

IM のセンサレスベクトル制御における 2 次 d 軸磁束誘起電圧補償に関する一検討

河合 一弥・西澤 是呂久・渡辺 大貴・伊東 淳一（長岡技術科学大学）

1. はじめに

誘導機(IM)の制御方式として位置センサレスベクトル制御がある。速度推定方式は複数存在するが、2 次磁束誘起電圧を用いて 1 次角周波数を推定する方式が一般的である⁽¹⁾。本制御において 2 次磁束誘起電圧の d 軸成分はゼロとなることが望ましいため、P 制御を用いて一次角周波数を調整する。

また誘起電圧演算には再帰演算防止用にローパスフィルタ(LPF)を設ける。この LPF のカットオフ周波数評価については既に検討されているが、d 軸磁束誘起電圧フィードバック制御に対する影響は考慮されていない⁽²⁾。

本論文では LPF を考慮したフィードバック制御の応答について検討した。結果より伝達関数モデルとシミュレーション結果が一致し、良好な結果を得たので報告する。

2. 制御方式

図 1 に位置センサレスベクトル制御の制御ブロック図を示す。一次角周波数推定値 $\hat{\omega}$ は(1)式となる。

$$\hat{\omega} = \frac{\hat{e}_q}{\Phi_{2d}} - k_{pem} \hat{e}_d \quad (1)$$

ここで、 \hat{e}_q は q 軸誘起電圧推定値、 Φ_{2d} は 2 次 d 軸磁束、 k_{pem} は比例ゲインである。センサレスベクトル制御では d 軸推定軸に対して二次磁束 Φ_{2d} のベクトル方向を一致させるために、第 2 項で一次角周波数を補正する。

図 2 に一次角周波数演算のブロック図を示す。ここで、誘起電圧指令 e_d^* をゼロとすることで d 軸誘起電圧推定値 \hat{e}_d を制御する。また再帰演算防止用に LPF を付与する。また、図 2 の一巡伝達関数は(2)式で表される。

$$\frac{\omega}{e_d} = \frac{k_{pem} e_d / (1 + k_{pem} L_{\sigma} i_q)}{1 + s / [\omega_{lpf} (1 + k_{pem} L_{\sigma} i_q)]} \quad (2)$$

一次系で設計した場合、本制御の時定数 T_p にはパラメータとして LPF の固有角周波数 ω_{lpf} を有することがわかる。

3. シミュレーション結果

図 3 にシミュレーション結果を示す。図 3 より、シミュレーション結果と伝達関数モデル内の d 軸誘起電圧推定値が一致していることがわかる。また \hat{e}_d は十分小さく、速度推定値は実際の速度とほぼ一致していることを確認した。

図 4 に一次系で設計した伝達関数の時定数と LPF のカットオフ周波数の関係を示す。なお今回はモデルの妥当性を検証するため、 e_d^* に対して微小ステップを付与し、一次系の応答で評価している。図 4 より、シミュレーション結果と伝達関数モデルの時定数はほぼ一致した。LPF のカットオフ周波数が低いほど時定数が増加し、収束時間が増加することがわかる。同時に本 LPF は速度推定値に適用されるため、推定時間にも影響があると考えられる。

本論文ではセンサレスベクトル制御における誘起電圧補償と LPF の関係について検討した。今後は誘起電圧補

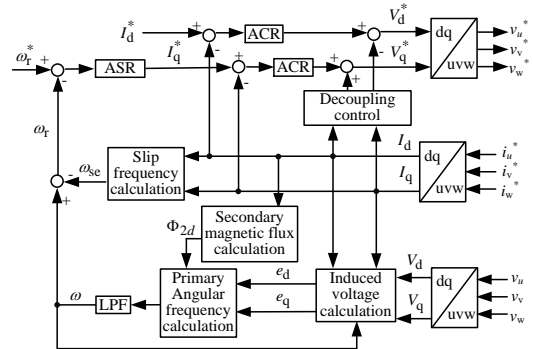


Fig. 1. Control block diagram of sensor-less vector control.

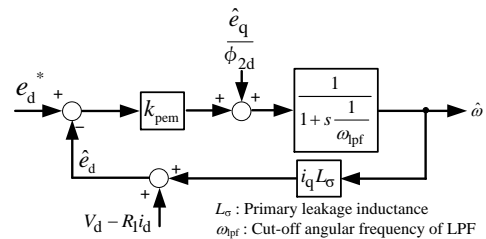


Fig. 2. Block diagram of primary angular frequency calculator.

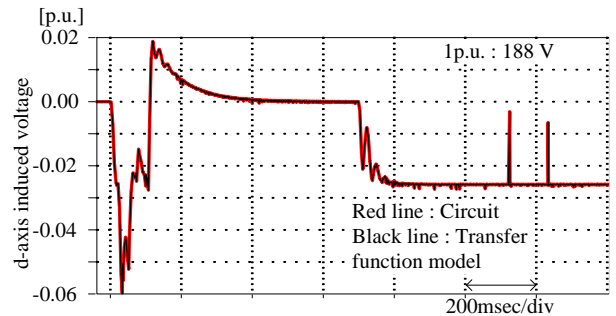


Fig. 3. Simulation result.

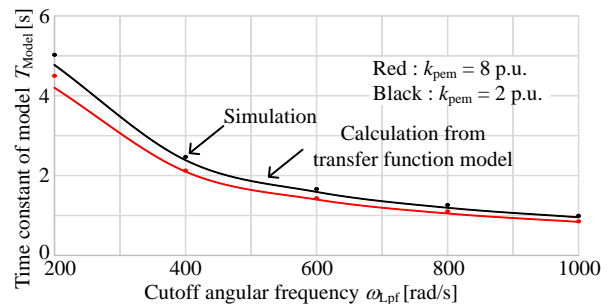


Fig. 4. Comparison between time constant and cutoff frequency.

償ゲインの設計法に関する検討を行う。

文献

- (1) H. Tajima, Y. Matsumoto, H. Umida: 電学論 D, Vol. 116, No. 11 (1996)
- (2) 館野, 伊東: 速度センサレスベクトル制御における速度推定部の LPF の評価 (2010)