

方形波駆動による織機用

インバータシステムの起動時間改善法

加藤 尚和・伊東 淳一（長岡技術科学大学）・齊藤 登(株式会社北越電研)

1. はじめに

織機に使用されている誘導機の高効率化を実現するためにはインバータの適用が効果的である⁽¹⁾。しかし、インバータを導入すると起動時に十分なトルクが得られず、織物の品質低下を招く。また、速度推定を行うセンサレスベクトル制御では、より起動時の特性が悪化する⁽²⁾。

そこで本論文では速度センサレス織機用インバータシステムに方形波駆動を適用し、起動時間の改善を確認したので報告する。

2. センサレスベクトル制御と方形波駆動

本論文では逆起電力から速度を推定する方式でセンサレスベクトル制御を行う。一次角周波数 ω_1 は逆起電力 e と磁束 ϕ_2 から推定できる。織機起動時は逆起電力が小さく、正確な速度の推定を行うことは困難である。(1)式に ω_1 の理論式を示す。

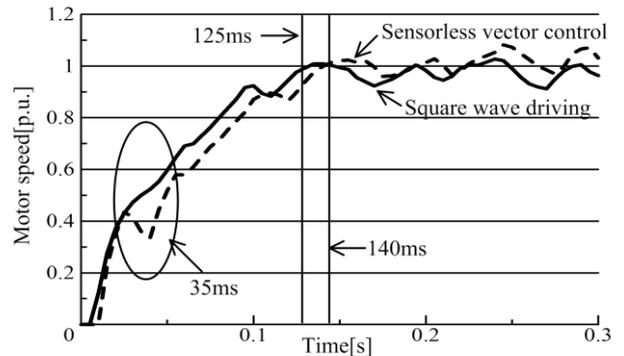
$$\omega_1 = \frac{e}{\phi_2} \dots\dots\dots(1)$$

一方、方形波駆動はオープンループで動作するため、速度検出を必要としない。さらに、PWM駆動と比較してインバータの出力電圧実効値を増大させることができる。出力線間電圧は120°導通の方形波となり、出力電圧の基本波は(2)式で表される。

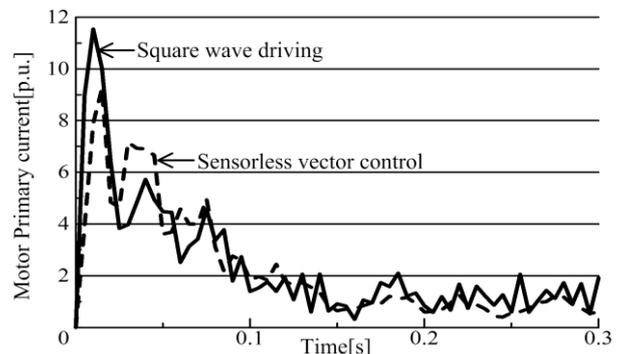
$$V = \frac{\sqrt{6}}{\pi} E_{dc} \dots\dots\dots(2)$$

3. 実験結果

図1に織機の起動特性を示す。表1にモータパラメータを示す。図1(a)はそれぞれの制御法によるモータ速度である。ベクトル制御ではインバータのスイッチング開始からモータが定格速度に達するまでの時間(起動時間)が140msであるのに対して、方形波駆動では起動時間が125msとなった。この結果から方形波駆動ではベクトル制御に比べ約11%起動時間を短縮できることが確認できる。また、ベクトル制御では35ms付近で速度に振動が見られるが、方形波駆動では振動なくスムーズに速度が立ち上がる。図1(b)はモータ一次側電流を示している。起動時の電流はベクトル制御で9.2p.u.、方形波駆動では11.5p.u.となった。これは、方形波駆動ではPWM駆動と比較して、インバー



(a) Motor speed characteristics.



(b) Motor current characteristics.

Fig1. Start-up characteristics.

Table 1. Motor parameters.

Parameter	Value
Poles	4
Rated power	2.2 kW
Rated voltage	380 V
Rated current	5.4 A
Rated frequency	50 Hz
Rated speed	1500 r/min
Primary resistance R_1	2.74 Ω
Secondary resistance R_2	2.98 Ω
Primary leakage inductance L_1	6.1 mH
Secondary leakage inductance L_2	5.4 mH
Mutual inductance M	190 mH
Excitation current I_0	3.5 A
Inertia moment J_m	0.0163 kgm ²

タの出力電圧実効値が増大し、起動時の電流が増加するためである。この結果、起動時のトルクが増加し、スムーズに速度が立ち上がる。このように、織機起動時に方形波駆動を適用することで起動特性を改善することができる。

今後は織機の運転効率について検討する。

文 献

- (1) 伊東・田島・大沢：電学論 D,123 巻 3 号,2003
- (2) 舘野・伊東・齊藤：全国大会, Vol. 4, pp.219-220 (2012)