

外乱オブザーバによるデッドタイム誤差補償を用いた 誘導機駆動システムの中高速領域での運転

星野哲馬（長岡技術科学大学）・伊東淳一（長岡技術科学大学）

1. はじめに

モータドライブシステムではインバータのデッドタイムによる出力電圧の誤差は大幅な制御性能の劣化をもたらす⁽¹⁾。特に、誘導機の V/f 制御ではオープンループ制御であるため、制御性能の劣化が著しい。

著者らは外乱オブザーバによるデッドタイム誤差電圧補償法を提案し、 V/f 制御に適用して良好な結果を得ている⁽²⁾。しかし、中高速でオブザーバは逆起電力を誤差電圧とともにキャンセルするため不具合が生じる。

本論文では、 V/f 制御に推定速度が遅いオブザーバと速いオブザーバを併用し、逆起電力を打ち消す方法を提案する。提案法を誘導電動機の V/f 制御システムに適用し、良好な結果を得たので報告する。

2. 外乱オブザーバの問題と対策

回転座標変換の d 軸方向が二次磁束ベクトルと一致していると仮定すれば、 q 軸の二次磁束 ϕ_{2q} がゼロとなり q 軸の一次電圧 v_{1q} は(1)式で計算できる。

$$v_{1q} = (R_1 + R_2 + pL_\sigma) i_{1q} - \omega_1 L_\sigma i_{1d} + \omega_m \phi_{2d} \quad (1)$$

ただし v_{1q} : q 軸一次電圧, i_{1q} : q 軸一次電流, ϕ_{2d} : 二次磁束, i_{1d} : d 軸一次電流, R_1 : 一次抵抗, R_2 : 二次抵抗, L_σ : 漏れインダクタンス, p : 微分演算子, ω_1 : 一次周波数, ω_m : 二次周波数を表す。

図 1 に提案する外乱オブザーバの構成を示す。提案法では一次電圧 v_{1q} を(1)式の逆関数を用いて推定する。低速領域では $R_1 + R_2 \gg \omega_1 L_\sigma$ であるから干渉項と逆起電力の影響は無視でき、外乱オブザーバによるインバータの電圧誤差推定値 $\Delta \hat{V}$ は(2)式で推定できる。

$$\Delta \hat{V} = \frac{1}{1+sT} \{ v_{1q}^{**} - (R_{1c} + R_{2c} + sL_{\sigma c}) i_{1q} \} \quad (2)$$

ただし、サフィックスの c は制御装置の設定値, s はラプラス演算子を表す。

中高速領域では誤差補償電圧に干渉項と逆起電力項が現れる。提案法では逆起電力の周波数特性に注目して逆起電力を遅いオブザーバで推定し補償を行う。この際、オブザーバで干渉項までキャンセルすると安定性が劣化するので、干渉項は残しておく。

3. 実験結果

図 2 は提案法と従来法（電流符号に誤差電圧をフィードフォワード補償する方法）を併用し、無負荷、1Hz で駆動したときの電流波形である。ここでは 200V, 750W 汎用誘導電動機を用いて試験を行った。モータ電流の THD は従来方式の 8.00% に対し提案法は 1.65%

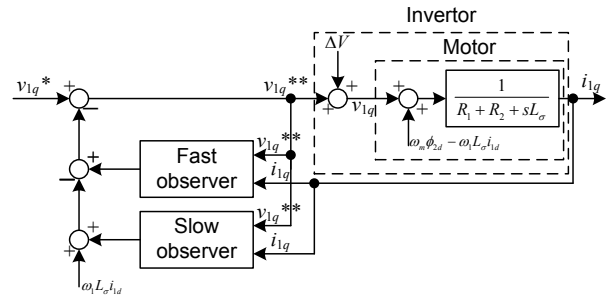
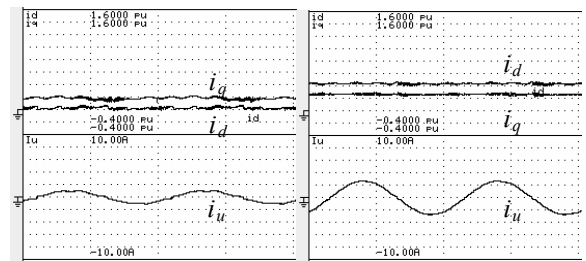
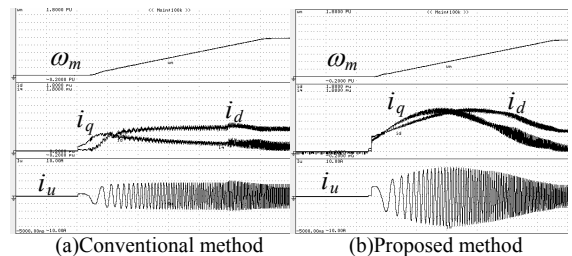


図 1 外乱オブザーバの構成
Fig. 1. Constraints of disturbance observer.



(a) Conventional method (b) Proposed method
図 2 無負荷、1Hz における電流波形
Fig. 2. Current waveforms driven at 1 Hz with no-load.



(a) Conventional method (b) Proposed method
図 3 定格周波数までの加速試験結果
Fig. 3. Results of acceleration to rated frequency.

と、6.35 ポイント改善し良好な補償結果が得られた。図 3 は定格一次周波数までの加速試験を行った結果である。(a)は従来法のみ、(b)は従来法に提案法を併用した結果である。提案法を適用することにより加速トルクが増加し、目標に近い到達時間で加速が行える。

4. まとめ

本論文では、誘導電動機駆動システムに外乱オブザーバによるデッドタイム誤差補償を適用し、高速域での特性を実験により確認した。今後の課題として、負荷応答特性の検討が挙げられる。

参考文献

- (1) 杉本英彦・小山正人・玉井伸三：「AC サーボシステムの理論と設計の実際」, 総合電子出版社
- (2) 星野哲馬・伊東淳一：「外乱オブザーバを用いたインバータのデッドタイム誤差補償」, 電気関係学会北陸支部連合大会, (2005.9)