

誘導機の直接トルク制御系における  
磁束減衰補償法の実験検証

藤田 悟 野口季彦 (長岡技術科学大学)

1 まえがき

著者らは誘導機の直接トルク制御 (DTC) 系における低速運転特性の改善法について検討してきた<sup>[1,2])</sup>。本稿では磁束減衰補償法に焦点を絞り、実験によりその制御特性を検証したので報告する。

2 直接トルク制御系と磁束減衰補償法

誘導機の直接トルク制御システムを Fig. 1 に示す。磁束、トルクの推定値と指令値の誤差がヒステリシスで指定された微小許容範囲に制限されるよう、量子化された磁束位相も考慮して最適なインバータ出力電圧ベクトルを誘導機に印加する。この際、最適な電圧ベクトルはスイッチングテーブルを用いて一つだけ選択される。

低速運転時には零電圧ベクトルの割合が増えて平均的な固定子電圧が非常に低くなるため、固定子抵抗の影響を受けて固定子磁束振幅が一次時定数で減衰する。これは磁束推定特性の劣化ではなく、制御則を担うスイッチングテーブルにまつわる問題である。そこで、TABLE I に示したように、零電圧ベクトル出力時に磁束の振幅が下限値を下回る場合には、磁束半径方向の電圧ベクトルを出力するようにスイッチングテーブルと磁束のヒステリシス要素を再構成する<sup>[2])</sup>。

3 実験による速度制御特性の確認

実験では固定子磁束およびトルクを (1)、(2) で計算し、パラメータ変動等による磁束推定誤差の影響を抑えるため無負荷 ( $p = j\omega_m$ )、低速領域に限定して速度制御を行った。

$$\hat{\psi}_{s\alpha\beta} = \frac{L_s \{R_r + (p - j\omega_m)l_\sigma\}}{R_r + (p - j\omega_m)L_r} i_{s\alpha\beta} = L_s i_{s\alpha\beta} \quad (1)$$

$$\hat{T} = \hat{\psi}_{s\alpha\beta} \times i_{s\alpha\beta} \quad (2)$$

Fig. 2 は 10 [rad/s] から 1 [rad/s] への低速ステップ応答である。両方式とも速度指令値に追従するが、(a) では磁束が減衰し磁束制御が正常に行われず。このため電流波形も乱れて、先鋭なパルス電流が観測される。再始動をしようとしても、再び磁束を立ち上げるのに非常に長い時定数を要するため、高速な応答は望めない。一方、(b) では磁束減衰が補償され磁束一定制御が実現されている。

4 まとめ

本稿では、磁束減衰補償法により低速時の磁束制御特性が改善されることを実験により検証した。今後は回転速度とすべりが等しくなる零周波数制御を行い、負荷運転時の補償特性を検証する所存である。

文 献

- [1] I. Takahashi, and T. Noguchi, "A New Quick-Response and High-Efficiency Control Strategy of an Induction Motor," *IEEE Trans. on Ind. App.*, **22**, 5, 820-827 (1986).
- [2] 藤田・野口:「誘導機の直接トルク制御システムにおける低速運転特性の改善」電学全大, 4, 141, 229-230 (平 14)

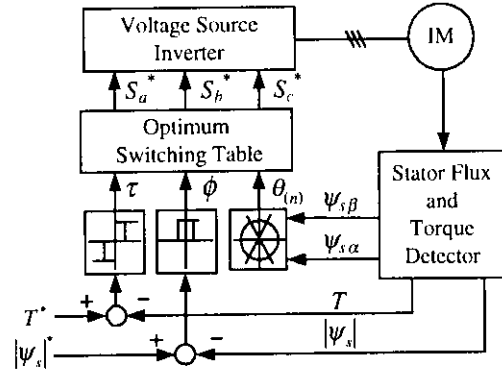
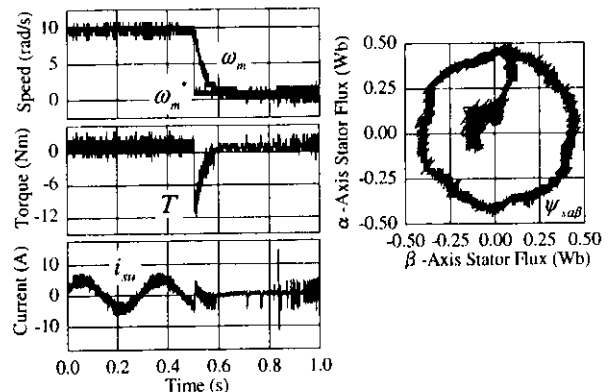


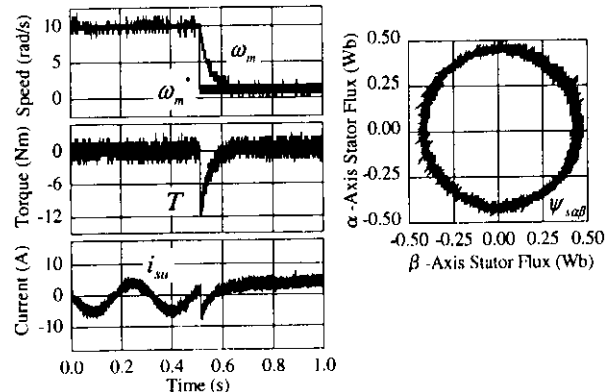
Fig. 1 Block diagram of DTC system.

TABLE I IMPROVED SWITCHING TABLE

$\tau, \phi, \theta$	$\theta(1)$	$\theta(2)$	$\theta(3)$	$\theta(4)$	$\theta(5)$	$\theta(6)$
$\phi = 1$	$\tau = -1$	$v_s(0,0,1)$	$v_s(1,0,1)$	$v_s(1,0,0)$	$v_s(1,1,0)$	$v_s(0,1,0)$
	$\tau = 0$	$v_s(0,0,0)$	$v_s(1,1,1)$	$v_s(0,0,0)$	$v_s(1,1,1)$	$v_s(0,0,0)$
	$\tau = 1$	$v_s(0,1,0)$	$v_s(0,1,1)$	$v_s(0,0,1)$	$v_s(1,0,1)$	$v_s(1,0,0)$
$\phi = 0$	$\tau = -1$	$v_s(1,0,1)$	$v_s(1,0,0)$	$v_s(1,1,0)$	$v_s(0,1,0)$	$v_s(0,1,1)$
	$\tau = 0$	$v_s(1,1,1)$	$v_s(0,0,0)$	$v_s(1,1,1)$	$v_s(0,0,0)$	$v_s(1,1,1)$
	$\tau = 1$	$v_s(1,1,0)$	$v_s(0,1,0)$	$v_s(0,1,1)$	$v_s(0,0,1)$	$v_s(1,0,1)$
$\phi = -1$	$\tau = -1$	$v_s(1,0,1)$	$v_s(1,0,0)$	$v_s(1,1,0)$	$v_s(0,1,0)$	$v_s(0,1,1)$
	$\tau = 0$	$v_s(1,0,0)$	$v_s(1,1,0)$	$v_s(0,1,0)$	$v_s(0,1,1)$	$v_s(1,0,1)$
	$\tau = 1$	$v_s(1,1,0)$	$v_s(0,1,0)$	$v_s(0,1,1)$	$v_s(0,0,1)$	$v_s(1,0,0)$



(a) Conventional control.



(b) Proposed control.

Fig. 2 Experimental results of low-speed operation.