

ベクトル制御に向けた多重多相 IM のパラメータ算定

大滝 悟史・加藤 大貴・田中 元粋・安田 匠・伊東 淳一（長岡技術科学大学）

1. はじめに

近年、高速大容量の可変速分野において、リアアースを使用しない観点から、誘導電動機(IM)が注目されている。一般にモータ駆動システムは全動作領域で高効率が必要とされる。そこで、IM を多重多相化し、動作領域に応じて極数を切り替えることで高効率動作領域を拡大する手法が検討されている<sup>(1)</sup>。高性能を実現する IM の制御方式は、ベクトル制御が一般的であるが、正確なパラメータの算定を必要とする。しかし、多重多相 IM の場合、パラメータ算定には高調波成分を含むインバータの出力電圧を使用しなければならない。このとき、高調波成分を含むインバータ出力電圧が算定したパラメータに与える影響は不明である。

本稿では、極数の切り替えが可能な多重多相 IM において、高調波成分を含む電圧がパラメータ算定に与える影響について確認したので報告する。

2. パラメータ算定手順

図 1 に各インバータの出力電圧ベクトル図を示す。本稿では 4 重 3 相 IM を使用しており、4 つの三相インバータを用いて駆動する。このとき、図 1 に示す電圧ベクトルに基づいてインバータの出力電圧を決定することで、多極(8 極)と少極(4 極)を切り替える事ができる。

図 2 に多極駆動時における正弦波電圧印加時とインバータ出力電圧印加時の回路図を示す。多極駆動時には、各インバータ間の位相差が 120° であるから、図 2 に示す三相系統と接続しても駆動することができる。そこで、多極駆動時において正弦波電圧源として三相系統を接続したときとインバータ接続時のそれぞれでパラメータを算定し比較することで、インバータ出力電圧に含まれる高調波成分が算定パラメータに及ぼす影響を評価する。ただし、パラメータは測定した相電圧、相電流、有効電力から基本波成分を抽出して計算した。

図 3 に定常状態の二次側の諸量を一次側に換算した 1 相分の等価回路を示す。本回路について直流試験、無負荷試験、拘束試験を行いパラメータを算定する<sup>(2)</sup>。直流試験では一次抵抗  $R_1$ 、無負荷試験では一次インダクタンス  $L_1$  と鉄損抵抗  $R_c$ 、拘束試験では総合漏れインダクタンス  $\sigma L_1$  と励磁インダクタンス  $L_m$  をそれぞれ算定する。ベクトル制御で使用する二次側パラメータは等価回路パラメータより以下の式で算出できる。

$$M = L_1 - \sigma L_1 / 2 \dots \dots \dots (1)$$

$$L_2 = M^2 / L_m \dots \dots \dots (2)$$

$$R_2 = R_2' \frac{L_2^2}{M^2} \dots \dots \dots (3)$$

3. パラメータ算定結果及び比較結果

表 1 に正弦波電圧印加時とインバータ出力電圧印加時のパラメータ算定結果を示す。結果より印加電圧に高調

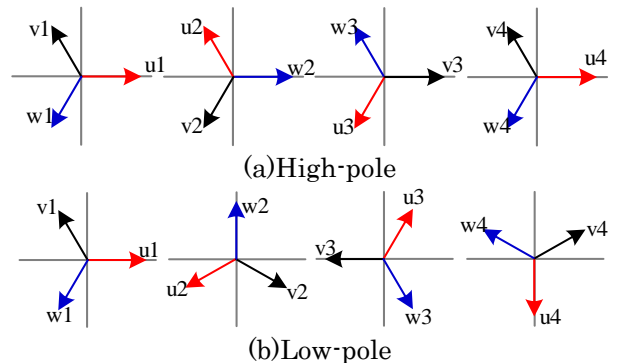


Fig.1 Vector diagram of multiple inverter.

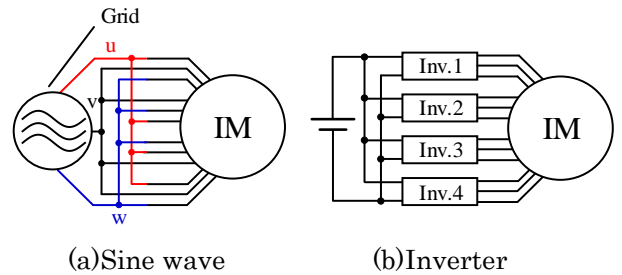


Fig.2 Experiment configuration.

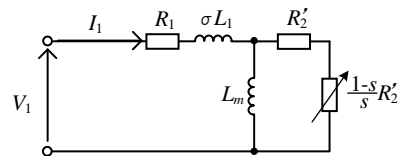


Fig.3 T-I type equivalent circuit.

Table1 Results of parameter identification.

Parameter		Sine wave	Inverter	Error [%]
Primary resistance	$R_1$	0.926 $\Omega$	0.926 $\Omega$	0
Primary inductance	$L_1$	74.0 mH	72.8 mH	-1.65
Iron loss resistance	$R_c$	77.2 $\Omega$	78.3 $\Omega$	1.39
Leakage inductance	$\sigma L_1$	6.91 mH	7.55 mH	9.25
Mutual inductance	$M$	70.5 mH	69.0 mH	-2.18
Secondary inductance	$L_2$	74.2 mH	73.0 mH	-1.59
Secondary resistance	$R_2$	1.024 $\Omega$	1.037 $\Omega$	1.22

波成分が含まれていても、ベクトル制御に必要なパラメータが最大誤差 2.18%で一致していることが分かる。一方で、漏れリアクタンスの値が大きくなっている。これは、相電流の高調波成分に起因するが、ベクトル制御には使用しないパラメータであり、影響はないと考える。以上より、高調波成分を含むインバータ出力電圧印加時においても、ベクトル制御に必要なパラメータを正確に算定ができることを確認した。今後は算定したパラメータを用いてベクトル制御を実装し、実際のトルク特性で算定したパラメータの妥当性を評価する。

文 献

(1) Yuki Hidaka etc. : IEEJ,Trans.; 14: pp. 1842-1850(2019)  
 (2) 電気学会センサレスベクトル制御の整理に関する調査専門委員会,『AC ドライブシステムのセンサレスベクトル制御』,オーム社(2016)