

兩電源電壓兼用單相電動機의 卷線設計의 調整에 관한 考察

論 文
28-3-4

Analysis on Arrangements of Winding Design of Single-phase Capacitor Motor Used to Two Voltages

황 영 문* 이 일 천**
(Young Moon Hwang, Il Chun Lee)

Abstract

This paper examines the reasonable winding arrangements of designing tapped winding capacitor motors to used in two voltage sources. The approach of this paper is based partly on a hybrid equivalent circuit of a single phase induction motor, together with an experimental method by sample machines. In results, the distribution of extra and main windings in the stator is to be balanced in each magnetic pole and in order to have the same torque output characteristics for two different voltage sources, the extra/main winding ratio is to be adjusted. Experimental results obtained with sample machines of about 1/8 hp output rating are used with analysis to predict the favorable winding conditions.

1. 머릿말

家電用屋內配電方式이 單相2線式 100V 및 200V 방식이나 單相3線式 100/200V方式, 또한 3相3線式中性點引出方式 200V方式의 채택할 경우, 이때 이용되는 電動機로서 電壓定格이 100/200V 및 兩電壓兼用的 것이 있으면 편리할 것이다.

더우기, 현재 家電用屋內配電電壓을 100V에서 200V로 昇壓코저 하는 단계에 있는 상황에서는 더욱 그러하다. 일반적으로 家電機器用 電動機로서는 單相커패시터 電動機가 가장 많이 이용되고 있는데, 이러한 것의 兩電壓兼用電動機는, 電壓交替時 固定子卷線과 起動 및 永久커패시터를 卷線交替 및 커패시터容量交替를 하는 등 2중적인 성격의 운전방식을 채택한다. 그리하여 2종류의 커패시터와 結線交替用的 특별한 스위치장치가 부가되는 불편한 점이 있다.

여기서, 同一한 커패시터와 卷線方式으로 한 固定子卷線에서 電壓交替用만을 인출하여 100/200V電壓用으로 이용하면, 電壓交替用裝置가 단순화되며 2종의 起動用커패시터를 생략할 수 있게 되어 경제적으로도 잇점을 갖게 된다.

本研究에서는 이상과 같은 方式을 채택하였을 때 固定子卷線의 設計條件의 理論的解析을 행하였다. 固定子卷線에서 中間만을 인출한 方式을 채택할 경우 理論적으로는 100V印加時는 Tapped型으로, 200V印加時는 一般型單相커패시터 電動機로 동작함으로 각각의 特性이 다르게 된다. 그리하여 固定子卷線方式을 調整設計하여야 한다. 여기서 解析方法으로는 Morill의 2回轉磁界理論¹⁾을 적용하되, Tapped型 電動機의 卷線方式의 解析에는 O'Kelley의 Hybrid等價回路²⁾를 이용하고, 展開方式은 C.G. Veinott³⁾ 및 P.H. Trickey³⁾의 解析方式을 이용하였다.

2. 固定子卷線의 構成

單相永久커패시터 電動機에서 回轉子卷線은 籠型으로

*正會員 : 釜山大工科大学教授(當學會理事·評議員)

**正會員 : 東元工業專門大學教授

接受日字 : 1979年 2月 1日

하고, 固定子卷線은 主卷線과 補助卷線을 對稱軸上에 설치한다. 이때 主卷線軸에는 解析上 主卷線(Main winding)과 附加卷線(Extra winding)으로 나누고, 補助卷線軸에는 補助卷線(Auxiliary winding)만으로 하되 主卷線+附加卷線의 卷線條件과 같게 하고, 여기에 永久커패시터를 접속한다.

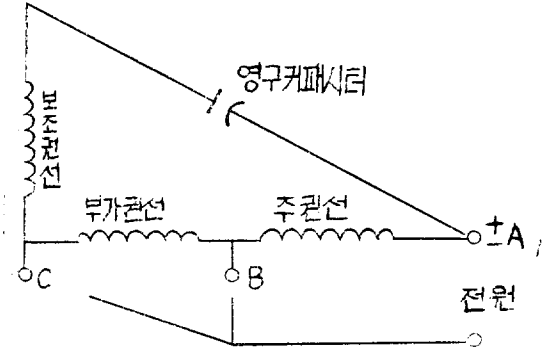


그림 1. 兩電源電壓兼用 Tapped型 電動機의 固定子卷線結線圖

Fig. 1. The winding connection diagram of stator of tapped winding motor used to two voltages.

그림 1은 固定子卷線의 접속도이다.

이러한 卷線의 접속도에서는 AC端子(200V印加)에 電壓을 印加하였을 때에는 主卷線(附加卷線포함)과 補助卷線側에 병렬로 일정한 電源電壓이 印加되어 동작한다. 電動機의 動作이 동일한 特性을 갖게 하기 위하여는 印加電壓이 달라도 각 軸上卷線의 電壓이 동일하게 함이 가장 간단한 방법일 것이다. 그리하여 AB端子(100V印加)에 電壓을 印加하였을 때는 AC端子에 交替前의 印加電壓(200V印加)와 같은 電壓이 되도록 卷線條件을 형성하면 같은 特性을 갖게 될 것이다.

이를 理論上으로 살펴보면, 그림 1에서 主卷線과 附加卷線이 같은 磁極軸上에서 單卷變壓器型式으로 配置하면 가능할 것으로 보아진다.

實際上的 問題

이상과 같은 卷線配置에서는 다음과 같은 사항에 대하여 考察되어야 한다.

1) 單卷變壓器에서의 勵磁卷線에 해당하는 主卷線과 傳達卷線에 해당하는 附加卷線의 電流가 그 크기 및 位相이 負荷에 해당하는 補助卷線의 條件에 따라 달라진다는 점이다.

2) 附加卷線의 印加電壓이 主卷線電流로 인한 勵磁磁束에 의하여 變壓器作用으로 이루어짐으로, 漏洩리액턴스가 부가된다는 점이다. 그러나, 이러한 漏洩리

액턴스는 單卷變壓器結線에서는 等價的으로 반감하는 特性을 갖게 되나, 變壓器의 경우와 달리 空隙을 가진 電動機에서는 그 값이 크고, 더욱이 同一軸上이지만 다른 磁極에 主卷線과 附加卷線이 각각으로 배치되었을 때는 漏洩리액턴스의 값은 상당히 클 것으로 예상 된다.

이상과 같은 점을 고려하건대, 單一電源電壓에 의하여 구동되는 單相電動機의 卷線配置에서 結線만을 그림 1과 같이 접속한다는 것은 불합리하고, 실제로도 實用的이 特性은 얻을 수 없다. 즉 主卷線을 분할하여 각각의 磁極에 分割配置하는 방식으로는, 主卷線+附加卷線으로 된 主卷線方式은 主卷線과 附加卷線이 같은 軸上의 磁極이나 다른 磁極(多極機의 경우나, NS磁極등)에 따로 따로 配置되기 때문에, 위의 1) 2)의 문제점이 뚜렷하게 나타난다.

兩電壓兼用電動機의 卷線配置

本研究에서 취급한 Tapped型卷線方式에서는 다음과 같이 卷線配置함이 합리적이다.

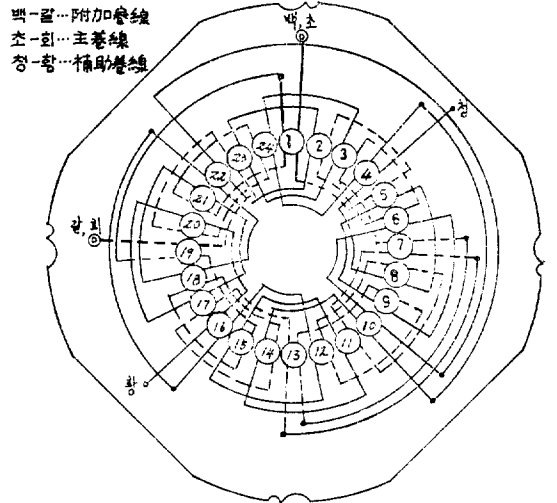


그림 2. 2電源電壓兼用電動機의 固定子卷線圖

Fig. 2. The winding diagram of stator used to two voltage sources.

1) 그림 2와 같이 主卷線(附加卷線포함)은 主卷線軸上의 磁極에 主卷線과 附加卷線을 磁氣的으로 密結合되게 同時에 권선하도록 한다. 多極機의 경우라도 각 主磁極上의 卷線은 두 卷線別로 直列이 되도록 結線接續을 하게 한다. 이렇게 하면, 主卷線과 附加卷線이 變壓器처럼 密結合이 되어, 漏洩리액턴스가 줄어 들게 된다. 그리고, 主卷線電流와 附加電線電流와의 位相差가 생겨도, 이로 인한 合成磁束은 各 主磁極間에 180°

位相角을 유지할 수 있게 됨으로 多極機에서도 定常磁極分布를 갖게 한다. 이때 다만, 主磁極分布와 補助磁極分布와의 位相角은, AC端子印加時(200V印加時)와 AB端子印加時(100V印加時)가 다소 달라지게 된다. 즉, AB端子印加時(單卷變壓器型式—Tapped型)가 位相角이 다소 적어지게 된다.

2) 主卷線과 附加卷線이 同一磁極에 배치되어 密結合이 되고, 單卷變壓器에서 等價漏洩리액턴스가 줄어들더라도, 漏洩리액턴스가 존재하는 것은 사실임으로 이를 補償해 주어야 한다. 主卷線軸上的 Tapped方式은 印加되는 두 종류의 電源電壓比로 主卷線과 附加卷線의 卷線比로 나누어 권선하게 될 것이나, 이때 附加卷線은 卷線數는 좀더 첨가하는, 즉 實効卷線比에 의한 卷線比로 하여 漏洩리액턴스電壓降下效果를 보상하여 주도록 하여야 할 것이다. 印加電源電壓比가 100/200V인 경우는, Tapped卷線型의 解析⁵⁾⁶⁾에서 附加卷線數/主卷線數比를 1/1로 하지 않고 (1.1~1.3)/1로 함이 實用上 適合한 것으로 보고 있다.

이상과 같은 固定子卷線方式을 채택하면 兩電源電壓을 해당단자에 인가할 것 같으면 거의 同一한 Torque 出力特性을 얻을 수 있게 될 것이다.

이를 2回轉磁界回路理論에 의하여 G.C. Veinott⁹⁾의 방식으로 數值解析하여, 이상의 卷線設計方式의 타당성을 입증하고자 한다.

3. 100/200V兼用電動機의 特性解析

3.1 特性方程式의 展開

앞에서 設定한 卷線設計條件을 100/200V兼用電動機에 적용하였을 때의 卷線配置는 그림 3과 같다. 여기

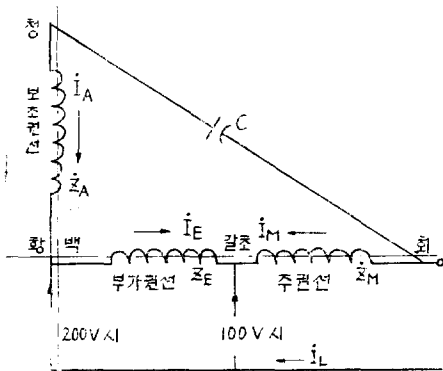


그림 3. 對稱磁極軸上에 표시한 卷線配置圖(Tapped 型의 경우를 중심으로)

서 主卷線+附加卷線과 補助卷線은 서로 對稱軸에 놓여 있으며, 각 對稱軸上에 놓여 있는 卷線電流로 인한 起磁力 및 磁束은 2回轉磁界說에 의하여 正方向 및 逆方向起磁力 및 磁束으로 나누어져서 작용하여, 각 卷線上에 正方向 및 逆方向起電力을 발생케 한다고 보며, 이때의 等價正方向임피던스 및 逆方向임피던스를 Z_f 및 Z_b 로 設定하면, 다음의 特性方程式과 같은 간단한 Hybrid等價式이 얻어진다. 여기서 等價임피던스는 主磁極軸上的 主卷線等價임피던스를 기준으로 하고, 다른 卷線上的 等價임피던스는 主卷線側으로 換算하였다.

이때 換算係數인 實効卷線比는 다음과 같이 정한다. 즉

$$\text{補助卷線/主卷線의 實効卷線比} \cong a$$

$$\text{附加卷線/主卷線의 實効卷線比} \cong b$$

로 한다. 또한

主卷線電流 I_M , 附加卷線電流 I_E 및 補助卷線電流 I_A 는 그림 3과 같은 방향을 基準方向으로 하고

主卷線, 附加卷線 및 補助卷線임피던스를 각각 Z_M , Z_E 및 Z_A 로 한다. 그리고, 主卷線과 附加卷線간의 相互임피던스를 Z_{ME} 로 할 때, 特性方程式은 다음과 같이 성립된다.

1) 각 卷線上的 變壓器作用에 의한 變壓器起電力

主磁極軸磁界로 인한 主卷線上的 正 및 逆方向起電力

$$\dot{E}_{fM} = (I_M - bI_E) \cdot Z_f \quad \dots\dots(1)$$

$$\dot{E}_{bM} = (I_M - bI_E) \cdot Z_b \quad \dots\dots(2)$$

主磁極軸磁界로 인한 附加卷線上的 正 및 逆方向起電力

$$\dot{E}_{fE} = (bI_E - I_M) \cdot bZ_f \quad \dots\dots(3)$$

$$\dot{E}_{bE} = (bI_E - I_M) \cdot bZ_b \quad \dots\dots(4)$$

補助卷線軸磁界로 인한 補助卷線上的 正 및 逆方向起電力

$$\dot{E}_{fA} = I_A \cdot a \cdot Z_f \quad \dots\dots(5)$$

$$\dot{E}_{bA} = I_A \cdot a \cdot Z_b \quad \dots\dots(6)$$

2) 각 卷線上에 誘起된 速度起電力 補助卷線軸磁界로 인한 主卷線上的 正 및 逆方向起電力

$$-j\dot{E}_{fA}/a = -jaI_A Z_f \quad \dots\dots(7)$$

$$j\dot{E}_{bA}/a = jaI_A Z_b \quad \dots\dots(8)$$

補助卷線軸磁界로 인한 附加卷線上的 正 및 逆方向起電力

$$jb\dot{E}_{fA}/a = jabI_A Z_f \quad \dots\dots(9)$$

$$-jb\dot{E}_{bA}/a = -jabI_A Z_b \quad \dots\dots(10)$$

主卷線軸磁界로 인한 補助卷線上的 正 및 逆方向起電力

$$jaE_{fM} = ja(I_M - bI_E) Z_f \quad \dots\dots(11)$$

$$-jaE_{bM} = -ja(I_M - bI_E)\dot{Z}_b \quad \dots\dots(12)$$

3) 각 卷線上的 漏洩 및 相互리액턴스로 인한 電壓降下

$$\text{主卷線上的 電壓降下} = I_M \dot{Z}_M - I_E \dot{Z}_{ME} \quad \dots\dots(13)$$

$$\text{附加卷線上的 電壓降下} = I_E \dot{Z}_M - I_M \dot{Z}_{ME} \quad \dots\dots(14)$$

$$\text{補助卷線上的 電壓降下} = I_A \dot{Z}_E \quad \dots\dots(15)$$

$$\text{永久커패시터上的 電壓降下} = I_A \dot{Z}_C \quad \dots\dots(16)$$

이상과 같은 관계식을 이용하여 그림 3의 結線圖의 回路方程式을 展開하면 다음과 같다.

(1) Tapped型的 경우 (AB端子印加時)

主卷線上的 回路方程式은

$$\dot{V} = \dot{E}_{fM} + \dot{E}_{bM} - j\dot{E}_{fA}/a_1 + j\dot{E}_{bA}/a_1 + \dot{Z}_M \dot{I}_M - \dot{Z}_{ME} \dot{I}_A \quad \dots\dots(17)$$

附加卷線 및 補助卷線上的 回路方程式은

$$\begin{aligned} \dot{V} = & -\dot{E}_{fE} - \dot{E}_{bE} - \dot{E}_{fA} - \dot{E}_{bA} - jb_1 \dot{E}_{fA}/a_1 + jb_1 \dot{E}_{bA}/a_1 \\ & - ja_1 \dot{E}_{fM} + ja_1 \dot{E}_{bM} + \dot{Z}_{ME} \dot{I}_M - \dot{Z}_E \dot{I}_A - \dot{Z}_A \dot{I}_A - \dot{Z}_C \dot{I}_A \quad \dots\dots(18) \end{aligned}$$

여기서 $a_1 b_1$ 는 Tapped型에서 實効卷線比를 표시한다. 지금 식 (17), 식 (18)에 식 (1)~식 (16)의 관계를 대입하여 \dot{Z}_f 및 \dot{Z}_b 에 대한 電壓降下的 형식으로 정리하면

$$\dot{V} = \{I_M - (b_1 + ja_1)I_A\}\dot{Z}_f + \{I_M - (b_1 - ja_1)I_A\}\dot{Z}_b + \dot{Z}_M \dot{I}_M - \dot{Z}_{ME} \dot{I}_A \quad \dots\dots(19)$$

$$\begin{aligned} \dot{V} = & \{I_M - (b_1 + ja_1)I_A\}(b_1 - ja_1)\dot{Z}_f + \{I_M - (b_1 - ja_1)I_A\} \\ & (b_1 + ja_1)\dot{Z}_b + \dot{Z}_{ME} \dot{I}_M - (\dot{Z}_A + \dot{Z}_E + \dot{Z}_C) \dot{I}_A \quad \dots\dots(20) \end{aligned}$$

여기서 \dot{Z}_f 및 \dot{Z}_b 의 係數가 각각 I_f 및 I_b 가 될 것이다. 다만 식 (20)에서는 基準軸이 아닌 附加卷線 및 補助卷線側의 값이므로 $(b_1 - ja_1)Z_f$ 및 $(b_1 + ja_1)Z_b$ 의 係數가 이에 해당한다.

$$\begin{aligned} \text{즉, } I_f & \equiv I_M - (b_1 + ja_1)I_A \\ I_b & \equiv I_M - (b_1 - ja_1)I_A \end{aligned} \quad \dots\dots(21)$$

또 식 (19) 및 식 (20)을 I_M 와 I_A 에 관하여 정리하면,

$$\dot{V} = \dot{Z}_1 \dot{I}_M - \dot{Z}_2 \dot{I}_A \quad \dots\dots(22)$$

$$\dot{V} = \dot{Z}_3 \dot{I}_M - \dot{Z}_4 \dot{I}_A \quad \dots\dots(23)$$

되요, 여기서 \dot{I}_M 및 \dot{I}_A 를 구하면

$$\begin{aligned} \dot{I}_M & = \dot{V} \frac{(\dot{Z}_3 + \dot{Z}_4)}{\dot{Z}_1 \dot{Z}_4 - \dot{Z}_2 \dot{Z}_3} \\ \dot{I}_A & = \dot{V} \frac{(\dot{Z}_1 + \dot{Z}_2)}{\dot{Z}_1 \dot{Z}_4 - \dot{Z}_2 \dot{Z}_3} \end{aligned} \quad \dots\dots(24)$$

$$\begin{aligned} \text{단, } \dot{Z}_1 & \equiv \dot{Z}_f + \dot{Z}_b + \dot{Z}_M \\ \dot{Z}_2 & \equiv (b_1 + ja_1)\dot{Z}_f + (b_1 - ja_1)\dot{Z}_b + \dot{Z}_{ME} \\ \dot{Z}_3 & \equiv (b_1 - ja_1)\dot{Z}_f + (b_1 + ja_1)\dot{Z}_b + \dot{Z}_{ME} \\ \dot{Z}_4 & \equiv (b_1^2 + a_1^2)(\dot{Z}_f + \dot{Z}_b) + \dot{Z}_A + \dot{Z}_E + \dot{Z}_C \end{aligned} \quad \dots\dots(25)$$

로 된다. 여기서 \dot{Z}_f 와 \dot{Z}_b 는 2回轉磁界等價回路¹⁾에서

$$\left. \begin{aligned} \dot{Z}_f & = \frac{\dot{Z}_{Rf} \cdot \dot{Z}_m}{\dot{Z}_{Rf} + \dot{Z}_m} \equiv R_f + jX_f \\ \dot{Z}_b & = \frac{\dot{Z}_{Rb} \cdot \dot{Z}_m}{\dot{Z}_{Rb} + \dot{Z}_m} \equiv R_b - jX_b \end{aligned} \right\} \quad \dots\dots(26)$$

이다.

(2) 一般型的 경우 (AC端子印加時)

AB端子에 電源電壓을 인가한 경우의 Tapped型的의 特性方程式을 그대로, 一般型的의 永久커패시터電動機에 適用하기 위하는 다음과 같은 變換이 필요하다. 즉 主卷線軸上的 基準主卷線이 Tapped型的의 主卷線+附加卷線으로 變換됨으로, 實効卷線比와 等價임피던스 또한 變換되어야 한다.

지금 一般型에서의 實効卷線比를 각각 a_2 및 b_2 로 표시하면, 一般型的의 경우에서는 $a_2 = \frac{a_1}{1+b_1}$, $b_2=0$, $Z_{ME}=0$ 로 되며, 主卷線+附加卷線의 임피던스 Z_{M2} 는 $(R_M + R_E) + j(1+b_1)^2 X_M$ 이 된다. 이는 單卷變壓器의 一般回路等價換算値와 같은 換算결과를 갖게 된 것으로, 이때 \dot{Z}_f 및 \dot{Z}_b 도 모두 $(1+b_1)^2$ 배만큼 變換되어진다.

여기서 식 (24)의 각 임피던스값은 다음과 같이 變換된다.

$$\left. \begin{aligned} Z_1 & \equiv (1+b_1)^2(\dot{Z}_f + \dot{Z}_b) + \dot{Z}_{M2} \\ Z_2 & \equiv -ja_2(1+b_1)^2(\dot{Z}_f - \dot{Z}_b) \\ & = -ja_1(1+b_1)(\dot{Z}_f - \dot{Z}_b) \\ Z_3 & \equiv ja_1(1+b_1)(\dot{Z}_f - \dot{Z}_b) = -\dot{Z}_2 \\ Z_4 & \equiv a_2^2(1+b_1)^2(\dot{Z}_f + \dot{Z}_b) + \dot{Z}_A + \dot{Z}_C \end{aligned} \right\} \quad \dots\dots(27)$$

또한 I_f 및 I_b 는 식 (21)에서 $b_2=0$, $a_2 = \frac{a_1}{1+b_1}$ 의 새로운 권선비로 표시하면,

$$\left. \begin{aligned} I_f & = I_M - ja_2 I_A \\ I_b & = I_M + ja_2 I_A \end{aligned} \right\} \quad \dots\dots(28)$$

로 표시된다.

이상과 같은 두 경우의 Torque값은

$$T = I_f^2 R_f - I_b^2 R_b \quad \dots\dots(29)$$

에서 구하여진다.

3.2 供試電動機에 의한 解析

이상의 特性方程式의 適用은 앞에서 고찰한 卷線配置 및 實効卷線比를 적절히 고려함으로써 이루어질 것이다.

여기서는 이들의 고찰결과를 입증하기 위하여 다음과 같은 定數를 가진 供試電動機에 이를 적용하기로 하였다.

(1) 供試電動機의 定格과 機械定數

定格出力: 1/8Hp, 電壓: 100/200V

極數: 4, 周波數: 60Hz

固定子講數: 24, 回轉子: 籠型

이와 같은 定格을 가진 單相永久커패시터電動機를

표 1. 供試機의 測定定數

Table 1. The coefficients of sample machine

電源端子		100V (AB端子)		200V (AC端子)
		Case 1 ($b_1=1.00$)	Case 2 ($b_1=1.30$)	Case 1=Case 2 ($b_2=0.00$)
定數				
권선비	a_1	2.00	2.26	—
"	a_2	—	—	1.00
"	b_1	1.00	1.30	—
"	b_2	—	—	0.00
주권선	R_M	20.0 [ohm]	1.72 [ohm]	40.0 [ohm]
"	X_M	26.7 "	18.7 "	61.4 "
"	X_{ME}	250.0 "	180.0 "	—
부가권선	R_E	20.0 "	22.8 "	—
"	X_E	26.7 "	34.7 "	—
보조권선	R_A	40.0 "	40.0 "	40.0 "
"	X_A	53.0 "	53.0 "	53.0 "
여자리액턴스	X_m	150.5 "	150.0 "	155.5 "
영구커패시터	C	10 [μF]	10 [μF]	10 [μF]
회전자권선	R_R	27.2 [ohm]	27.2 [ohm]	27.2 [ohm]
"	X_R	17.4 "	17.4 "	17.4 "

固定子卷線만을 再卷線하여 실제로 Torque측정 장치에 의하여 그 값을 측정하는 한편, 다음과 같은 機械定數 測定值에 의하여 特性方程式으로 特性值를 算定하였다. 特性上의 추세를 확인하기 위하여, 附加卷線/主卷線比를 $b_1=1.00$ 인 경우와 $b_1=1.30$ 인 경우에 대하여 풀이하기로 한다.

(2) 特性值算定

Case 1의 경우는 卷線配置만 각 磁極에 均등분배하

고, 主卷線과 附加卷線을 密結合한 상태를 환인하는 시험을 위한 경우이다. 일반적으로는 100/200V 電源電壓用에서는 각 磁極에 따로 따로 권선한 卷線을 直並케 하되, 각각 永久커패시터를 교체하기 위하여 2개이상 필요하다. 또한 절환용스위치도 여러개의 극을 가진 것이 소요되며 고장율이 크고 경제적으로 비싼 것이 요구된다. 이러한 電動機를 Tapped型으로 결선하면 앞에서 설명한 바와 같이 起動時 位相의 변화와, 각

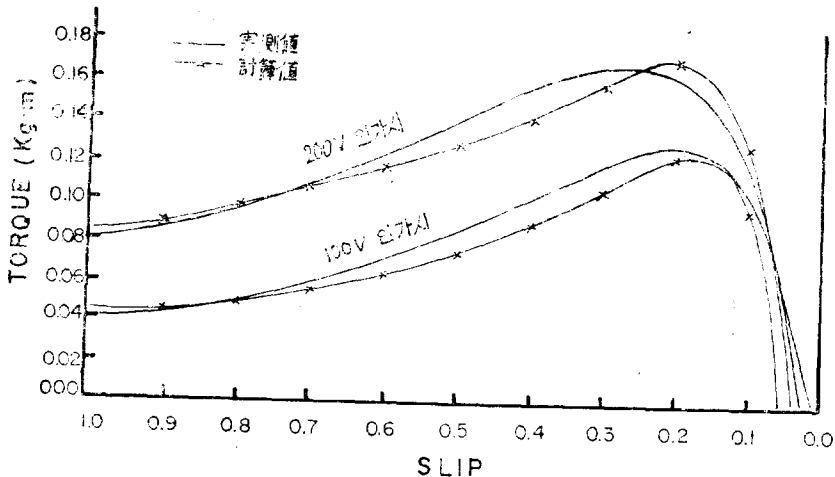


그림 4. 附加卷線/主卷線比=1.00일때의 토르크-슬립 特性

Fig. 4. Speed-Torque characteristics of input 100/200V of Sample machine when Extra/Main winding ratio=1.00

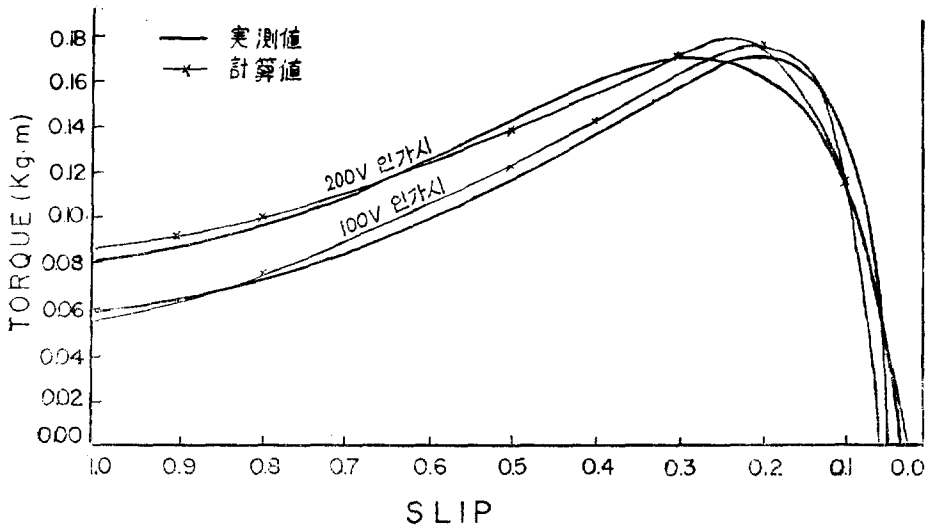


그림 5. 附加卷線/主卷線比=1.30일대의 토오크-슬립 特性

Fig. 5. Speed-Torque characteristics of input 100/200V of Sample Machine when Extra/Main Winding ratio=1.30

卷線間的 極性으로 인하여 起動不能 및 過電流를 받게 된다.

Case 2의 경우는 附加卷線과 主卷線의 卷線配置와 卷線數를 갖게 하였을 때 Torque出力特性이 나빠지는 결과를 개선한 경우이다. 附加卷線/主卷線比=1.30으로 선정 한 것은 特性方程式의 算出結果를 참고로 하여 선정하였다. 이때 附加卷線+主卷線數는 Case 1과 같이 하였다. 좀더 實用的인 卷線設計를 위하여는 15[%] 정도 증가시킴이 좋을 것이다.

그림 4,5에서의 卷線調整에 대한 Torque特性을 살펴보면, 附加卷線/主卷線比가 1.00인 경우는 100VAB 端子印加時 單卷變壓器의 역할을 충분히 하지 못한 결과로 이는 附加卷線과 主卷線을 충분히 密結合한 상태라도 漏洩리액턴스로 인한 電壓降下로 인하여 補助卷線端子에 200V AC端子印加時와 같은 電壓이 誘起되지 못한 결과이다. 한편 卷線比가 1.30로 하였을 때 特性改善이 월등하게 된 것은 주목할만 하다. 한편, Case 2에서 100V印加時와 200V印加時가 起動範圍에서 차이가 생기는 것은, 100V時는 Tapped型電動機로 동작함으로, 位相偏移로 인한 固有의 特性이다. 즉, 單相電動機에서의 shaded pole效果⁹⁾가 강조된 결과로 이는 이미 예견된 결과이다.

본 연구의 對象電動機는 100V 및 200V印加時 어느 경우에서도 補助卷線側에 同一한 電壓이 인가되게 함으로서 同一한 커패시터를 이용할 수 있어 機構가 간단하여지는 特徵도 가진다.

4. 卷線調整에 대한 考察

앞에서 2電源電壓兼用單相誘導電動機의 基本卷線設計에 대하여 考察하여, 이를 數理的으로, 또한 實驗的으로 해석하였다. 여기서는 卷線條件을 제한된 범위에서 취급하였으나, 이의 單相誘導電動機는 用途에 따라 卷線比라든지, 起動커패시터容量이라든지, 非對稱角등에 따라 여러가지 特性을 갖게 할 수 있다. 본 論文의 基本講想의 것은 關聯文獻을 참고하여 2電源電壓用的 것을 취급함에 있어서의 종합적인 事項에 대하여 考察하면 다음과 같다.

1) 2가지電源電壓, 2가지速度特性 및 2가지出力特性을 갖게 하는 兼用電動機의 卷線配置는 각 磁極마다 均等配置를 하여야 한다. 主卷線은 主卷線대로, 補助卷線은 補助卷線대로 直列로 된 純單相電動機卷線으로 한, 卷線分割方式으로 하여야 한다. 그렇치 않는 경우에는 각 경우에 대하여 小소 起動커패시터의 容量이 不規則하게 되어, 特性改善이 全 Ship에 대하여 이루어지지 않고, 특정 Ship에 대하여 과잉에너지에 의한 雜音 및 非効率性을 갖게 한다.

2) 特定한 特性의 改善은 1)의 조건하에서만 定數比調整으로 원활하게 이루어질 수 있다. 본 연구에서 취급한 供試電動機는 補助卷線/(附加卷線+主卷線)比가 1.00로 한 것은, 1.00 이상으로 함으로서 起動特性을 좋게 할 수 있는 效果를 배제하기 위한 것으로, 그림 5에서의 100V印加時의 起動Torque의 不足은 補助卷

線數의 증가 및 起動커패시터容량의 증가로 이를 보상할 수 있다. 즉, 附加卷線/主卷線比를 1.00 이상으로 함으로써 shaded pole 効果의 강화를 보상할 수 있게 된다. 본 연구의 예비시험단계에서, 1)의 조건을 만족치 않은 電動機(현재, 작업성을 고려하여 兼用電動機가 아닌 것에서는 흔히 이런 방식이 채용되고 있다. 그리고, 基本的考察을 거치지 않고 이를 兼用電動機設計에 잘못 適用하는 예가 많다)를 端結線調整 및 定數比變更으로 特性改善을 시도하였으나 실패하고 만 것은 좋은 예라고 볼 수 있다.

3) 磁極當均等分配卷線方式은 定數比調整에 따른 特性改善의 效果가 크게 됨을 알 수 있다.

5. 結 論

이상과 같은 卷線設計調整의 基本을 考察한 바, 兼用電動機의 基本條件을 解析할 수 있었으며, 卷線配置의 均等化로 다소 生産作業性低下의 문제점은 있으나, 品質이 좋은 電動機의 開發 및 機構가 간단하고 경제성있는 兼用電動機의 基本卷線設計方案을 제시하게 되었다.

참 고 문 헌

1) W.J. Morrill: The Revolving-field Theory of

the Capacitor Motor, AIEE Trans. April 1929, pp.614~632.

2) Den's O'Kelly: Equivalent Circuits for Single-phase Induction and Hysteresis Motors, IEEE Trans. P-A-S. Vol. 90, No. 1, 1971, pp. 279~288.

3) C.G. Veinott: Performance Calculations on the Two Speed Shunted Capacitor Motor, IEEE Trans. on P-A-S Vol. 96, No. 4, July/Aug. 1977, pp. 1132~1136.

4) C.G. Veinott: Performance Calculation on L- and T-connected Tapped-winding Capacitor Motor, IEEE Trans. on P-A-S Vol. 96, No. 4 July/Aug. 1977, pp.1137~1144.

5) P.H. Trickey: Performance Calculation on Tapped-winding Capacitor Motors, AIEE 43-4 Jan. 1943, pp. 29~37

6) 황영문, 單相Twin Stator誘導機의 特性解析에 관한 연구, 대한전기학회지 제21권제 3호 1972. 5 pp. 7~18.