

# E 種 絕 緣 電 動 機 製 作

成 瓊 鏞\*

## 概 要

新材料과 合理的인 設計로 弊社에서는 小形 輕量化的 國際的인 傾向에 호응하여 大幅 小形 輕量化的 E種 絕緣 電動機를 製作하였다. Frame size는 從來 A種보다 1~2段 小形化 되었고 特性은 A種 電動機와 對等하다.

## 1. 序 論

汎用 三相 誘導電動機는 長期間 A種 絕緣 電動機를 使用하여 오다가 現國際 大勢는 小形 輕量化的 可能性은 溫度 上昇을 15°C(E種) 또는 20°C(B種) 높게 規定할 수 있는 絕緣 材料와 Enamel銅線이 市販됨으로써 이루어졌다. 現在 歐洲에서는 低壓에는 A種이 거의 없고 低馬力(7.5kw 까지)은 全閉形으로 統一시키고 있다.

美國에서도 1964 年에 B種 絕緣 電動機를 規定하였고 가까운 日本에서도 E種 絕緣 電動機의 規定을 制定하여 E種 電動機의 普及에 적극 努力하고 있다.

E種 絕緣을 採用了한 新標準 電動機는 I.E.C. 寸수를 採用하였다. 國際的으로 電動機 寸수를 統一하려는 努力은 1950 年부터 I.E.C.에 依해서 着手되었고 1959 年 Pub 72-1 를 I.E.C. 추천 寸수가 發表되자 世界各國은 모두 여기에 호응하여 I.E.C. 寸수로 電動機를 내놓고 있다.

弊社가 製作한 電動機는 0.55kw~30kw 까지 4極과 6極 各種을 製作하여 여러 生産工場에 納品하였고 그 반응은 상당히 좋다. 以下 弊社가 製作한 E種 電動機를 紹介하려고 한다.

## 2. 小形 輕量化的 可能性

電動機를 小型 輕量化 할 수 있는 要因을 들어보자.

(1) 設計 技術의 向上. (2) 冷却法의 改良. (3) 絕緣 電線의 進歩. (4) 絕緣 材料의 進歩. (5) 鐵心 材料의 進歩. (6) 構成 材料의 輕減 등을 들 수 있는데 이번 弊社가 試圖한 것은 (2)(3)(4)이다. 即 E種으로 되면 溫度 上昇을 A種보다 15°C 높게 許容하고 있기 때문에 電線의 電流 密度를 높게 취할 수 있다. 따라서 coil size가 적어지고 또 絕緣 電線의 絕緣 피막이 얇기 때문에 slot 面積이 적어진다. slot 絕緣物도 單位 두께當 耐壓이 높고 機械的으로 強靱하기 때문에 slot 寸수는 상당히 적어진다. 따라서 鐵心의 外徑은 一段 낮아지고 Frame size

는 二段 小形化가 可能해진다. B種으로도 勿論 小形化가 可能하지만 Coil size가 더욱 줄었다 할지라도 B種 絕緣物(mica)등의 單位 두께當 耐壓이 낮기 때문에 slot 絕緣物의 space가 많아지고 따라서 E種보다 더 작은 機械를 만들 可能性은 적다.

表 1. A種과 E種의 Frame Size 比較表

種 別 極 數 INCFR.No	A 種 (kW)			E 種(kW)		
	2 P	4 P	6 P	2 P	4 P	6 P
9 0 S	0.4	0.4		1.5	1.1	
9 0 L					1.5	
1 1 2 S	0.75	0.75	0.4	2.2	2.2	
1 1 2 M	1.5	1.5	0.75	3.7	3.7	
1 3 2 S	2.2	2.2	1.5	5.5	5.5	
1 3 2 M	3.7	3.7	2.2	7.5	7.5	5.5
1 6 0 M	5.5	5.5	3.7	11	11	7.5
1 6 0 L	7.5	7.5	5.5	15	15	11
1 8 0 M	11	11	7.5	22	22	
1 8 0 L	15	15	11			15

A種 絕緣 電動機와 E種 絕緣 電動機의 資材費의 構成別 比較表는 다음 表 2(A)와 같다.

A種 絕緣 電動機의 資材 所要量을 各 構成別로 100으로 規準하면 E種 絕緣 電動機의 資材 所要量은 表 2(B)와 같다.

但 우리나라에서의 資材費가 高價여서 構成 資材別 單價는 A種 絕緣 電動機用보다 훨씬 高價이다. A種 絕緣 電動機의 構成別 資材 單價를 100으로 하였을 時 E

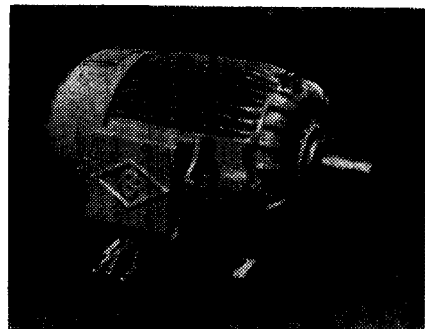


그림 1. STF-KK-E E種 絕緣電動機(3相, 18.5kW, 4P, 220V)

\*株式會社 新亞産業公社 · 正員會

表 2(A). 資材費·構成別 比較表

區分	項目	硅素銅板	絕緣線	角線	鑄物	Bearing	鐵材	絕緣材料	其他	Total
A 種		37.4%	20%	10%	12.1%	9.7%	3%	3.8%	4%	100%
E 種		27.2%	26%	10%	11.3%	9.7%	2.7%	6.0%	6%	98.98%

表 2(B) 構成別 資材 所要量

區分	項目	硅素銅板	絕緣線	角線	鑄物	Bearing	鐵材	絕緣材料	其他	Total
A 種		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
E 種		72.6%	60%	100%	110%	85%	90%	80%	100%	

表 2(C). 構成別 資材 單價

區分	項目	硅素銅板	絕緣線	角線	鑄物	Bearing	鐵材	絕緣材料	其他
A 種		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	111%
E 種		100%	217%	100%	110%	100%	100%	200%	150%

表 2(D). 構成別 資材費 總額

區分	項目	硅素銅板	絕緣線	角線	鑄物	Bearing	鐵材	絕緣材料	其他
A 種		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
E 種		72.6%	130%	100%	135%	100%	90%	160%	150%

表 3. 特性

規格·試驗品	馬力	電壓	電流	효율	역률	Slip
規格試驗品	7.5HP	200V	22A	84%	80.5%	5.5%
		200V	21.1A	87.1%	87.1%	4.7%
規格試驗品	10HP	200V	30A	84.5%	81.5%	5.5%
		200V	27A	85.3%	93.6%	3.9%

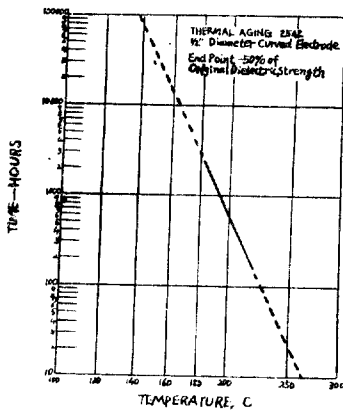


그림 2. Polyester Triplex 의 溫度耐力

種 絕緣 電動機의 資材 單價는 表 2(C)와 같다.

上記의 小形 輕量化로 因한 資材 所要量의 單價와 E

種 絕緣 電動機에 使用되는 資材 單價가 高價로 되는 것 을 綜合하면 總額에 있어서 A 種 絕緣 電動機 構成 材 料別로 100 으로 基準하면 다음 表 2(D)와 같다.

이 表는 1966 年 5 月 31 日 中央試驗所에서 行한 試驗 結果이다.

### 3. 新材料를 使用한 小形 輕量化한 全閉 外扇形 SHIN-A E 種電動機

從來의 絕緣 材料는 O.A.B.C. 種으로 區分하였으나 1957 年 I.E.C에서 7 種類 Y.A.E.B.F.H.C 를 制定하였다.

E 種은 最高 許容 溫度가 120°C 로서 Cellulose three acetate, Polyethylene Teleptalate, 또는 Epoxy 樹脂 等으로 從來 A 種에 比해서 溫度 上昇이 15°C 높다.

弊社가 製作하고 있는 E 種 電動機의 重要材料는 다음과 같다.

(1) 絕緣 電線: 大韓電線 製의 Polyester 系 Enamel 線, 使用.

(2) Slot 絕緣 及 Phase insulation: 美 3M 社 製의 Polyester Web-film 의 Triplex 使用(0.01" 耐壓 15,000 V).

(3) 絕緣 Varnish: 耐熱 Varnish 使用.

(4) Tube: Glass tube 使用.

(5) Lead wire: Asbests 絕緣線 使用.

表 4. Technical Data of Polyester Triplex. (美國 3M社製)

Property	Test condition			Value		
	House	Temp.	R.H.	.007'' (3-1-3)	.010'' (3.5-3-3.5)	.011'' (3-5-3)
Electric strength Total Volts 1/4'' curved electrode	96	23° C	50%	6,000	11,000	15,000
Tensile strength lbs/inch Width	96	23° C	50%	40	80	110
Tear Resistance Pounds	96	23° C	50%	5	22	25
Volume Resistivity Ohm cm	96	23° C	50%	3.7×10 <sup>15</sup> Test ASTM D-257-58		
	96	23° C	50%	3.9×10 <sup>15</sup> Test ASTM D-257-58		
Solvent Delaminations Tested in Heptane, Skydrol, Wemco C. JP-4, Toluene Amount of elamination	120	70° C	50%	None	None	None
Moisture Absorption	24	23° C	96%	Nil	Nil	Nil
Freon No. 22 Resistance % Weight Loss	16	52° C	50%	2.73	2.73	2.73
Dissipation Factor 100 c/s, 50% R.H. Vapor electrode	30° C = 0.91%			105° C = 4.9% 150° C = 21.1%		

(6) Grease: 耐熱 特殊 Grease 使用.

(7) 硅素鋼板: 八幡製鐵의 B-grade 使用.

A. 치 수

I.E.C 추천 Dimension 을 따랐다. 從來 A 種과 E 種의 比較 치수를 表 1 에 나타냈다. 表에 보이는 바와 같이 2 段 小形化되었다.

B. 構造

a. 冷却構造

Frame 은 鑄鐵製를 使用하고 Housing 全周에 Rib 를 부쳐서 冷却 効果를 向上하고 剛性的의 増大를 도모하였다. E 種 電動機는 2 段 小形化되었기 때문에 冷却 効果는 從來에 比해서 大幅 增強할 必要가 있다. Rib 의 合理的인 配置와 Rib 數를 増大하였고 Housing 은 길게, End bracket 을 짧게 Fan 의 構造及 Rib 의 모양은 冷却風이 Rib 側面에 有效하게 지나갈 수 있도록 苦心하였다. 內部에는 冷却扇을 Rotor 兩側에 붙여서 溫度 分布가 均一하게 되도록 하였다.

b. Leg 의 取付 方法

Leg 는 分解할 수 있는 構造로 하여 鑄物을 긋기 容易하게 하였고, 또 Flange motor 로 쉽게 바꿀 수 있게 하였다.

c. 電機子 卷線 方式

電機子 coil 의 卷線 方式은 2 重 重卷을 採用하여 作業을 쉽게 하였고 空際磁束 分布가 正弦波가 되도록 하여 高調波磁束을 감소시켜 起動 特性 其他 運轉中의 電氣雜音을 最小限度로 감소시키도록 努力하였다. 또 Slot 에 餘裕를 두어 作業을 容易하게 하고 絕緣피막이 상하는 것을 방지하며 End 를 짧게 하여 機械的 強度를 増大시켰다.

d. 電機子 鐵心

外國에서는 E 種 Motor 에 冷間壓軟鋼을 使用하여 그 의 우수한 特性을 最大限 利用하고 있으나 우리는 日製 八幡製鐵의 B-grade 를 使用하였다.

e. 回轉子

回轉子는 徑이 적어 慣性이 적다.

回轉子의 構造는 起動 特性 及 Torque-r.p.m 特性이 우수하게 設計되었다.

4. 特 徵

a. 小形 輕量化되었다.

從來 A 種 全閉形 Motor 에 比해서 容積 重量이 減少하여 重量은 50~70%, 容積은 50~75% 程度이다. 따라서 E 種 Motor 를 採用하면 取扱이나 運搬이 容易하다.

b. 騒音, 振動이 적다.

小形 輕量化 했기 때문에 騒音, 振動이 從來에 比해서 현저하게 적다.

c. Rotor 의 慣性이 적다.

慣性이 적기 때문에 起動 逆轉할 때 發生 熱量이 적다. 따라서 起動 逆轉을 變번히 行하는 用途에 有利하다.

d. 耐濕性이 우수하다.

e. 資材가 節約된다.

5. 結 論

E 種 Motor 에 對해서는 아직 우리나라는 開發이 되지 않고 있고 문헌도 없이 試作品을 냈으나 材料의 구입, 主물등으로 애로가 많았다. 앞으로 半閉形도 E 種으로 製作할 계획이며 Rotor 에 Die casting 을 하여 國內는 勿論 海外 市場 開拓에 힘써야 되겠다.