

832 一次抵抗と二次抵抗の変動にロバストな誘導機の高速トルク制御法

— インダクタンスの設定誤差に対する二次時定数同定特性の検討 —

正員 野口 季彦 正員 近藤 正示 正員 高橋 勲 (長岡技術科学大学)
 Quick-Torque Response Control of Induction Motor with Robustness against Variations of Primary and Secondary Resistances
 Toshihiko Noguchi, Member, Seiji Kondo, Member and Isao Takahashi, Member (Nagaoka University of Technology)

1. まえがき

筆者らは一次抵抗と二次抵抗の変動にロバストな誘導電動機の制御法を提案した⁽¹⁾⁽²⁾。これは磁束フィードバック形の高速トルク制御法に、瞬時無効電力を用いた二次時定数同定機構を付加したもので、一次抵抗の影響を受けずに⁽³⁾二次抵抗の変動補償を行うことができる。本稿ではさらにこの手法について、インダクタンスの設定誤差が同定機構に及ぼす影響を検討したので報告する。

2. 一次抵抗にロバストな二次時定数同定機構

図1に二次時定数同定機構の構成を示す。本構成では、誘導電動機に入力される瞬時無効電力 Q を(1)式から求めて規範モデルとする。

$$Q = \text{Im}(v_{1dq} \overline{i_{1dq}}) \dots\dots\dots (1)$$

一方、二次磁束シミュレータを(2)式により構成し、その出力を用いて瞬時無効電力の推定値 \hat{Q} を(3)式で求める。

$$\hat{\psi}_{2dq} = \frac{\hat{M}}{1 + (p - j\omega_m)\hat{\tau}_2} i_{1dq} \dots\dots\dots (2)$$

$$\hat{Q} = \frac{\hat{M}}{\hat{L}_{22}} \text{Im}(p \hat{\psi}_{2dq} \overline{i_{1dq}}) + \ell \text{Im}(p i_{1dq} \overline{i_{1dq}}) \dots\dots\dots (3)$$

これらの式は数学モデルに相当し、(1)式と(3)式の瞬時無効電力推定誤差 ΔQ が零に収束するように二次磁束シミュレータの $\hat{\tau}_2$ を動的に調整する。ここで、 $M = L_{22}$ であり⁽⁴⁾、(1)式も真値を使って(3)式と同様に表すことができるので ΔQ は次のように簡単化される。

$$\Delta Q = Q - \hat{Q} = \text{Im}\{p(\psi_{2dq} - \hat{\psi}_{2dq})\overline{i_{1dq}}\} \dots\dots\dots (4)$$

したがって、(2)式における \hat{M} の設定が正確であれば ΔQ を用いて一意的に $\hat{\tau}_2$ を同定することができる。

3. 同定誤差の検討

次に(4)式を定常状態について解くと

$$\Delta Q = \frac{\omega \{M - \hat{M} + (\omega - \omega_m)^2 (M\hat{\tau}_2^2 - \hat{M}\tau_2^2)\} |I_1|^2}{\{1 + (\omega - \omega_m)^2 \hat{\tau}_2^2\} \{1 + (\omega - \omega_m)^2 \tau_2^2\}} \dots\dots\dots (5)$$

となる。ここで $\hat{\tau}_2 = \tau_2 + \Delta\tau_2$ 、 $\hat{M} = M + \Delta M$ とおき、同定が完了して $\Delta Q = 0$ となった場合について、インダクタンスの設定誤差 ΔM に対する二次時定数の同定誤差 $\Delta\tau_2$ の関係を導くと(6)式ようになる。ただし、 $\omega - \omega_m \neq 0$ とする。

$$\Delta\tau_2 = \sqrt{\left(1 + \frac{\Delta M}{M}\right) \tau_2^2 + \frac{\Delta M}{(\omega - \omega_m)^2 M}} - \tau_2 \dots\dots\dots (6)$$

図2は上式に基づいて描いたグラフであり、ここに示したように $\Delta\tau_2$ は ΔM に対して強い依存性を有する。特に磁気飽和によって実機のインダクタンスが等価的に減少した

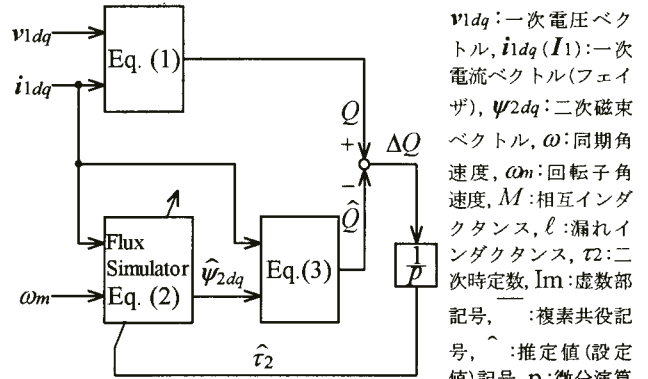


図1 二次時定数同定機構
 Fig. 1. Secondary time constant identifier.

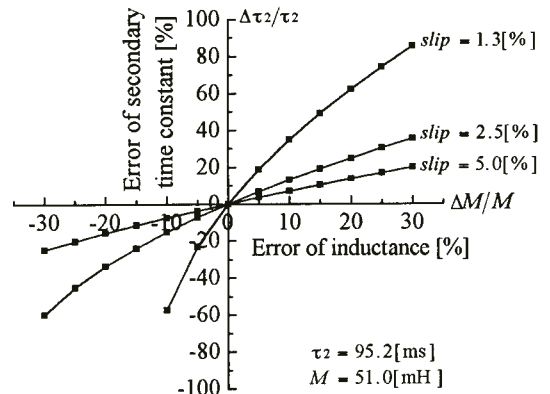


図2 二次時定数の同定誤差特性
 Fig. 2. Identification error of secondary time constant.

場合は、 $\Delta M > 0$ となるため $\Delta\tau_2$ は ΔM にほぼ比例して増大する。また、 $\Delta\tau_2$ はすべり角周波数 $\omega - \omega_m$ にも影響を受け、軽負荷時ほど $\Delta\tau_2$ の誤差率が增大する。

4. むすび

本稿では瞬時無効電力を用いた二次時定数同定機構について、インダクタンスの設定誤差が同定特性に及ぼす影響を検討した。その結果、二次時定数の同定誤差がインダクタンスの設定誤差に強く依存することを定式化し、その誤差率の増大が軽負荷時ほど顕著になることを明らかにした。

文 献

- (1) 野口季彦・高橋 勲：平6電気学会全大，No. 651
- (2) 野口季彦・山田和範・近藤正示・高橋 勲：電気学会半導体電力変換研究会，SPC-94-92 (平6)
- (3) K. Tungpimolrut, F. Peng, T. Fukao: IEEE IAS Meeting, 521 (1993)
- (4) 中野博民・赤木泰文・高橋 勲・難波江 章：電学論B, 103, 216~222 (昭58)