

巻線形誘導電動機を用いた回転子電流検出によるベクトル制御系の特性比較

中林 洋子 (日本サーボ) 近藤 正示 (長岡技術科学大学)

1. はじめに

すべり周波数ベクトル制御では、実機とコントローラ内の回転子抵抗 R_2 のミスマッチによるトルク誤差が問題視されている。本稿では、すべり周波数ベクトル制御と巻線形誘導電動機を用いた回転子電流検出を考慮したベクトル制御について、回転子抵抗 R_2 の変動による影響を発生トルク、回転子磁束の大きさ、d 軸回転子電流から比較検証する。

2. 回転子電流検出を考慮したベクトル制御の構成

巻線形誘導電動機は回転子電流を検出することができる。回転子座標上($\alpha\beta$ 軸)にある回転子電流は、(1)式のように回転角速度 ω_{re} を用い固定子座標上(dq 軸)に変換する。

$$\begin{bmatrix} i_{2\alpha} \\ i_{2\beta} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \omega_{re} & -\sin \omega_{re} \\ \sin \omega_{re} & \cos \omega_{re} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{2\gamma} \\ i_{2\delta} \end{bmatrix} \quad (1)$$

回転子磁束鎖交数を(2)式で求める。

$$\Phi_{2\alpha\beta} = M i_{1\alpha\beta} + L_2 i_{2\alpha\beta} \quad (2)$$

d軸は回転子磁束ベクトルの方向である。そこで、算出した $\Phi_{2\alpha}$, $\Phi_{2\beta}$ を用いた(3)式で回転座標変換を行う。

$$\begin{bmatrix} i_{1d} \\ i_{1q} \end{bmatrix} = \frac{1}{|\Phi_2|} \begin{bmatrix} \Phi_{2\alpha} & \Phi_{2\beta} \\ -\Phi_{2\beta} & \Phi_{2\alpha} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{1\alpha} \\ i_{1\beta} \end{bmatrix} \quad (3)$$

(4)式で発生トルクの式を示す。

$$T_{qcal} = M(i_{2\alpha} i_{1\beta} - i_{1\alpha} i_{2\beta}) \quad (4)$$

(4)式で得られた T_{qcal} をフィードバックし、トルク誤差から(6)式のように位相補正を行う。トルクが変動した時、この位相補正はすべり周波数ベクトル制御のすべり角速度 ω_s^* の式と同じ働きをする。

$$\theta = \tan^{-1}(\Phi_{2\beta} / \Phi_{2\alpha}) \quad (5) \quad \theta_T = \theta + K_T \Delta \theta_T \quad (6)$$

回転子電流検出を考慮したベクトル制御のブロック図を Fig.1 に示す。

3. シミュレーション結果

Fig.2 に実機の回転子抵抗 R_2 が変動した場合のトルク応答結果を示す。実機とコントローラ内の R_2 に誤差が生じていない場合を100%基準とし、実機の R_2 を120%、80%と変動させた。条件として、回転速度は25[Hz]一定、トルク指令値を ± 2.0 [Nm]とステップ状に与えている。シミュレーションで用いたモータパラメータをTable 1に示す。Fig.2(a)より、すべり周波数ベクトル制御において、 R_2 が80%変動した場合の方が T_{qcal} の変動が大きくなる。これはすべり角速度成分が小さく、回転しにくい状態に陥っているためである。また、 i_{2d} に着目すると最大-0.38[A]の過渡的な変動が起こることがわかる。それに対し、(b)の回転子電流を考慮したベクトル制御では、 R_2 が変動した場合 T_{qcal} , Φ_{2cal} , i_{2d} はほぼ一定値となる。

Table 1 モータパラメータ

R_1	0.685[Ω]	R_2	0.723[Ω]
L_1	79.0[mH]	L_2	71.0[mH]
M	71.0[mH]		

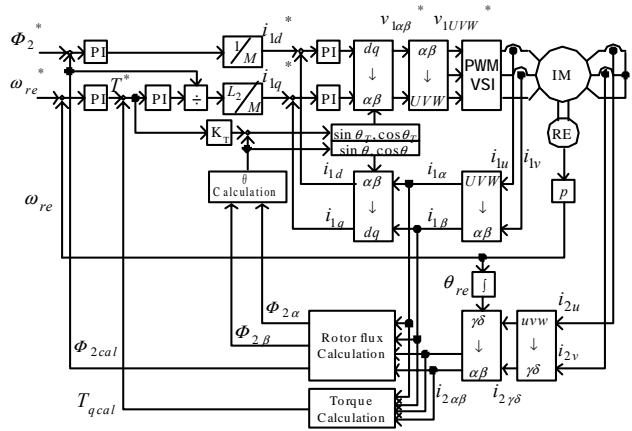
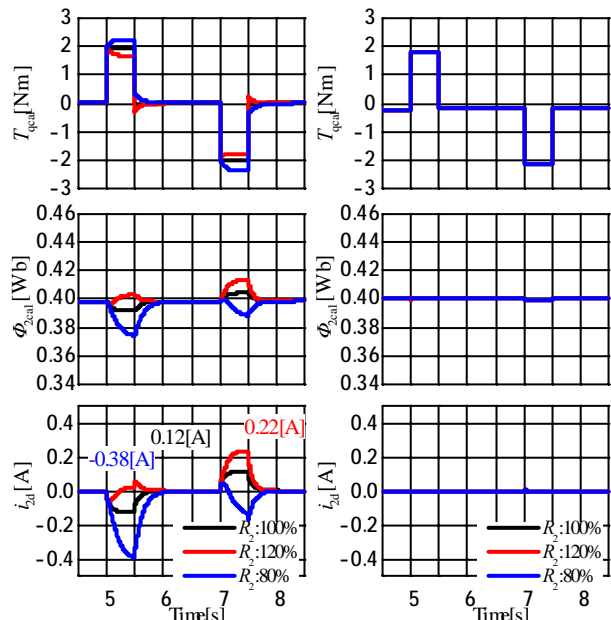


Fig.1 回転子電流検出を用いたベクトル制御ブロック



(a) すべり周波数ベクトル制御 (b) 回転子電流検出を考慮したベクトル制御

Fig.2 回転子抵抗 R_2 変動時のトルク応答特性

4. まとめ

本稿では、回転子電流検出を用いたベクトル制御とすべり周波数ベクトル制御を計算機シミュレーションにより比較し、提案法が回転子抵抗 R_2 にロバストなトルク応答が実現できることを確認した。

参考文献

[1] 中林, 近藤: 「巻線形誘導電動機を用いたベクトル制御系の二次磁束計算による評価」電気学会産業応用部門大会 I-301 (2003)