一般用単相誘導電動機の有効巻数比の簡易測定法

正 員 堀口 光敏 (日本工業大学)

Simplified Measurement Method of Turn-ratios of Auxiliary Windings in Single Phase Induction Motors for General Purpose.

Mitsutoshi Horiguchi, Member (Nippon Institute of Technology)

The turn-ratio test is required in single phase induction motor to obtain the data necessary to segregate the losses. In this study, for the single phase induction motors for general purpose that are used widely as single phase induction motors it is discussed that the turn-ratio can be derived from the data obtained in the experiment similar to the locked rotor test for the determination of load characteristics in a polyphase induction motor.

キーワード：単相誘導電動機、主巻線有効巻数、補助巻線有効巻数

1. まえがき

特性計算に関する研究においては、公表できない設計値については実測法によってそれを求めなければ、先には進めない。単相誘導電動機における有効巻数比(=補助巻線有効巻数/主巻線有効巻数)もその1つであるが、有効巻数比の実測法についての論文はないようである¹⁾。

本稿では、通常の運転速度に達すると、モータに内蔵されている遠心力スイッチが働き、補助巻線が巻線端子から切り離される一般用単相誘導電動機²⁾に対しても、簡便な測定から有効巻数比は推定できる、について述べている。

2. 算定式の導出

始動時(s=1)では、単相誘導電動機は主巻線相と補助巻線相が完全に相分離され³⁾、また補助巻線は遠心力スイッチによって補助巻線端子に接続されているから有効巻数比の測定にはこの始動特性を利用するのが得策である。この場合、コンデンサを内蔵するコンデンサ始動電動機などはそのコンデンサの端子間を短絡することによって、電気回路的には分相始動電動機と同一構造となり得る。

今、図1(a)のように、補助巻線端子間を開放状態にし、主巻線端子間に低電圧の電圧を印加した場合を考えると、主巻線を一次巻線、回転子巻線を二次巻線とする変圧器と考えることができるから、近似的に次式が成り立つ。

$$\alpha r_{2M} = \frac{W_M}{I_M^2} - r_{1M} \dots \dots \dots (1)$$

ここに、 α :表皮効果を考慮する係数⁴⁾、 I_M :主巻線電流[A]、 W_M :主巻線端子間よりみた消費電力[W]、 r_{1M} :主巻線端子間の直流分の抵抗[Ω]。

また、同図(b)のように、主巻線端子間は開放状態とし、補助巻線端子間に低電圧の電圧を印加した場合を考えると、補助巻線を一次巻線、回転子巻線を二次巻線とする

図1 原理図と測定回路

Fig.1. Circuit model and measurement circuits

変圧器と考えることができ、近似的に次式が成り立つ。

$$\alpha r_{2A} = \frac{W_A}{I_A^2} - r_{1A} \dots \dots \dots (2)$$

ここに、 I_A :補助巻線電流[A]、 W_A :補助巻線端子間よりみた消費電力[W]、 r_{1A} :補助巻線端子間の直流分の抵抗[Ω]。

(1)式と(2)式をこのように考えると、(1)式と(2)式における r_{2M} と r_{2A} はそれぞれ一次換算値の二次抵抗で、 r_{2M} が主巻線側換算値、 r_{2A} が補助巻線側換算値となる。従って、 r_{2A} の r_{2M} に対する比をとると、この比は補助

$$a^2 = \left(\frac{W_A}{I_A^2} - r_{1A} \right) / \left(\frac{W_M}{I_M^2} - r_{1M} \right) \dots \dots \dots (3)$$

巻線有効巻数の主巻線有効巻数に対する比の2乗で有効巻数比の2乗となり、単相誘導電動機の有効巻数比が電流計、

(a) $\alpha < 1$ の機械 (b) $\alpha > 1$ の機械

図2 実験結果

Fig.2. Experimental results

電力計及びオーム計の各読みから(3)式によって求められることになる。

3. 測定方法と結果

<3・1> 測定方法⁵⁾ 実用的な測定回路は図1で、GP-IB 付のデジタル AC パワーメータを用いて計測支援システムを採用するとよい。

この方法では、同じような実験を2度繰り返すことになるが、測定中の巻線の温度上昇を抑制できること、使用する計器が少なく済むこと及び電源設備容量も小さくて済むことなどの利点を有する。

<3・2> 結果とその検討 測定結果を図2に示す。図2の結果は、使用する計器の分解能を考慮して、主巻線には定格電流の2/3倍位の電流を流すに必要な電圧を印加、そして、補助巻線には、有効巻数比が1より小さい機械に対しては $V_A = 0.6 V_M$ の関係の電圧を、また、有効巻数比が1より大きい機械では $V_A \approx V_M$ の関係の電圧を、それぞれ印加した場合の諸量における計算結果である。

図2に明らかなように、いずれのメーカーの製品についても実際の値を3%以内の精度で推定できることがわかる。

なお、供試機の中には、巻線分布係数比(=補助巻線の巻線分布係数/主巻線の巻線分布係数)が1.00の製品もあれば1.13の製品もある。また、銅量比(=補助巻線の銅量/主巻線の銅量)については、0.58の製品もあれば、0.14の製品もあった。

しかし、いずれの製品についても測定結果に大差がないことがわかる。ここに、100W コンデンサ始動電動機(A

図3 巻線分布の例

Fig.3. Example of the distribution of windings

社製)の巻線分布図を図3に示す。定格電圧は100V、定格電流は3.6/3.0A、定格出力は100W、極数は4極で、固定子スロット数は32である。このモータの有効巻数比を図3より求めると1.62となり⁶⁾、測定結果は1.64であるから測定誤差は1.2%となる。

4. むすび

製品の有効巻数比を負荷特性算定のための拘束試験と同じような試験から求める方法について述べた。

本法の特長は、被電動機を回転せずに、而も低電圧で測定ができることである。従って、一般用単相誘導電動機だけでなく、さらに大きな容量の単相モータであっても、同じように、簡易に、そして精度よく有効巻数比を求めることができることになる。なお、本文(3)式については、不定形を心配する向きもあるが、実用的なモータの場合、そのような状態は考えにくく、本実測法は、有効巻数比の測定法として、有用な方法の1つになると考えている。

終わりに、有効巻数比の実際の値を提供して頂いた各メーカーの各位に感謝の意を表わします。

(平成11年1月21日受付、平成11年3月18日再受付)

文 献

- (1) C.G.VINOTT:THEORY AND DESIGN OF SMALL INDUCTION MOTORS (McGRAW-HILL) pp.366~367 (1959)
- (2) J I S C 4203-1983 一般用単相誘導電動機
- (3) 例えば、電気学会編：電気学会大学講座電気機械工学 第3巻、電気学会 p.204 (昭26)
- (4) 電気学会編：電気学会大学講座電気機器工学 I (改訂版) pp.222~223 (1994)
- (5) 堀口：単相誘導電動機の有効巻線比の簡易測定法 回転機研究会 RM-98-95 pp.25~28 (1998)
- (6) 石黒・坪島：単相誘導電動機とその応用 オーム社 pp.217~219 (昭34)

堀口 光敏 (正員) 昭和18年8月6日生まれ。昭和44年3月法政大学工学部電気工学科卒業。同年4月日本工業大学工学部電気電子工学科助手として勤務、昭和59年講師現在に至る。主として、小形誘導電動機の特性算定法と制御に関する研究に従事。