技術解說
16—4—1

# E種 또는 B種絕緣電動機의 製作上의 諸問題

鮮宇學永*·朴 仁 鏞**
(Hakgoung Sunwoo, Inyong Prak)

## 1. 序 論

새로운 絕緣材料의 開發이 電動機의 小形 輕量化를 可能하게 하였고 電動機를 小形化하려는 國際的인 움직임이 IEC의 E種絕緣에 依한 또 NEMA의 B種絕緣에 依한 새로운 Frame Size 系列을 制定하게 된것은 發表를 通해서 이미 우리가 다 잘알고있는 事實이다. 이에 따라 世界各國의 電氣機器 製作業者들이 E種 또는 B種絕緣組織에 依한 새로운 Frame Size 系列의 電動機를 製作하게 되었고 지금에와서는 종래의 A種絕緣組織은 標準汎用誘導電動機에서 그 자취를 감추어버리기에까지 이르렀다. 이러한 國外 製作業者들의 새로운 傾向에 호응하여 國內에서도 各 製作業者들이 이 새로운 絕緣組織에 依한 小形化된 電動機의 開發에 힘쓰고있으며 몇몇 製作會社에서는 이미 새로운 Frame Size가 系列化되어 E種 또는 B種絕緣組織을 채용한 電動機가 生産되고있다.

絕緣階級의 變動은 設計條件에 여러가지 變動을 가져옴은 물론 製作工程의 仕樣에도 많은 變動을 불가피하게 한다. 以下 主로 製作方面에서 새로운 絕緣階級의 電動機를 製作할때 特히 고려하여야할點들을 各 工程을 따라가며 검토하고자 한다.

## 2. 構造一般 및 使用材料

三相誘導電動機는 크게나누어 機械構造部分, 磁氣回路部分 및 電氣回路部分의 세 部分으로 나눌수있다. 이들 各部分을 構成하고있는 材料들은 製作方法과 直接的인 關係가 있으므로 우선 E種 또는 B種絕緣組織을 채용함에있어서 各 部分의 構造 및 使用材料의 選擇時에 고려하여야할 點들을 들어본다.

### 2.1 機械構造部分

Frame, 兩端 Bracket, 軸 및 軸受等을 中心으로 機械構造部分을 構成하고있는 材料들은 絕緣階級의 變動에 따라 불가피하게 根本的으로 그 材質을 바꿔야 될 것은 거의 없을것이다. 단지 軸受의 溫度가 回轉에따른 自體의 發熱量에만 依해서 決定되는것이 아니고 軸을 通한 回轉子의 溫度 Frame 및 Bracket를 通한 固定子의 溫度의 영향을 받고 또 이들 回轉子 및 固定子의 溫度는 一般的으로 A種絕緣때보다 높으므로 軸受의 潤滑劑는 이點을 고려해서 高溫의것을 選擇하여야 할것이다.

또 A種絕緣電動機에 比해서 E種 또는 B種絕緣電動機의 許容溫度上昇은 높지만 小形化됨에따라 적은 放熱面積으로 더많은 損失熱을 放散해야하므로 冷却方式을 채용할때 A種電動機때보다 冷却效率이 높은 方式을 채용하도록 할 必要가 있다. 例를들어 가령 閉鎖通風型에서 電動機 內部에 설치된 冷却扇 한個로 電動機의 一端에서 冷却空氣를 吸入함으로써 다른 一端에 설치된 通風口를 通해 冷却시킨 空氣가 自然히 吐出되게한 方式보다는 冷却扇 두個를 使用해서 電動機의 兩端에 설치된 通風口에서 冷却空氣를 吸入하여 Frame 兩側面의 通風口를 通해 吐出하는 또는 冷却風의 方向을 이것과 正反對로한 이른바 Dual Vent 方式이 더 高效率의 方式이되겠고 나아가서는 Hot Spot의 發生을 防止하는 目的에도 合理的인 方式이라 할수 있겠다. 萬一 Die Casting이 可能한 형편이면 獨立된 冷却扇을 設置하는것보다 回轉子卷線과 冷却扇을 同時에 鑄造함으로써 견고하고도 적은부피의 回轉子冷却扇을 製作할수있으므로 風道를 넓혀 冷却效率을 일층 높일수있고 다른 여러 가지特性을 改善하는等 電動機의 小形化가 더욱 쉽게 이루어질것이다.

全閉外扇型에서는 Fin의 數와 크기를 증가시키는 同時에 난잡한 表面을 美化하기 爲하여 이제까지 많이 使用하여 오던 熱不導體인 Putty를 使用하지 않도 록하면 冷却效率을 일층 높일수 있을것이다. 이에따르는 電動機의 外觀問題는 Putty 塗布工程에 所要되던 材料費, 勞賃 및 經費를 鑄作工程에 보탬으로써 정성들인 鑄物을 製作하도록하면 充分히 해결될줄로 믿는다 또 外部扇의 材料로서 이제까지 使用되던 鐵等의 金屬代身 最近 그 限界를 알수없을정도로 發達하고있는 合成樹脂製의 冷却扇을 使用함으로써 輕量化에 호응함은 물론, 電動機의 慣性 Moment를 적게하는 方式도 經濟的인 點이 許容하는限 환영받을 方法으로 생각된다.

### 2.2 磁氣回路部分

主로 珪素鋼板으로 構成되는 磁氣回路部分도 絕緣階級의 變動에따라 불가피하게 材質을 바꿔야 할것은 없다. 絕緣階級의 變動과는 無關한것이지만 最近에는 종

* 正會員：韓永工業技術部次長
** 正會員：韓永工業技術部

래의 珪素鋼板代身에 값이싼 Low Carbon Steel을 使用하는 傾向이다. 그러나 어느쪽이 더 經濟的이냐 하는 問題는 材料費만으로 決定되는것이 아니기 때문에 各製作業者가 獨自의 立場에서 材料費와 함께 自體의 시설을 고려하여 熱處理等의 加工工程에 所要되는 勞賃및 經費를 綜合的으로 검토하여 決定하여야 되고 一般的으로 어느쪽이 더 經濟的이라고는 말할수없다.

### 2.3 電氣回路部分

電氣回路部分은 導電部와 絕緣部로 構成되고 이中 絕緣部는 電氣機器의 絕緣階級을 決定하는 要素로서 絕緣階級의 變動은 絕緣材料의 根本的인 變動을 초래하게된다. 導電部에있어서는 材質의 變動은 없지만 後述하는 바와같이 어느部分은 加工(工作) 方法에 一考를 要한다. (3.2參照)

KS C4004는 E種絕緣을 「E種의 許容最高溫度(120°C)에 充分히 견디는 材料로서 構成된 絕緣」으로 定義하고 B種絕緣을 「B種의 許容最高溫度(130°C)에 充分히 견디는 材料로서 構成된 絕緣. 例를들면 Mica, 石綿 유리섬유等의 材料를 接着材料와 같이 使用된 絕緣을 말한다」로 定義하고 있다. 계속해서 KS C4004의 해설中 「各種絕緣에 使用되는 絕緣材料表」를 보면 各種絕緣에 使用할수 있는 材料들의 例가 들어져 있다. 그中 E種絕緣과 B種絕緣에 使用할수 있는 材料들을 뽑아보면 다음의 表1과 같다.

表 1　　各種絕緣에 使用되는 絕緣材料表　　KS C4004

| 1 | 2 | 3 | 5 | 5 |
|---|---|---|---|---|
| 絕緣種類 | 主副別 | 絕緣材料 | 第3란의 絕緣材料 製造時 使用하는 경우 含浸塗布材料 | 絕緣의 處理材料 |
| E | 副 | 에나멜線用 폴리 우레탄 樹脂<br>에나멜線用 에폭시 樹脂 | 없 음 | 油變性아스팔트 및 油變性合成樹脂바니쉬°, 架橋폴리에스테르樹脂°, 에폭시樹脂°, 보다 高溫에 屬하는것 |
| | | 세루로오스충진 成型品° 綿積層品° 종이 積層品 | 메라민 樹脂, 페놀樹脂 페놀후루후랄 樹脂 | |
| | | 架橋폴리에스테르樹脂, 세루로오스트리아세테이트필림, 폴리에틸렌테레후타렛필림, 폴리에틸렌테레후타렛섬유 | 없 음 | |
| | | 바니쉬 處理폴리에 틸렌테레후타렛크로오스 | 油變性알키드바니쉬 | |
| B | 主 | 유리섬유★°, 石綿°★ | 없 음 | 油變性아스팔트및 油變性合成樹脂바니쉬°, 架橋폴리에스테르樹脂°, 에폭시樹脂°, 폴리우레탄 티유樹脂 |
| | | 바니쉬유리크로오스°, 바니쉬石綿 | 油變性合成樹脂바니쉬 | |
| | | 마이카製品 | 세락, 아스팔트또역청컴파운드°, 油變性合成樹脂°, 알키드樹脂°, 架橋폴리에스테르樹脂°, 에폭시樹脂 | |
| | | 유리積層品°, 石綿積層品°, 鑛物質충진成型品° | 메라민樹脂, 페놀樹脂 | 보다 高溫에 屬하는것 |
| | 副 | 에나멜線用 실리콘樹脂, (1)<br>에나멜 線用폴리에틸렌테레후타렛樹脂. (1) | 없 음 | 同 上 |
| | | 鑛物質충진 成型品 | 架橋폴리에스테르樹脂 | 同 上 |

註 (1) 에나멜線用 실리콘樹脂, 에나멜線用 폴리에틸렌테레후타렛은 보다 合理的인 試驗片에 依한 試驗모타렛트 試驗等의 마그넷트 와이어로서의 試驗에서는 에나멜線用 폴리비닐호루마루보다 약 30~40° 높은 耐無性을 가진다는 것을 알았다. 그래서 이 區分에서는 B種에 넣었음.

〈備考〉 ★인을 붙인 材料는 第5란의 處理를 한경우에 당해 絕緣의 種類에 屬한다고 본다.
○인을 붙인 材料는 日本電氣學會 耐無區分專門委員에서 검토한 結果 당해 絕緣의 種類에 使用하는것을 確認한 것이다.
第2란의 "主"는 널리 인식된 材料, "副"는 一部 경험

적으로 알게 된것임.

그러나 表前의 說明에서는 「어떤 材料를 使用하려하여도 이런 材料들의 性能은 製造方法에 依하거나 材料의 組合方法, 使用條件等에 依해서 變하는 것이므로 아무리 이 分類表에 依한다 하더라도 使用된 材料가 해당하는 絶緣種類에 相當하는가의 여부는 機器製造業者 自身의 責任下에 確認되어야 한다」하여 確實한 規定을 피하고 있다. 또 表를 보아서 알수 있는것과 같이 大部分의 材料가 最近에 發達된 合成樹脂 製品들이다. 따라서 이러한 最新의 材料들을 使用해야 하는 E種 또는 B種絶緣電動機의 絶緣設計者로서는 材料의 選擇을 文獻에만 依할것이 아니라 過去의 경험과 材料 하나 하나의 充分한 試驗研究를 토대로한 綜合的인 판단아래 全體 絶緣組織이 要求되는 電氣的, 機械的 및 化學的特性을 充分히 가지면서 經濟的으로도 만족할만한 材料를 選擇하도록 힘써야 할것이다.

## 3. 製作時 問題點들

機械構造部分과 磁氣回路部分은 B種 또는 E種絶緣을 채용함으로써 電動機가 小形化됨에따라 그 모양이나 設計條件에는 變動을 가져오지만 이들 部分의 部品들을 加工 製作할때의 問題點들은 A種때와 다름이 없을것이다 따라서 主로 電氣回路部分의 工作過程을 中心으로한 製作上의 問題點들을 검토하기로 한다.

### 3.1 絶緣材料의 취급 보관

完全한 絶緣材料는 없다. 萬一 있다하여도 經濟的인 點에서 實用化하기에는 힘들것이다. 電氣機器의 絶緣物로 쓰이는 材料들은 다 한두가지의 弱點들을 가지고있으므로 材料들을 加工할때의 취급 또는 保管할때 이點에 注意하지 않으면 絶緣物로서의 特性을 損傷하거나 나아가서는 못쓰게까지 되어버릴때가있다. 絶緣物을 취급, 保管할때 注意하여야 한다는것은 비단 E種 또는 B種 絶緣材料에만 局限되는것은 아니지만 比較的 생소한 材料들을 취급 해야하는 E種 또는 B種絶緣電動機의 製作者로서는 材料들을 취급할때에도 絶緣材料의 選擇 또는 絶緣設計時에 못지않은 研究와 綜合的인 판단이 必要하다. 다음에서 KS C4004의 해설中에있는 各種絶緣에 使用되는 絶緣材料表에 나와있는 E種 및 B種絶緣材料들의 性能을 고찰함으로써 취급할때 注意하여야 할點들을 검토 하기로 한다.

#### ■A'Cellulose 系

종이, Pressboard, 布 等의 형태로서 電氣機器의 絶緣材料로 많이 使用되는 것으로 機械的强度, 彈性, 유연性 等 絶緣物로서의 좋은 特性을 가지며 무엇보다도 값이 싼 利點이 있다. 그러나 耐濕性, 耐熱性이 弱하므로 B種에는 使用을 禁하고 있고 E種에 使用할 때에는 規定溫度에 充分히 견딜수있도록 또 水分의 영향을 받지 않도록 充分히 乾燥한 狀態에서 適當한 액체 絶緣材料를 含浸할 必要가 있다.

含浸劑로서는 Phenol 樹脂, Melamine 樹脂等이 들어져 있는데 Phenol 樹脂는 Phenol과 포름 알데히드를 主成分으로한 熱硬化性 合成樹脂로서 종래의 天然樹脂보다는 耐濕性, 耐熱性이 우수하다. Melamine 樹脂도 高級 熱硬化性 樹脂로서 耐濕性, 耐熱性이 우수하고 不燃性이라는 點에서 Phenol 樹脂보다 우수하다.

#### B. Polyester 系

Polyester는 Gloycol과 有機酸으로되어있는 高分子化合物로서 三次元的網狀의 分子構造를가진 架橋 Polyester 樹脂는 우수한 電氣的 性質外에 機械的强度가 크고 耐濕性耐알카리性, 耐弱酸性, 耐溶劑性, 耐油性等 絶緣物로서의 우수한 特性들을 구비하고 있다.

Polyethyleneterephthalate는 Polyester의 一種으로서 액체狀의 樹脂로서 Enamel 線用으로 使用되고 섬유狀의 것은 Dacron 布로 또 Film 狀의 것은 Mylar Film으로 알려져 있다. Dacron 布의 含浸劑로 나와있는 油變性 Alkyd 바니쉬는 그리세린과 Phthal 酸 및 乾性油를 主成分으로한 加熱混合物로서 適當한 溶劑에 녹인 熱硬化性 바니쉬이고 耐熱性, 耐濕性이 종래의 天然樹脂바니쉬보다 우수하다.

#### C. Glass 섬유

1930年代부터 完全히 實用化하기 始作한 유리섬유는 機械的强度가 크고 不燃性, 耐熱性, 非吸濕性, 化學的安定性等 우수한 特性들을 구비하고 있는 絶緣材料이다 그러나 이 유리섬유 單獨으로는 그 두께에 해당하는 간격絶緣(Spacing Insulation) 역할밖에 못하므로 絶緣壁을 만들어 주기 爲해서는 樹脂로서 處理할 필要가 있다. 따라서 이 유리섬유로 된 絶緣材料의 特性은 處理한 樹脂에 依해서 決定 된다. 또 이 Glass 섬유의 弱點은 만모性이 큰點이다. 따라서 이것을 導體絶緣의 目的으로 銅線에 감을때 또는 布 等으로 직조할때에는 適當한 潤滑劑를 塗布할 必要가 있고 이 潤滑劑는 後에 樹脂處理를 할때 處理를 방해하지 않는것을 使用하여야 한다.

#### D. 石綿

唯一의 섬유質 鑛物로서 여러가지 電氣絶緣物로서의 長點을 가지고 있으나 吸濕性이 큰것이 弱點이다. 따라서 水分의 영향을 받지 않도록 充分히 乾燥한 狀態에서 액체 絶緣物로 含浸處理할 必要가 있다.

**E. Mica 製品**

마이카 單獨으로는 電動機의 絶緣物로 使用할 任意의 모양으로 加工 또는 製造하기가 곤난하므로 여러가지 接着劑를 함께 使用하게된다. 여기 接着劑로 使用되는것을 表에 들어져 있는데 이들中 세락(Shellac)은 알콜에 녹는 天然樹脂로서 熱硬化性이다. 알콜에녹여서 소위 酒精바니쉬로 使用하므로 油가 포함되어있지 않다. Mica는 油에對해서 弱한데 이는 기름이 Mica 層間에 침투해서 그 사이를 分離시키기 때문이다. 따라서 마이카製品을 使用할때 또는 製作할때 이點에 注意하여야 한다. 또 마이카는 酸中에서 硫酸에 弱하다.

**F. 織物質충진 成型品**

石綿, 유리섬유 等을 基布로한 合成樹脂成型品 또는 마이카의 분말을 合成樹脂와 함께 섞어서 加熱加壓한 成型品으로서 maker에따라 固有의 商品名(Micarta)等으로 알려져 있다. 種類에 따라서는 이들을 加工할때 생기는 먼지가 人體에 대단히 해로운것이 있으므로 이들을 加工하는 作業場에는 充分한 환기시설等 作業者의 보호대책이 강구되어야 한다.

**G.** E 種 또는 B種에 使用되는 各種 Enamel 線의 機械的, 電氣的 熱的 및 化學的 特性들을 參考로 들어보면 다음의 表2와 같다.

表 2 **各種 Enamel 線의 特性表**

| 項目 / 線種 | 機械的特性 ①摩耗性(回) | 可塑性 | 密着性 | 電氣的特性 絶緣破壞(KV/0.1mm) | ②耐濕性 | 熱的特性 熱軟化性(°C) | ③熱衝擊性(135°C) | ④熱劣化性 | 耐溶劑性 개소린, 벤젠 Solvent naphtha | 아세톤 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Polyurethane 線 | 25—40 | 良 | 良 | 8～14 | 優 | 230～260 | 5倍 OK | E | 優 | 可 |
| Epoxy 線 | 25—40 | 良 | 良 | 8～12 | 優 | 230～270 | 2倍 OK | E | 優 | 可 |
| Polyester 線 | 30—60 | 優 | 優 | 10～14 | 優 | 260～310 | 2倍 OK | B | 優 | 可 |
| Silicone 變 | 30—50 | 良 | 優 | 8～14 | 良 | 280～320 | 1 OK | B | 優 | 可 |

註 ① 1.0φ의 線을 600gr의 荷重으로 문질렀을때의 回數.
② 絶緣抵抗으로 比較했을때
③ 0.9φ의 線을 表에 表示된 倍數의 丸棒에 감은 後 135°C에서 1時間加熱한 다음 피막에 균열이 없을때
④ JEC 147「電氣機器絶緣의 種類」에 規定된 絶緣階級.

**3.2 結 線**

卷線作業의 마지막에 結線을 끝내고 普通은 납땜을 한다. 口出線을 卷線에 連結할때 또는 端子를 口出線端에 붙일때에도 普通은 납땜을 한다. 그런데 납땜할때 使用되는 땜납(Solder)은 完全한 固體로 되는 溫度가 상당히 낮다. 즉 그림1의 Pb-Sn 狀態圖에서 알수있는것과같이 Sn91.9%에서는 MP(Melting Point)가 183°C 밖에 안되고 市販하는 땜납中 Soldability가 比較的 높은것은 Sn이 40～50%의 것으로 이때의 MP는 230°C 정도로 약간 높지만 完全한 固體가되는 固狀線은 역시 183°C의 線에 있다. E種 및 B種絶緣의 許容最高溫度는 120°C 및 130°C로 各各 規定되어 있으므로 이들 許容最高溫度와 固狀線溫度와의 差異는 E種에서는 63°C, B種에서는 53°C 밖에 안되는데 電氣的인 連結點들은 Hot Spot가 될 가능성이 제일 높은 部分으로서 납땜한 狀態 또는 땜납의 材質等에 따라서 電氣抵抗이 커져서 局部的으로 規定溫度 以上의 溫度에 까지 達할 우려가 있다. 따라서 이제까지 適用하던 납땜方式이 E種 特히 B種絶緣組織에서는 再考를 要하게 된다.

납땜外에 電氣的 連結點을 만드는 方式은 여러 가지가 있겠지만 우선 Brazing 合金(Phos Copper 等)을 使用한

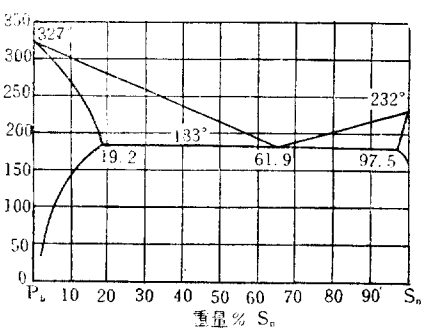


**그림1. Pb-Sn 狀態圖**

酸素 Accetylene 熔接을 들수 있겠다. 一般的으로 Brazing 合金들은 땜납보다 값이 비싸고 이 作業을 爲해서 시설에 투입되는 비용도 약간 크다. 그러나 납땜에 比해 材料의 消費量이 적고 Flux가 必要없으며 連結할 部分의 導體絶緣을 미리 제거하는 수고가 必要없고 또 連結點의 부피가 적어지며 完全하고도 確實한 連結點을 만들수 있다는等의 여러가지 利點을 생각하면 결코 非經濟的인 方法이라고 생각할수는 없다. 한가지 注意할

點은 酸素 Accetylene 불꽃은 반드시 中性 내지는 酸化性 불꽃으로 熔接해야 한다. 不完全연소狀態인 환원性 불꽃으로 熔接하면 도중에 딱딱한 銅의 Pitch가 생기게 되고 이것은 絶緣物 또는 導體에 나쁜 영향을 주게된다.

또 다른 하나의 連結方法으로서는 美國의 AMP 會社等에서 製作되는 工具를 使用한 Crimping 方式이다. 즉 接續子에 서로 連結하려고 하는 두 導體를 끼우고 工具로서 이 接續子를 內部의 두 導體와 함께 壓着시키는 方法으로 납땜에 比해 여러가지 利點이 있으나 接續子가여러가지 規格의 것이 必要한데다가 이들이 國產化되어있지 않다는 點이 不利하다 단 이 工具를 使用해서 端子를 口出線端에 붙이는 方式은 납땜 또는 Brazing에 比해서 加熱할 必要가 없기 때문에 作業이 간단하고 機械的 强度가 크며 外觀이 아름답다는 點等여러가지 利點이 있다.

### 3.3 바니쉬處理·乾燥

바니쉬는 乾性油와 天然 또는 合成樹脂를 主成分으로 한 加熱 混和物로서 電氣機器를 處理할 때에는 作業條件에 알맞는 濃度 및 粘度를 유지하기 爲하여 이것을 適當한 溶劑로 稀釋하여 使用한다. E種 또는 B種絶緣을 채용하게 되면 따라서 바니쉬도 A種絶緣때 보다 耐熱性이 높은 高溫의 것을 使用하게 되는데 一般的으로 耐熱性이 높은것일수록 여기에 使用되는 稀釋劑도 溶解力이 큰것을 使用하게 된다.

稀釋劑의 溶解力이 커지면 處理中에 各部의 絶熔材料에 미치는 영향도 달라지게 되므로 絶熔材料를 選擇할 때 이點도 고려해야함은 물론이고 作業中에 여러가지 異質物들이 더 많이 또 더 빨리 溶解되어서 處理 **Tank** 內에있는 바니쉬에 섞이게 되므로 바니쉬의 變質을 촉진하게 된다. 따라서 處理 Tank 內의 바니쉬를 깨끗하게 유지하기 爲한 作業환경의 청결, 處理할 機器의 前處理, 處理方法의 改善等 일층 세심한 注意를 기울이지 않으면 안된다.

또 바니쉬가 달라지면 乾燥溫度도 달라지게 된다. E種 또는 B種絶熔에 使用되는 바니쉬들은 거의 다 熱硬化性으로서 內硬化溫度가 어느 범위를 가진다. 이범위內에서 乾燥溫度를 높일수록 乾燥時間은 짧아진다. 그러나 乾燥溫度의 最高許容値는 바니쉬 自體의 仕樣만으로 決定되어서는 안되고 全體 絶熔組織에 使用된 各絶緣材料의 熱衝擊持性을 고려해서 決定되어야 한다. 一例로 E種絶緣을 채용한 電動機에 Polyurethane 絶緣線을 導體로 使用하고 다른 絶緣物들은 다 이 Polyurethane보다 熱충격性이 强한것을 使用하였다고 하면 이 電動機의 乾燥溫度上限은 다음과 같이 決定된다.

表2에서 Polyurethane 線의 熱衝擊性을 보면 直徑 0.9 의 즉 試片을 5倍의 直徑 4.5mm$\phi$의 丸棒에 감은 狀態에서 135°C—1時間의 熱衝擊에 견디는 것으로 나와있다. 實際 卷線作業中에 이 Polyurethane 線이 받는 機械的 應力은 表2의 試驗方法에서 받은 機械的 應力보다 크며 乾燥時間도 1時間以上 일때가 普通이므로 乾燥溫度는 135°C보다 낮은 溫度(例를들어 120°C~125°C) 以下로 제약을 받는다. 또 乾燥溫度는 最少限 바니쉬의 內部硬化가 可能한 溫度以上이 어야한다. 이 溫度는 바니쉬 製造業者의 仕樣에 依해서 決定된다.

## 4. 結 論

電氣機器의 回轉機中에서 그 構造가 가장 간단하다고 알려진 三相誘導電動機를 製作할때에도 우리의 現實에서는 아직 해결해야할 問題들이 있다. 더우기 電動機를 改善코저 할때에는 各製作業者의 특수한 사정과 결부된 여러가지 問題들이 해결되어야 한다.

以上에서는 主로 電動機의 絶緣階級을 A種에서 E種 또는 B種으로 變動했을때에 問題될만한 點들을 몇가지 들고 이들의 解決方法을 검토하여 보았다. 이 밖에도더 많은 問題들이 있고 以上에 든 問題에 對해서도 더좋은 또 더 經濟的인 解決方法이 있을줄 믿는다. 이러한 點에서 本稿가 매우 빈약한 것인줄 알면서도 電動機製作에 關係하고 계시는 분들께 혹시 參考가 될까 하여 내어놓는바이다.

### <參 考 文 獻>


(1) 韓國工業規格.

(2) The American Society for Metals 發行 Metals Handbook (p. 1238)

(3) G.L. Moses; Electrical Insulation.

(4) 日本電氣學會 마그넷트와이어專門委員會編 : 合成樹脂, 에나멘線, 코로나社 發行

(5) 李承院 : E種絶緣 誘導電動機의 設計, 大韓電氣學會誌 16卷 2號.