

568

純単相誘導電動機特性算定の一考察

そのI 簡易算定法

根本喜章 松井敏夫 有藤兆古
(法政大学工学部)

1. まえがき

従来から三相誘導電動機では簡単な実験から特性を算定する円線図法や定数算定法が知られている。(1)(2)(3)

単相誘導電動機についても簡単な実験から特性を算定する方法が報告されている。(4)(5)

本報告は、電算機の今日の普及から計算が複雑であっても実験が可能な限り簡単に、正確な純単相誘導電動機特性算定を試みているものである。

2. 理論

回転磁界理論による純単相誘導電動機の定常状態における基本式は、(1)式で与えられる。(6)

$$\begin{bmatrix} V_s \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_1 + jX_1 & jX_m & jX_m \\ jSX_m & R_2 + jSX_2 & 0 \\ j(2-S)X_m & 0 & R_2 + j(2-S)X_2 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} I_s \\ I_p \\ I_N \end{bmatrix} \quad (1)$$

V_s : 一次印加電圧, R_1 : 一次抵抗, X_1 : 一次リアクタンス, X_m : 一次二次間のリアクタンス, S : すべり, R_2 : 二次抵抗, X_2 : 二次リアクタンス, I_s : 一次電流, I_p : 二次正相分電流, I_N : 二次逆相分電流

(1)式で、電圧行列、電流行列、インピーダンス行列をそれぞれ、 $[V]$, $[I]$, $[Z]$ とし、(2)式に示す行列でテンソル変換を行えば、(3)式を得る。

$$[Z] = \begin{bmatrix} 1 & & \\ & \alpha & \\ & & \alpha \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$[Z]_t [V] = \begin{bmatrix} V_s \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, [Z]_t [I] = \begin{bmatrix} I_s \\ I_p \\ I_N \end{bmatrix}$$

$$[Z]_t [Z] [Z] = \begin{bmatrix} R_1 + jX_1 & j\alpha X_m & j\alpha X_m \\ j\alpha SX_m & \alpha(R_2 + jSX_2) & 0 \\ j(2-S)\alpha X_m & 0 & \alpha(R_2 + j(2-S)X_2) \end{bmatrix} \quad (3)$$

α : 行列の転置を示す。

いま、(3)式で、 $\alpha = 1/\sqrt{R_2}$ とすれば、(3)式は(4)式となって二次回路定数から、 R_2 を除くことができる。

$$[Z]_t [Z] [Z] = \begin{bmatrix} R_1 + jX_1 & jX_m/\sqrt{R_2} & jX_m/\sqrt{R_2} \\ jSX_m/\sqrt{R_2} & 1 + jSX_2/R_2 & 0 \\ j(2-S)X_m/\sqrt{R_2} & 0 & 1 + j(2-S)X_2/R_2 \end{bmatrix} \quad (4)$$

(4)式のインピーダンス行列から、機械損と鉄損が無いと仮定すると、無負荷運転時には、正相分と逆相分電流によるトルクが等しいから次式が成り立つ。

$$I_1^2 \frac{P}{\omega} \frac{S_0 \frac{X_m^2}{R_2}}{1 + (S_0 \frac{X_2^2}{R_2})} = I_1^2 \frac{P}{\omega} \frac{(2-S_0) \frac{X_m^2}{R_2}}{1 + (2-S_0) \frac{X_2^2}{R_2}} \quad (5)$$

ω : 電源角周波数, P : 極対数, S_0 : 無負荷時すべり

(5)式より $\alpha = X_2/R_2 = 1/\sqrt{1 - (1-S_0)^2}$ が計算される。すなわち、機械損と鉄損を無視すれば実験的に無負荷時のすべり S_0 を測定することによって、(4)式のインピーダンス行列中の X_2/R_2 を知ることができる。そして(4)式で $S=1$ における一次からの入カインピーダンス E (6)式のように書くとすれば、

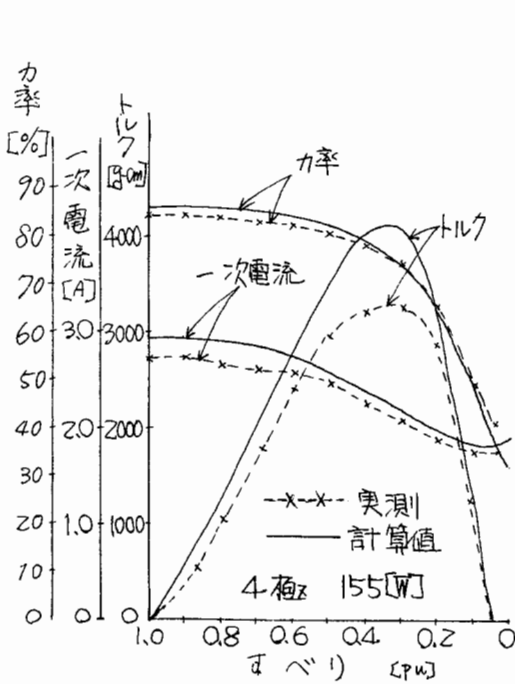
$$Z(1) = R_1 + 2 \frac{X_m^2}{1 + (X_2^2/R_2)} + j(X_1 - 2 \frac{X_m \cdot X_2}{1 + (X_2^2/R_2)}) = R_1 + 2R_m + j\omega L_m \quad (6)$$

(6)式より、 $\beta = X_m^2/R_2 = R_m(1 + \alpha^2)$, $X_1 = L_m + 2\alpha\beta/(1 + \alpha^2)$ が計算される。すなわち、一次の直流抵抗を測定し、(6)式の R_m と L_m を拘束試験から算定すれば、無負荷時のすべりから算出された $\alpha = X_2/R_2$ を用いて、(4)式のインピーダンス行列の X_m^2/R_2 と X_1 および R_1 の値が算出される。

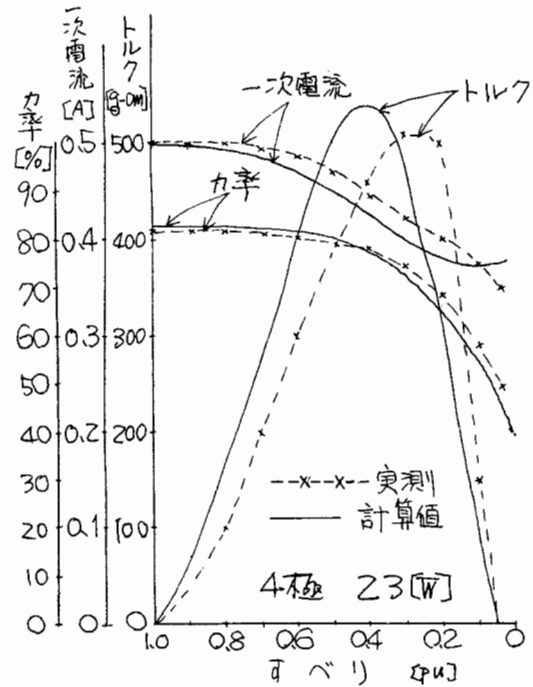
従って、純単相誘導電動機で鉄損と機械損を無視すれば、無負荷時のすべりと一次巻線の直流抵抗測定および拘束試験から電動機のすべての定数を知ることができ、特性を算定することができる。

3. 実験

4極, 155[W] と 4極, 23[W] の2つのコンデンサ分単相誘導電動機を主巻線と純単相誘



オ1 図



オ2 図

専電動機として運転した場合の実測値と計算値の比較をオ1, 乙図に示した。オ1, 乙図から計算値の誤差の大部分は機械損を無視しているため無負荷時の回転数が低く測定されるためである。この影響はトルク対すべり特性のみならずオ1図では計算値は多少大きく出るが、同じ傾向を示しているがオ2図では傾向が少しずれている。これは低出力の機械では機械損による影響が大となるためである。またカ率は計算値と実測値の誤差がオ1図, オ2図ともに少く問題はないが電流ではオ1, 乙図ともに多少の誤差があるがすべりが0.1~0.5までの値をみるとオ1図では誤差が少く同じ傾向にある。しかしオ2図では傾向が多少異なってくる。これはオ1図の供試電動機よりもオ2図の供試電動機の出力が小さいために機械損の影響が大々表われているためである。

以上から比較的大きな出力の機械では、実験が簡単だけでなく実用的であるが低出力の機械では

は機械損による影響のため問題があるが、これを今後の検討にしていきたい。

4. 結言

本報告で述べた特性算定への理論は筆者らが概に発表した多相誘導電動機の特性算定理論を純単相に拡張したものであり、特性算定の基本的着眼点は交差磁界説による特性算定法と同一であるが、理論的発展が異なる。

本報告について御検討していただいた本学講師藤田伊八郎博士ならびに本学教授山形龍男博士にお礼を申しあげます。

- 文献 (1)宮沢,他:昭和48年度全国大会 No.6/2
 (2)山村:電学誌, P676, 74巻, 789号
 (3)石崎:電学誌, P173, Vol.87-1 No.940
 (4)小沢:電学誌, P1113, Vol.90 No.6
 (5)小沢:電学誌, P949, Vol.86-6, No.933
 (6)竹内:電気機器メンテナンス 278 (BB38)