

誘導電動機のパラメータ算定に関する実験的検証

平石 大地 野口 季彦
(長岡技術科学大学)

1. はじめに

誘導電動機のベクトル制御法は直流機に匹敵するトルク制御特性を可能とするため、産業界で広く普及している。この制御法では制御対象となる電動機のパラメータを精度良く設定することが不可欠であるため、パラメータの測定および算定は高い制御性能を実現するための前提条件として非常に重要である。本稿ではパラメータの算定条件を理想的な状況に近づけるため、可変電圧可変周波数 (VVVF) リニア電源で純正弦波電圧を供給し、温度一定の管理下で同期機を用いた無負荷試験や拘束試験を行い、算定精度の向上を図ったので報告する⁽¹⁾。

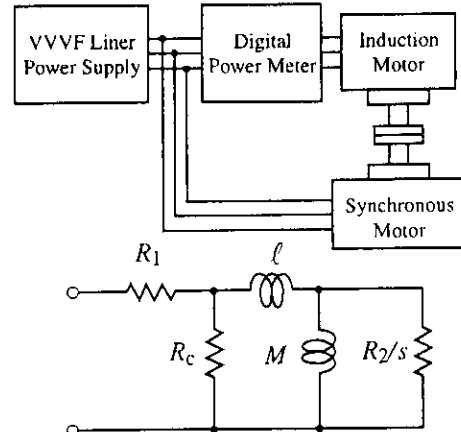
2. パラメータ算定方法と算定結果

<2.1>測定条件

今回使用した誘導電動機の定格を TABLE I に示す。無負荷試験においては完全な同期運転を行うため、Fig.1 に示すように誘導電動機を同期機と直結し VVVF リニア電源より純正弦波三相平衡電圧を印加した。さらに測定時は電動機のフレームが 32~35 [°C] の範囲に入るように温度管理を徹底した。なお固定子抵抗は直流電位降下法で計測した値をこの温度に換算して使用している。

<2.2>無負荷試験

完全な同期運転を行う無負荷試験から算定された固定子インダクタンスを Fig.2(a) に示す。横軸を端子電圧に対する運転周波数比 (V/f 比) として規格化し、種々の運転周波数に対してプロットした。各周波数における特性はほぼ一致しており、V/f 比が 3 以上では磁気飽和のためインダクタンスが減少している。この結果を平均して得られた代表特性と同期機を用いない通常は無負荷試験から得られた結果を Fig.2(b) に示す。これより低電圧領域において通常の方法では誤差が大きくなるものの、両方式の間で大きな相違は見られないことがわかる。次に無負荷試験より算出される (並列) 鉄損抵抗を Fig.3(a) に示す。通常、ベクトル制御では磁束振幅を一定に保つことから、V/f 比を一定 (定格値 3.0 [V/Hz]) として周波数を変化した場合、鉄損抵



R_1 : Stator resistance R_c : Core loss resistance
 M : Magnetizing inductance l : Leakage inductance
 R_2 : Rotor resistance s : slip

Fig.1 System configuration for parameter measurement and equivalent circuit of induction motor.

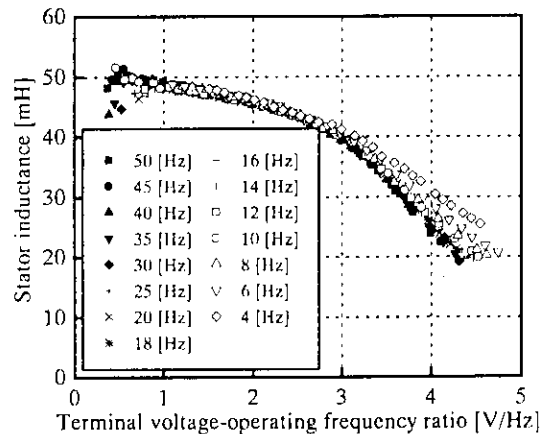


Fig.2(a) Stator inductance of tested motor.

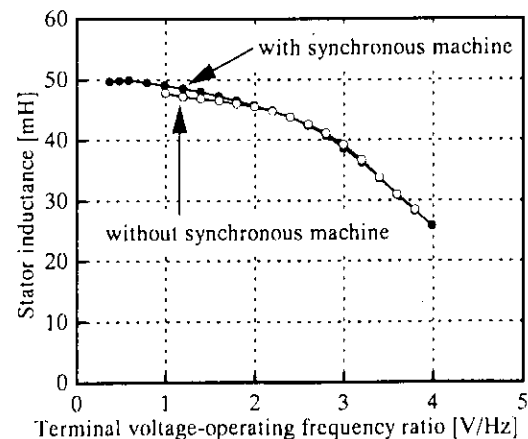


Fig.2(b) Stator inductance measured with/without synchronous machine.

TABLE I RATINGS OF TESTED INDUCTION MOTOR

Three Phase Squirrel Cage Induction Motor	
Output power	2.2 [kW]
Operating frequency	53 [Hz]
Stator terminal voltage	160 [V]
Rotating speed	1500 [rpm]
Stator current	13.5 [A]
Number of poles	4 poles

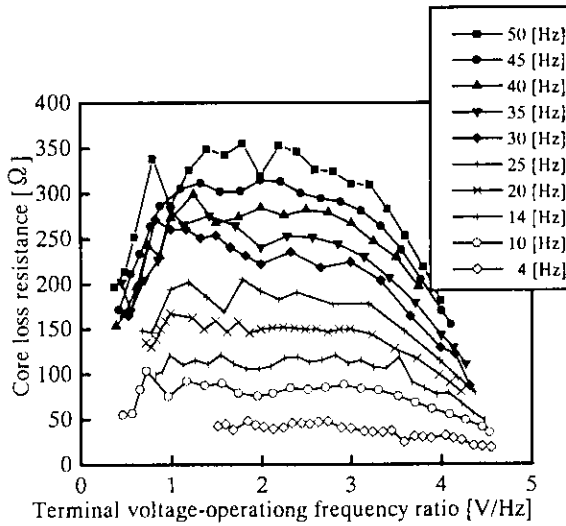


Fig.3(a) Core loss resistance of tested motor.

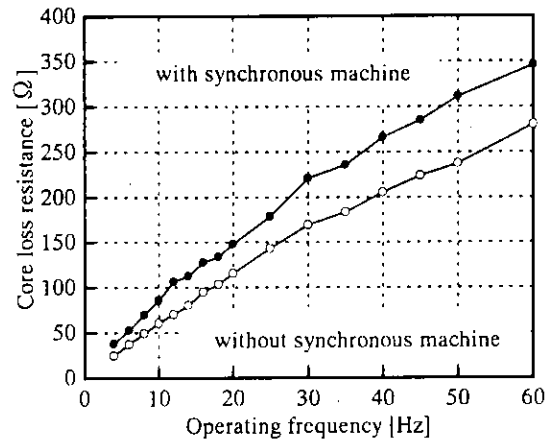


Fig.3(b) Core loss resistance measured with/without synchronous machine.

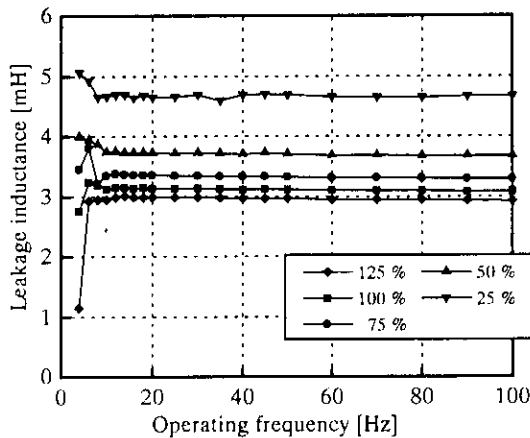


Fig.4 Leakage inductance of tested motor.

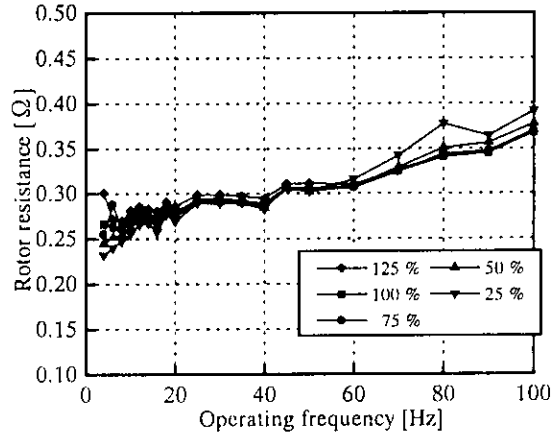


Fig.5 Rotor resistance.

抗は Fig.3(b)のような特性になる。この図には同期機を用いない通常の無負荷試験結果もプロットされているが、その値は同期機を用いた方法の70%程度でしかない。これより摩擦などによるわずかな滑りでも考慮しなければ、甚大な算定誤差を生ずることがわかる。

< 2. 3 > 拘束試験

拘束試験は定格電流点でのみ行うのが一般的であるが、今回は電流値を定格の25%から125%まで変化させた。Fig.4に漏れインダクタンスの特性を示す。ただし、これは回転子側の漏れをすべて固定子側に換算した値である。ここで電流値の増加に伴い磁気飽和のために漏れインダクタンスは減少するが、周波数に対してはほぼ一定の値を示す。次に回転子抵抗を Fig.5に示す。周波数に対して若干の増加が見られるものの、電流値に対する依存性は見られない。これは抵抗体の表皮効果によるものと考えられるが、回転子の周波数は非常に低いためゼロ周波数付近の値を採用すればよい。

3. まとめ

本稿ではVVVFリニア電源の純正弦波電圧を用いて、種々の運転条件における誘導電動機パラメータの算定法およびその結果について述べた。特に無負荷試験では完全な同期運転を行わなければ、鉄損抵抗の算定値に大きな誤差が生ずることを明らかにした。

ベクトル制御で高精度のトルク制御を実現するためには、精度良く算定したパラメータを用いて制御アルゴリズムを構築しなければならないが、本稿で述べたパラメータ算定法により鉄損抵抗補償などのために有効なデータが得られた。

参考文献

- (1) 中野, 赤木, 高橋, 難波江: 「二次巻線鎖交磁束に着目した誘導電動機の新しい等価回路とその定数決定法」 電学論 B, 103, 216~222(昭58-3)