動法

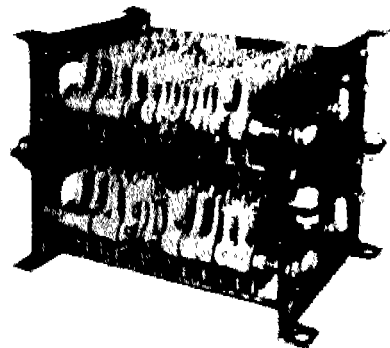


〈그림-5〉籠形 電動始動 制御器 外觀

히 抵抗을 減少시키면서 最後에는 短絡한다(그림3 參照).

始動抵抗器에는 液体抵抗器와 金屬抵抗器가 있다. 液体抵抗器는 炭酸소오다 등의 水溶液中에 電極을 對向시켜 電極間의 距離에 比例하여 抵抗値가 變化하는 것을 利用한 것으로서 金屬製 抵抗器의 抵抗値가 노치切換의 段階의인 것에 比해 連續的이므로 円滑한 始動을 할 수 있다.

卷線形의 始動은 適當한 抵抗値를 選擇함으로써



〈그림-6〉鑄鐵그리드形 始動用 抵抗器 外觀

〈表-8〉誘導電動機 始動方式의 比較

始動方式 比較項目	스타아셀타 始動	리액터 始動	補償器 始動	巻線形二次抵抗始動
回路				
	籠形	籠形	籠形	巻線形
始動時電壓[%]	57.5	50 65 80	50 65 80	100
始動電流 (全電壓100)	33.3	50 65 80	25 42.2 64	18~40等 任意
始動토포크 (全電壓100)	33.3	25 42.2 64	25 42.2 64	80~200等 任意
始動電壓의 變化	始動中 一定	加速과 함께 增加	始動中 一定	始動中 一定
適要 負荷	輕負荷始動의 것	加速과 함께 負荷토포크가 增加하는 것	比較的始動토포크를 要하는 것	重負荷始動으로 始動電流가 特히 制限될 때
經濟 比較 (設備費가 높은 順)	4	3	2	1

※ CB ① : 主遮斷器, CB ② : 리액터 또는 Tr 短絡用遮斷器, CB ③ : 中性點短絡用遮斷器

始動電流를 抑制하고 最大토포크 또는 必要한 토포크를 發生시킬 수 있다.

始動, 停止, 可逆運轉이 頻繁한 경우나 始動에 時間이 걸리는 경우에도 巻線形이 適合하다.

또 一次可變電壓 始動法은 그림 4 와 같이 雙方向性 다이리스터에 依해 一次電壓을 加減하는 方法이다. 表 8 은 誘導電動機의 始動方式 比較表이다.

■ 本項目의 主要事項 ■

(1) 誘導電動機는 回轉子 構造에서 巻線形과 籠形이 있고 籠形은 巻線形에 對해 構造가 簡單하고 運轉特性이 좋다.

(2) 電動機容量의 選定은 過大容量이 되지 않도록 注意한다.

(3) 電動機의 電源用變壓器는 V 結線을 可能한 限 避한다.

(4) 電源變壓器 容量의 算定

$$kVA \geq k \Sigma \frac{P}{\eta \cos \theta}$$

kVA : 變壓器容量 k : 不等率·負荷率·同時始動台數等에 依해 달라지는 係數, P : 電動機 定格出力[kW], η : 電動機의 效率, cos θ : 電動機의 力率

(5) 誘導電動機의 始動方法

- ① 全電壓始動法
  - ② Y-△始動法
  - ③ 리액터始動法
  - ④ 始動補償器始動法
  - ⑤ 二次抵抗에 依한 始動法
  - ⑥ 一次可變電壓始動法
- } 籠形
- } 巻線形

(6) 二次抵抗에 依한 始動法에서는 液体抵抗器를 使用하는 것이 円滑한 始動을 할 수 있다.