

# 産業用電動機의 技術動向

金 東 相  
(利川電機工業(株)專務理事)

■ 차 례 ■

- |           |                 |
|-----------|-----------------|
| 1. 序 論    | 3. 最近 誘導無動機製作경향 |
| 2. 材料의 發達 | 3.1 저압 전동기      |
| 2.1 철심재료  | 3.2 중 대형 고압 전동기 |
| 2.2 導電材料  | 4. 直流機의 製作경향    |
| 2.3 絶緣材料  | 5. 結 論          |

## 1 서 론

電動機가 發明된 後 産業文明의 급격한 發展과 더불어 그 用途가 폭발적으로 늘어나 一般産業設備를 비롯하여 上·下水道, 農業用水, 가정용 전기제품, 컴퓨터, 심지어는 완구에 이르기까지 사용되지 않는 곳이 없을 정도라고 할 수 있다. 85년도 추계로는 直流機를 포함하여 各種 産業用 電動機가 金額 기준으로 65,750,000 (千원)원상당이 國內에서 製作되었고 年평균 20%의 꾸준한 증가를 기록하고 있다. 그외에 특수형이라는 명목으로 수입되고 있는 物量까지 합하면 상당한 량이 國內에서 需要되고 있음을 알 수 있다. 특히 電動機의 큰 需要國인 美國에서 電動機 産業이 사양화되고 있고 日本의 “엔”화 가치 상승에 따른 輸入 政策에 힘입어 우리 나라 電動機 産業은 輸出 面에서도 전망이 대단히 밝다고 確信한다.

電氣機械 工學界에서는 일찍부터 電動機에 관한 理論을 정립하고 合理的 設計方法을 體系化하는 등 學者들이 심혈을 기울여 研究의 성과를 올린 바 있다. 最近에는 有限要素法을 이용

하여 鐵心의 磁束分布, 機械內의 溫度分布等を 分析하여 그 結果를 設計에 利用하며 특히 材料의 發達을 設計에 반영하는 등 새로운 局面에서 電動機를 研究하고 製作方法을 發展시키고 있는 것이다.

특히 最近의 動向은 Energy 절약을 위하는 추세에 따라 電動機의 效率를 높이는데 많은 成果를 얻고 있으며 變速 運轉方法 發達에 따라 負荷의 效率의 運轉을 통한 Energy 절감에도 크게 성과를 올리고 있다.

우리의 생활 환경 개선과 공장의 환경개선 등의 요청과 相對機械의 高級化에 따라 電動機도 저소음, 저진동형을 강력히 요구하고 있는 형편이며 工場의 가동율제고, 인건비의 상승등은 電動機도 간편한 Maintenance로 족하도록 요구하고 있는 실정이다.

앞으로 電動機에 使用되는 磁性材料, 絶緣材料가 더욱 발달한 것으로 기대되어 小形輕量化된 보다 良質의 電動機가 저렴한 가격으로 생산될 것이다.

요컨대 販路가 있고(市場이 있고) 製品의 品質을 높일 수 있는 技術力이 있기 때문에 우리는 電動機 製作技術을 더욱 발전시켜 앞으로 有

望産業으로 育成해 나가는데 온힘을 기울여야 될 것이다.

## ② 材料의 發達

電動機의 主材料로 鐵心材, 導電材, 絶緣材, 構造材를 들 수 있다. 材料의 발달은 전동기에 직접 영향을 주게되며 여기서 각 재료별로 발달내용을 생각하기로 한다.

### 2.1 철심재료

전기강판은 투자율이 높고 높은 자속밀도에서 포화되며 철손이 적을 수록 좋은 것이다. 가공을 위하여 적당한 경도가 필요하고 높은 기계적 강도도 필요하다. 좋은 전기강판을 사용함으로써 무부하 전류가 줄어져 역률이 향상되고 철손이 적어져 효율의 향상과 전동기의 온도상승도 낮아져 보다 소형으로 기계를 설계할 수 있게 된다.

전기 강판으로는 초기에는 열간압연 규소강판(규소함량 1.2~1.5%)을 사용하였으나 냉간압연기술의 발달로 현재는 무방향성 냉간 압연강판이 주로 사용되고 있다. 열간압연 제품이 판상인데 반하여 강대형 이어서 연속가공이 가능하고 표면이 대단히 평활하고 표면은 무기질 절연피막 처리를 하였으며 두께도 거의 일정한 장점이 있다.

전동기 설계시 채용하는 자속밀도도 15,000 Gauss 정도로 열간 압연제품인 경우 12,500 Gauss (이상은 실예로 든 것임)보다 20%를 높여 잡고 있다. 강판 가공시 가공 단면에 발생한 Stress는 鐵損增加의 原因이 되므로 800℃ 溫度의 질소 분위기에서 熱處理하여 풀어 주어야 한다.

最近에는 규소 합금이 아니고 탄소함량이 극히 낮은 순철계 전기 강판이 개발되어 주로 소형전동기 제작에 사용되고 있으며 증가 추세에 있다. 순철계이므로 자성특성이 대단히 우수하며 철손을 낮출 목적으로 약간의 인(P)을, 경년변화를 줄일 목적으로 미량의 망간(Mn)을 첨가하고 있다.

이 강판을 Maker에서 Full 소둔하면 경도가 Hv60로 되어 전동기 Maker에서 가공이 어려워

이를 보완하기 위하여 압연후 열처리를 안하고 높은 온도하에서(Hv130정도) 전동기 Maker 로 보내지며 전동기 Maker는 편칭가공 후 Stress 제거 소둔을 겸한다. 그리고 소둔의 냉각과정에서 수증기를 이용하여 철심표면에 Blueing 처리( $Fe_2O_3 \cdot Fe_3O_4$ 로 형성된 일종의 표면 절연 피막 처리임)를 함으로써 1석3조의 효과를 얻을 수 있어 약10%의 원가절감효과를 얻을 수 있게 된다. 이 순철계 강판은 그 가공과 처리에 많은 노-하우를 갖고 있으며 F23급의 성능까지 가능한 것으로 발표되고 있다.

전동기의 무부하손은 철심에서 열의 형태로 발생하는 철손, 전동기 냉각을 위하여 필요한 풍손, 베어링, 기타에서 발생하는 기계손으로 대별된다. 그 중 철손의 비중은 총무부하 손의 약40% 정도로 규격 효율에 미치는 영향은 생각보다 적다고 할지 모르나 기계의 온도상승에 직접영향을 미치게 되므로 주시하여야 될 것이다.

最新 鐵心材로서는 新素材로서 非晶質 鐵心材의 開發이 활발한 바 아직 實用단계까지는 약간의 기간이 必要할 것이다.

### 2.2 導電材料

電氣機械의 導電材料로서는 오래전부터 純度 높은 銅線이 使用되어 왔으며 앞으로도 使用될 것이다. 문제는 보다 순도 높은 銅을 만들고 丸線이나 角線으로 加工 後 充分한 熱處理를 통하여 最大의 導電特性을 얻는 方法인 것이다. 現在 순도상으로는 99.99%의 동이 생산되고 있으나 後處理를 잘못하면 소기의 도전율을 못얻는 수가 있다. 導電率은 길이1m, 단면적 1mm<sup>2</sup> 표준변동의 저항이 1/58Ω(온도20℃)인 바 이를 100%하여 比較한 백분율값인 것이다.

銅線은 用途에 따라 各種 Varnish Coating, Yarn Covering, Mica Tape Covering, Paper or Tape Covering하여 코일로 使用하게 된다. 丸線 Enamel線은 中小形 低壓 電動機에 使用되며 초기에는 油性Enamel線을 使用하였으나 高分子化學의 발달에 따라 PVF(A종), PEW(E, B종) Epoxy線(B종), AIW(F종), Poly Imid線(H종)等 耐熱性이 좋은 에나멜선이 생산되고 있다. 高

壓電動機에는 機械의 절연계급에 따라 角線에 Polyester Yarn 또는 Glass Yarn을 2중 피복하여 사용하며 Yarn을 공작도중 보호하고 絶緣性を 높이기 위하여 絶緣階級에 該當한 Varnish를 처리한다.

籠形電動機에서 回轉子코일은 銅바-를 使用하나 起動回轉力이 특히 많이 要求되는 경우는 黃銅製의 바-를 使用 할때도 있다. 製作 工程의 단축과 原價절감 목적으로 중형 이하에서는 알미늄 다이캐스트형 회전자기 많이 사용되고 있다. 기동회전력을 높일 目的으로 저항이 높은 합금형 Al을 使用할 때도 있다. 합금형 도체를 사용할 경우 電氣抵抗特性에 主力한 나머지 機械의 特性을 소홀히 하여 후에 切斷 Crack等 事故原因이 되는 경우가 있으므로 주의를 요한다.

籠形 回轉子에서 導體表面은 絶緣處理 없이 Slot에 삽입되므로 Slot Combination, Slot벽면의 絶緣상태, Rotor表面상태 등에 따라 간단히 分析이 어려운 原因 不明의 現象이 생기는 수가 있어 계속 연구가 必要하다 하겠다.

### 2.3 絶緣材料

電動機는 加工된 鐵心 Slot에 Random (저압) 또는 Formed coil(고압)의 형태로 coil을 삽입하게 된다. Random coil의 경우는 Slot cell로 절연한 다음 coil을 삽입하고 Formed coil의 경우는 coil 자체를 충분히 絶緣한 다음 그대로 삽입하게 된다.

絶緣物은 電動機의 電壓 絶緣階級에 따라 선정된다. 초기의 A종 전동기에서는 저압의 Slot cell로서 Craft Paper & Varnished Cloth를 使用하여왔으나 1950年代 부터 Polyester film이 사용되면서부터 저압전동기는 E종 또는 B종으로 제작되기 始作하였고 外形도 30% 이상 줄어졌다. 現在는 Nomex Paper가 使用되면서 電動機도 F종으로 바뀌는 추세이며 다시 30% 가까운 Size Down이 이루어지고 있다. kapton film을 사용한 H種 電動機도 많이 제작되고 있으나 주위 온도가 높은 특수용도에 주로 사용된다.

高壓 電動機에서도 종전의 A종은 Mica Paper, Varnished Cloth를 主絶緣物로 使用하여 絶

緣한 후 Asphalt系 compound를 加熱液化하여 眞空加壓含浸後 Moulding 工程을 통하여 Coil을 成形하고 絶緣場内の void를 없이 한다음 Slot에 삽입하였다.

최근에는 천연 마이카를 미세분말로 하여 만든 집성마이카로 주 절연을 하고 각종 무용제 Varnish로 함침 처리를 하는 방법이 사용되고 있다. 이 절연방법은 Maker 별로 각자 나름의 특유 절연방법을 갖고 있으며 몇가지 예를 들면 다음과 같다.

[예 1] 성형된 코일全面을 半경화 集成마이카 테-프로 면밀히 절연한 다음 수축형 Epoxy 수지 Tape를 치밀하게 감고 規定溫度에서 curing 한다. 이때 coil은 수지 Tape의 수축성 때문에 견고히 조여지고 테-프는 이음매 없이 Tube형으로 점착되어 절연성이 훌륭할뿐 아니라 완전 방수 절연이 되어 추후 습기에 의한 절연저하 염려가 전혀없다. 6KV電壓으로 B, F. 중에 적용된다.

[예 2] 성형된 코일全面을 집성 마이카 테-프로 면밀히 절연한 다음 무용제 바니쉬를 진공가압 공정을 통하여 함침하고 熱板으로 加熱加壓 成形하는 것이다. F중에 해당되며 30KV 급 코일까지 적용 가능하다. 이와 같이 제작된 코일은 절연층내에 Void가 전혀 없어 電氣의 壽命이 길고, Heat cycle에 대한 耐力이 우수하고 機械의 強度가 높아 운전중 발생하는 電磁力에 대한 耐力이 강한 특징을 가졌다.

[예 3] 성형된 코일 全面을 집성마이카 테-프로 면밀히 절연한 다음 이를 Slot에 삽입하여 제작업(코일엔드 묶음, 웬지삽입 결선 등)을 완료 후 이 組立體를 巨大한 Tank에서 무용제 바니쉬로 眞空加壓 含浸處理하는 소위 Total Immersion System방법이 있다. 이때 coil과 鐵心Slot 벽 사이의 모든 공간 및 절연층내의 Void가 없어져 전기적 절연성, 방습성 냉각효과 機械의 強度 등이 지금까지 사용되고 있는 어떤 절연 방식보다 우수하여 종래의 기계보다 20~30% Size Down될 뿐 아니라 내습 내약품 등 우수한 내후성을 가진 극히 안정된 품질의 기계가 되고 있다.

### 3 最近 誘導電動機 製作경향

지금까지 우리는 電動機 製作上 必要한 鐵心, 導電, 絶緣資材의 最近경향과 그 特性을 이용한 處理工法 등을 개략적으로 檢討하였다. 이제 우리는 새로운 電動機製作 경향과 이들 새로운 材料가 어떻게 利用되는지를 檢討 하고져 한다. 最近 需用家의 要請은 小形 輕量化 高効率, 低소음, 低振動 최소의 Maintenance 등으로 집약된다. 따라서 Maker는 이와 같은 要請에 부응하여 최대의 노력을 하고 있는 것이다.

#### 3.1 저압전동기

저압 전동기는 그 電壓이 600V 이하를 말하며 우리 나라에서는 주로 220V, 380V, 440V 전압의 전동기가 제작되며 소용량으로부터 약 370KW까지의 제작실적을 갖고 있다. 絶緣階級으로는 E종, B종이 주로 제작되어 왔으나 F종이 급증 추세에 있으며 H종도 필요에 따라 이미 국내 제작되고 있다.

내열성이 높은 絶緣物이 使用 됨으로써 주위 온도가 높은 곳에서 사용할 수 있는 전동기를 제작할 수 있게되며 일반 전동기는 소형화할 수 있게 된다. 즉, 동선의 전류밀도를 A종에서는 3~4A/mm<sup>2</sup>에서 E, B종은 5~6.5A/mm<sup>2</sup> F종에서는 5.5~7.0A/mm<sup>2</sup>로써 銅線重量이 줄고 단위 중량당 발생하는 銅損은 증가하게 된다. 鐵心の 磁束密度는 종전에 비하여 20%정도 높은 15,000 Gauss 가까이 잡고있어 電動機가 작아지는 반면 문제점이 새로이 생겨난다. 즉 방열 면적이 적어져 자체온도가 높아지게 되는 바 이를 對備하여 Polyesterfilm(E, B종), Nomex Paper(F종) Kapton film 또는 Silicon Varnished Glass Cloth(H종) 등을 Slot絶緣物로 使用하고 Magnet wire도 Polyester wire(E, B종), Amid-Imid wire(F종) Poly-Imid wire(H종)등을 서로 맞추어 使用하고 있다.

그리고 小形화된 電動機는 Air Gap Flux Density를 높여 주기 때문에 無負荷 電流가 增加하고 力率이 低下 할 뿐아니라 效率도 低下하므로 效率를 높여 주기 위하여는 電氣鋼板의 高

級化 良質의 銅線 또는 알루미늄의 使用이 必要해 지게 되는 것이다.

小形電動機의 Frame은 주로 鑄鐵을 使用하여 왔으나 3.7KW以下에서는 鋼板 Frame도 使用이 늘어나고 있다. 小形 電動機에서는 振動이나 소음에는 별문제가 없으나 때때로 磁氣소음이 문제될 때도 있다. 이는 Slot Skew각도조절로 대개 해결되고 있다. 小形機에서는 兩方밀봉 베어링을 채용하므로써 Greese注油 등의 Maintenance를 생략할 수 있어 편리하다.

#### 3.2 중 대형 고압 전동기

高壓 電動機는 그 電壓이 600V以上 13,000V 以下 範圍에서 사용되는데 우리 나라에서는 3,300V, 6,600V급이 大部分이고 드물게 2,400V, 4,160V, 11,000V까지 製作되고 있다. 絶緣階級은 주로 B種이었으나 最近에는 F종이 急増하고 있어 세계적 추세에 따르고 있다 하겠다.

종전에는 코일을 Mica Tape로 絶緣하여 Slot에 삽입한 다음 용제형 Varnish에 含浸하는 絶緣方法을 채용하여 왔다. 高壓코일 절연에는 Mica가 필수로 생각되는 바 이는 Mica가 無機質絶緣材로 耐corona性이 強하기 때문이다. 最近에는 品質을 根本적으로 높이기 위하여 無溶濟 Varnish를 Total Immerse System 方法으로 含浸하고 있으며 막대한 設備投資를 감수하고 있는 것이다.

本 System적용으로 coil의 絶緣性 방습성이 향상되며 열전달이 보다 원활하여 냉각특성이 좋아지고 Varnish의 우수한 기계적 강도에 힘입어 철심과 코일이 상호 견고하게 응고하여 機械的 耐力가 強해지게 되었다. 이와 같은 利點을 배경으로 코일의 절연두께를 종전보다 20% 이상 줄일 수 있어 Slot 내에서의 coil의 Space factor를 높여 줌으로써 철심적-층량을 더욱 줄일 수 있을뿐 아니라 열전달이 더욱 効果적으로 이루어져 冷却效果도 改善되게 되어 電動機를 보다 축소된 형으로 製作할 수 있게 된다. 效率提高가 第一目標이므로 電氣的 損失 뿐 아니라 機械損도 最少化 시키고 있다. 冷却을 위한 風量을 合理的으로 處理하는 最適通風 冷却 方

式을 채용하던가 各種 마찰손을 最少로 하는 理由도 여기에 있는 것이다.

電動機의 소음은 磁氣소음과 冷却通風 소음으로 大別된다. 機械의 小形 輕量化 추세에 따라 鐵心内部가 局部的으로 포화되어 소음이 발생하는 경우가 있으나 有限要素法에 의한 要磁解析을 통하여 電磁소음 발생 방지, 포화에 의한 力素特性 低下防止를 기하고 있다.

高壓電動機가 채용하고 있는 固定子 slot는 open形이 많다. 고정자 철심의 내원주 방향으로 연한 자속의 모양은 Slot와 Teeth의 영향으로 공간적 맥동이 생기고 이 맥동은 회전자 표면손실의 증가와 회전자 도체내에서의 고주파동손을 유발시킨다. 이때 이 자속의 맥동이 자기소음의 원인이 되는 수가 있으며 이를 방지하기 위하여 Gap의 증대, Slot Skew방법을 쓰고 있으나 이는 어느 한계에 부딪히게 된다. 최근에는 Slot Wedge를 자성체로 사용하여 자속의 공간적 맥동을 완화시켜 줌으로써 원천적 해결방법을 모색하여 큰 효과를 보고 있다.

電動機는 發生한 銅損과 鐵損이 熱로 나타나 自體 溫度 上昇의 原因이 되므로 적당량의 냉각 공기를 흐르게 한다. 兩方으로 부터 흡입하여 가운데로 방출하는 兩方通風 方式(주로 高速機), 한쪽단에서 흡입하여 타단으로 방출하는 一方通風式(주로 低速機)으로 大別된다. 이때 通風器의 모양 풍량, Fan의 모양에 따라 공기 소음이 발생한다. 특히 2極機等 高速機 에서는 소음이 심하여 별도 대책이 요구되는 경우가 많다. 일반적으로는 電動機內的 風量分布를 通風回路-網解析을 통하여 면밀히 분석후 溫度分布를 파악하여 最適風量을 算出하며 FAN Blade의 모양도 저 소음 형으로 설계함으로써 소음을 최소화할 수 있게 한다. 이와 같은 方式으로도 目標소음 Level까지 못미칠때는 부득이 방음 cover를 設置하여 그 Level을 낮출 수 있게 된다. 때로는 통풍로를 연하여 방음 물질을 부쳐줌으로써 흡음 효과가 생겨 소음을 줄이는 방법도 있다. 방음 장치를 할경우 通風量에 영향을 받아 溫度 上昇의 冷却에 악영향을 주게 되므로 설계상 FAN을 충분히 키워야 된다. 현재 국내

에서 방음cover없이 中速機 以上에서 90db까지 가능 하다고 보며 방음 cover를 하면 80db까지도 가능할 것으로 본다.

電動機의 振動問題는 꾸준히 논의 되어 왔으나 相對구동 기계의 高級化, 精密化는 더욱 低振動의 電動機를 要求하고 있다. 振動의 原因은 回轉體의 機械的 Unbalance Air Gap의 不平衡構造上弱點, 其他 많은 것을 들 수 있다. Dynamic Balancing 또는 Running Balancing을 통하여 大部分의 振動은 較整되고 있으나 그래도 남는 振動(weight unbalance가 아닌 경우)은 振動周波-分析 등으로 그 原因을 규명 하며 解決하여야 한다. 특히 設計할때 그 Critical Speed를 계산하여 定格速度에서 많이 떨어지도록 고려하는 것이 좋다.

卷線形 電動機에서 回轉子코일 處理技能不足으로 運轉時 원심력을 견디지 못하여 變形이 發生하면(2p등 고속기에서 그 위험이 있음) 아무리 Dynamic Balance를 잘잡았다 하여도 효과가 없어지는 경우가 있으므로 工作에 철저를 기하여야 한다. 특히 低振動이 要求될때(예 5 $\mu$  이내 등)는 구조상 내진보강이 필요하다. 종래에는 중 대형기에서 20 $\mu$  대의 진동으로 만족하는 편이었으나 최근에는 10 $\mu$  이내를 요구하는 경우가 많다.

#### 4 直流機의 製作경향

直流機는 미세변속이 용이하고 繼磁의 형태(直捲, 分捲, 復捲等)에 따라 始動, 運轉特性을 용이하게 택할 수 있는 長點이 있으나 高價이어서 高級스러운 用途에 많이 使用하여 왔다. 製紙 정밀 압연설비, 철도차량용 등으로 많이 사용되어 왔다. 최근에는 V. V. V. F. System에 의한 유도전동기 변속방법이 開發되어 상당부분을 침범당하는 추세이다.

국내에서는 일찍부터 국산화에 많은 노력을 하여 300HP급까지 생산하고 있으나 철강용등 Heavy Duty 용으로는 품질 향상을 요하고 있는 실정이다. 전철용 Traction Motor 등은 약70%의 국산화까지 이루고 있는 형편이다.

直流機도 絶緣材의 發達로 小形輕量化와 品質向上이 현저하다. 특히 Kapton Film Tape의 채용, Epoxy Resin의 함침 기술 발달은 직류기 제작 기술을 크게 발전시켰다. 그러나 直流機의 생명은 整流(Commutating)에 있으므로 전원 발생 장치의 변화에 따른 대책을 강구할 필요가 있다고 생각된다. 즉, 直流電源 發生 裝置로서 大電流用 半導體 整流器를 使用하게 됨에 따라 直流에 高周波分이 含有되어 整流에 악영향을 줄 수 있으며 특히 Heavy Duty인 경우는 繼鐵의 磁路不均衡까지도 문제가 될 수 있어 對備策이 研究되어야 된다. 특히 高周波分은 繼鐵에 Loss를 發生시키는 原因이 되기도 한다. 이와 같은 原因들을 解決하기 위하여 電源에 平滑장치를 改善하며 高周波分의 含有를 極小化하고 繼鐵도 鋼板種增形으로 하여 不平衡을 極小化시키는 方法도 實用化되고 있다.

整流子 상당량이 口産化되어 있으나 高速用, 大形機用 등에는 미흡하다. 整流子片의 成分選擇 加工精度向上, 整流子-片間絶緣物(마이카, 합성수지 등)의 선택, V-Ring의 加工 技術이 오래전부터 연구 개선되어 정착단계라 하겠으나 組立技術 및 Seasoning 기술에는 상당한 노-하우가 있어 선진국 품질에 못 미치는 실정이다.

直流機는 本體製作 이상으로 Control part 즉 電源供給 및 速度 제어장치 제작기술이 重要하다. Thyristor를 利用한 高度의 制御裝置가 國産化되고 있음은 경하할 일이다. 앞으로 Syst-

em control 기술개발을 통하여 보다 차원높은 기술발전을 이루어야 될 것이다.

### [5] 結 言

우리의 文明社會가 存在하는 限, 機械文明이 發展하는 限 電動機의 必要性은 계속된다. 그수요는 계속 증가할 것이며 요구품질은 한없이 높아질 것임은 명확하다. 그러나 電動機 製造業界 자체만으로는 발전하기 어렵고 관련 주변산업 발전의 유기적 도움이 필요하다.

전기강관을 공급하는 철강업계, 도체를 공급하는 동 또는 알루미늄제련업계, 절연물을공급하는 고분자 화학공업계, 가공의 정밀을 가능하게 해주는 공작 기계업계 등등 기타 相關학계업계의 발전이 전제가 되고 전기 기기 제조업계는 이들 관련 학계업계의 중요 정보 및 지식을 수시로 수집 습득하여 User의 요구에 부응하여 전동기 제작에 임하여야 할 것이다. 그렇게 하므로써 기술의 발전을 이룩할 수 있을 것이다.

현재 우리나라는 수출여건이 대단히 좋아졌다. 오랜 숙원이던 電動機의 輸出産業化의 절호의 기회가 온 것이다. 品質의 向上 및 安定生産費의 절감에 더욱 힘써 반드시 수출 산업화를 이룩 하여야 된다. 그리고 이산업의 중요성을 다시 한번 인식하고 학계와 업계가 긴밀한 유대하에 아직 미해결문제점의 이론적 규명과 생산기술의 연구에 박차를 가하여야 되겠다.