

A-31 PWM 高調波を利用したセンサレスベクトル制御系のパラメータ感度

鈴木秀明 野口季彦 (長岡技術科学大学)

1. はじめに 従来、誘導機 (IM) のベクトル制御では数学モデルに基づく磁束位相の推定が用いられている。しかし、モデルの不確かさやパラメータミスマッチなどにより磁束位相の推定誤差が生じてベクトル制御特性の悪化を招く。このような問題を根本的に解決する方策として、著者らはIMの僅かな突極性の影響を受けた高調波電流の位相情報から磁束位相を推定する手法を提案した。この方式は数学モデルを用いないため、パラメータ変動に対する感度を低く抑えることができると考えられる。本稿ではシミュレーションにより固定子、回転子抵抗が変動したときのパラメータ感度について検討したので報告する。

2. 磁束位相の推定法 提案する磁束位相推定法は、主磁束方向の磁気飽和現象による僅かな突極性に着目したものである<sup>[1]</sup>。これは基本波主磁束により漏れインダクタンスが飽和し、主磁束の方向 ( $d$  軸) とそれに直交する  $q$  軸との間で漏れインダクタンスの分布が不均一となることを利用している。ここで、両軸に対して振幅が等しい高調波電圧を印加すると、それに対応した高調波電流は主磁束方向に長径を有する楕円軌跡を描く。これを推定座標系  $\hat{d}\hat{q}$  上で観測すると磁束位相誤差  $\Delta\theta$  に相当する角度だけ傾いた楕円軌跡として観測される。また、両軸の高調波電流は時間領域で  $90 \pm \Delta\phi$  (deg) の位相関係をもち、 $\Delta\theta$  は  $\Delta\phi$  と一意に対応するため  $\Delta\phi$  より  $\Delta\theta$  を決定できる。

3. シミュレーション結果 表1のようなパラメータをもつIMを想定し、磁束位相推定ベクトル制御システムのシミュレーションを行った。シミュレーションでは速度を一定に保ちトルク指令を与えて、 $R_s, R_r$  の変動に対する出力トルク、磁束位相、磁束振幅の誤差を評価した。これらの結果を図2~4に示す。キャリア周波数を  $f_c = 4$  (kHz) とし、磁束位相推定に用いた推定アルゴリズムは図1のように構成した。各ゲインは  $b_0 = 0.1$ ,  $b_1 = 20000$ ,  $b_2 = 450$  である。図2より高速高トルク時においてもトルク誤差は10%以内に抑えられていることがわかる。図3では無負荷のときでも  $+2.0$  (elec. deg) の位相誤差が存在しているが、これは高調波電流位相が  $R_s, R_r$  の影響を受けて現れたものと考えられる。しかし、 $R_s, R_r$  がノミナル値の125%に変動した場合でも位相誤差は  $\pm 2.5$  (elec. deg) 以内に抑えられており、パラメータ変動に対して感度が低いことがわかる。また、位相誤差の影響を受けて図4のように磁束振幅誤差も生じるが、全運転領域でほぼ  $\pm 10\%$  以内に抑制されている。

4. まとめ 本稿ではIMの磁束センサレスベクトル制御としてPWM高調波電流軌跡から磁束位相を推定する手法を検討し、固定子および回転子抵抗の変動に対してロバストであることをシミュレーションにより確認した。

参考文献

[1] 鈴木, 野口: 「ベクトル制御誘導機におけるPWM高調波を利用した磁束位相推定の可能性」 電気学会東北支部連合大会 (平15)

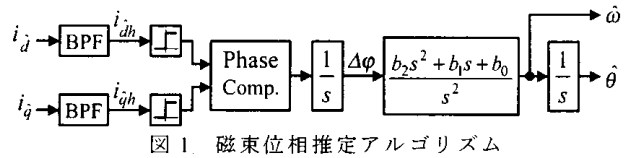
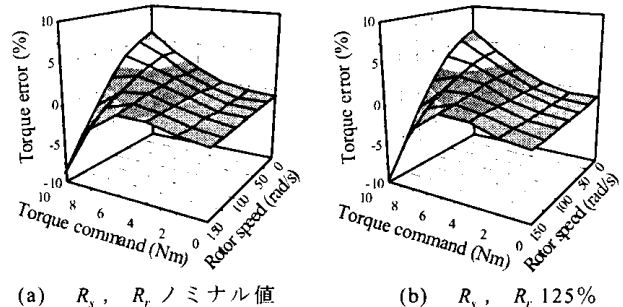
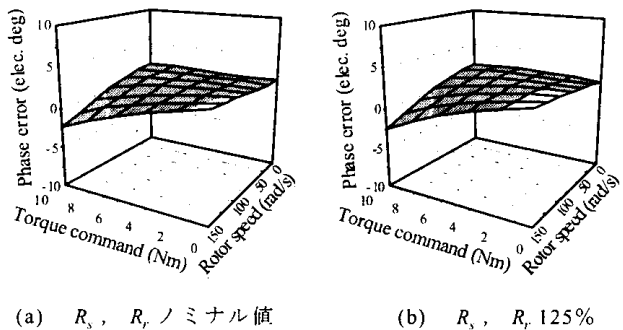


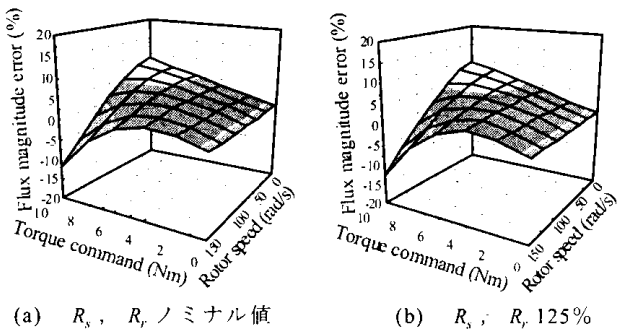
図1 磁束位相推定アルゴリズム



(a)  $R_s, R_r$  ノミナル値 (b)  $R_s, R_r$  125%  
図2 出力トルク誤差



(a)  $R_s, R_r$  ノミナル値 (b)  $R_s, R_r$  125%  
図3 磁束位相誤差



(a)  $R_s, R_r$  ノミナル値 (b)  $R_s, R_r$  125%  
図4 磁束振幅誤差

表1 モータパラメータ

Stator resistance ( $\Omega$ )	$R_s = 0.542$	
Rotor resistance ( $\Omega$ )	$R_r = 0.536$	
Magnetizing inductance (mH)	$M_d = 50.81$	$M_q = 51.03$
Stator leakage inductance (mH)	$\ell_{sd} = 4.14$	$\ell_{sq} = 5.14$
Rotor leakage inductance (mH)	$\ell_{rd} = 0.01$	$\ell_{rq} = 1.01$
Rated flux magnitude (Wb)	0.427	
Rated torque (Nm)	12.0	
Rated speed (rad/s)	150	