

電圧外乱オブザーバを用いた誘導機駆動システムの
加減速性能の改善

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

現在、インバータはさまざまな分野に適用され広く普及している。インバータのデッドタイム誤差は制御性能を大幅な劣化をもたらすため、種々の補償方式が提案されている⁽¹⁾。

筆者らは速度の異なる 2 つの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⁾。本論文では外乱オブザーバの動作を最適化し、全速度域で良好な波形を得られたので報告する。

2. 誤差電圧と逆起電力の推定

回転座標変換の d 軸方向が二次磁束の方向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。

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

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_{me} : モータ速度の電気角周波数を表す。

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。

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

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。そこで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外乱オブザーバで推定し補償を行う。とくに、逆起電力が誤差電圧の 2 倍を超える領域では過励磁が顕著となるため補償が必須である。(3)式に簡易的に逆起電力を一次周波数から求めたときの補償開始周波数 ω_{enable} を示す。

$$\omega_{enable} = 2\omega_n \Delta V / V_n \quad (3)$$

ただし、 ω_n : 定格周波数, V_n : 定格電圧, ΔV : 平均誤差電圧を表す。

低速領域では誤差電圧の周波数が低下し、逆起電力の周波数に接近する。結果、遅い外乱オブザーバが逆起電力の補償に失敗する。ここで、逆起電力が平均誤差電圧を下回る領域で外乱オブザーバの補償ゲインをゼロとし、逆起電力の補償を停止する。補償停止周波数 $\omega_{disable}$ は(3)式と同様に求め、(4)式より設定する。

$$\omega_{disable} = \omega_n \Delta V / V_n \quad (4)$$

補償ゲインが変化する ω_{enable} と $\omega_{disable}$ の間は線形補完を行い連続して変化させる。

3. 実験結果

図 2(a),(b)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 8.91% に対し提案法は 0.98% と、7.93 ポイント改善し

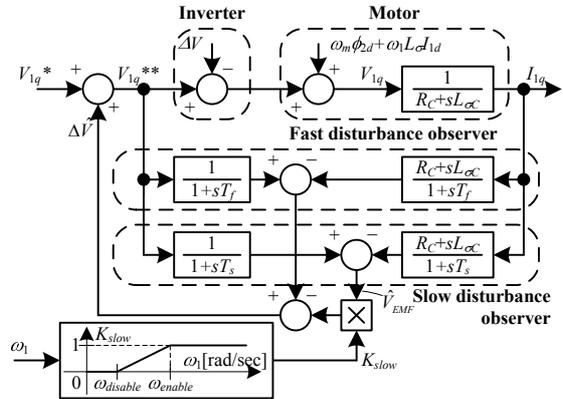
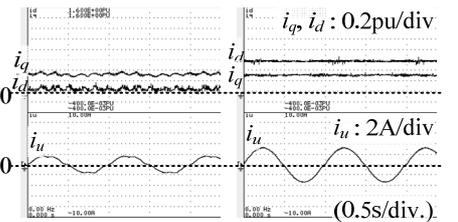
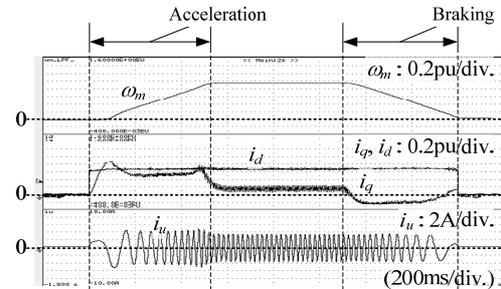


図 1 並列の外乱オブザーバを用いた
デッドタイム誤差補償システム
Fig. 1. A dead-time error correction system
with parallel-connected disturbance observers.



(a) Without proposed method (b) With proposed method



(c) Characteristics against acceleration and braking

図 2 実験結果

Fig. 2. Experimental results.

良好な補償結果が得られた。

図 2(c)は定格一次周波数までの加減速試験を行った結果である。提案法を適用することにより十分な加減速トルクが発生し、目標に近い到達時間で加減速が行える。

4. まとめ

本論文では、誘導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、加減速性能の改善を実験により確認した。なお、本研究は平成 17 年度産業技術研究助成事業の支援を受けており、関係各位に感謝の意を表します。

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」, 電気関係学会北陸支部連合大会, (2006.9)