

野口 季彦 (岐阜工業高等専門学校)、高橋 勲 (長岡技術科学大学)

1. はじめに 近年注目されている速度センサレスベクトル制御は二次抵抗 R_2 の変動が速度制御とトルク制御の相互に複雑な悪影響を及ぼす。その一方で一次磁束とトルクをスイッチングテーブルで直接制御する方式⁽¹⁾から速度センサレス化したもの⁽²⁾も発表されており、トルク制御が R_2 の影響を受けない特徴を有するとともに 1:100 に迫る速度制御範囲を実現している。ここではその優れた特性を失うことなく従来と異なる原理に基づいた速度センサレス制御方式を提案する。

2. パラメータ同定機構によるすべり角周波数の推定 任意角周波数で回転する $r\delta$ 座標において、誘導電動機の状態方程式を一次電流、一次磁束鎖交数について表すと次式のようなになる。

$$P \begin{bmatrix} i_{1r} \\ i_{1s} \\ \psi_{1r} \\ \psi_{1s} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{R_1 L_{22} + R_2 L_{11}}{L_{11} L_s} & \omega - \omega_m & \frac{R_2}{L_{11} L_s} & \frac{L_{22}}{L_{11} L_s} \\ -(\omega - \omega_m) & -\frac{R_1 L_{22} + R_2 L_{11}}{L_{11} L_s} & -\omega_m \frac{L_{22}}{L_{11} L_s} & \frac{R_2}{L_{11} L_s} \\ -R_1 & 0 & 0 & \omega \\ 0 & -R_1 & -\omega & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{1r} \\ i_{1s} \\ \psi_{1r} \\ \psi_{1s} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{L_{22}}{L_{11} L_s} & 0 \\ 0 & \frac{L_{22}}{L_{11} L_s} \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_{1r} \\ v_{1s} \end{bmatrix} \quad (1)$$

ここで、一次磁束鎖交数の角周波数を ω_1 とし r 軸と磁束ベクトル ψ_1 の方向を一致させると、 $\omega = \omega_1$ 、 $\omega_m = \omega_1 - \omega_m$ 、 $[\psi_{1r}, \psi_{1s}] = [|\psi_1|, 0]$ とおける。磁束一定制御を仮定すると $|\psi_1| = \text{一定}$ であるから、以上の条件を (1) 式へ代入すれば一次電流に関する簡単な状態方程式が得られる。

$$P \begin{bmatrix} i_{1r} \\ i_{1s} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{R_2}{L_s} & \omega_m \\ -\omega_m & -\frac{R_2}{L_s} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{1r} \\ i_{1s} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{R_2}{L_{11} L_s} \\ \omega_m \frac{L_{22}}{L_{11} L_s} \end{bmatrix} |\psi_1| \quad (2)$$

(2) 式の一次電流は ω_m の関数として直線的に変化するので、並列式 MRAS に基づいて ω_m を可調節パラメータとした同定機構を図1のように構成できる。

3. 制御システムの構成 同定機構で推定した $\hat{\omega}_m$ から回転速度の推定値 $\hat{\omega}_1$ は次式によって求められる。

$$\hat{\omega}_1 = \hat{\omega}_m + \hat{\omega}_s \quad (3)$$

なお速度センサレスによる実用的な速度制御範囲を考えると、静止した dq 座標における一次磁束鎖交数 ψ_{1d} 、 ψ_{1q} は一次電圧 v_{1d} 、 v_{1q} と一次電流 i_{1d} 、 i_{1q} を一次遅れ要素に入力して近似的に求められる。したがって、この ψ_{1d} 、 ψ_{1q} を用いて ω_1 は (4) 式で、図1の座標変換は (5) 式で演算することができる。図2、図3に本制御システムの構成とシミュレーション結果を示す。これより良好な制御特性が得られていることがわかる。

$$\omega_1 = \frac{(v_{1q} - R_1 i_{1q}) \psi_{1d} - (v_{1d} - R_1 i_{1d}) \psi_{1q}}{\psi_{1d}^2 + \psi_{1q}^2} \quad (4)$$

$$\begin{bmatrix} i_{1r} \\ i_{1s} \end{bmatrix} = \frac{1}{|\psi_1|} \begin{bmatrix} \psi_{1d} & \psi_{1q} \\ -\psi_{1q} & \psi_{1d} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{1d} \\ i_{1q} \end{bmatrix} \quad (5)$$

4. まとめ 本論文ではパラメータ同定機構に基づくすべり角周波数の推定法とそれを適用した新しい速度センサレス制御法を提案し、デジタルシミュレーションによりその妥当性を確認した。

5. 参考文献 (1) 高橋、野口 「瞬時すべり周波数制御に基づく誘導電動機の新高速トルク制御法」 電学論B、vol.106、p.9 (昭61-1)

(2) 大森、宮下 「速度センサレス瞬時空間ベクトル制御」 産応研究会資料、IEA-90-33 (平2-10)

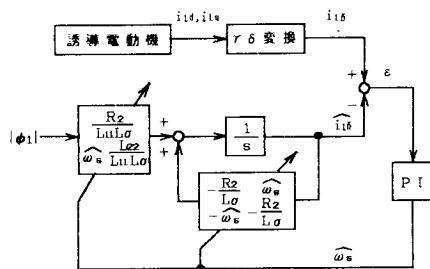


図1 すべり角周波数同定機構

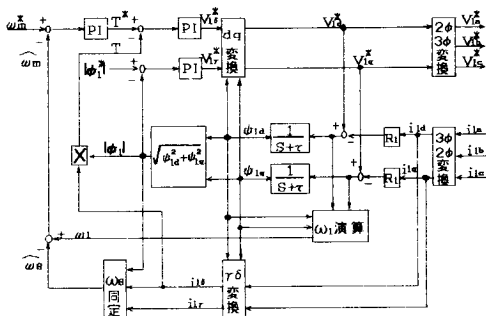


図2 速度センサレス制御システム

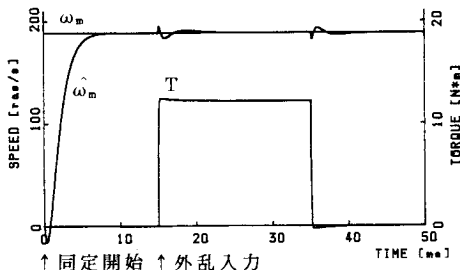


図3 シミュレーション結果