

多重多相 IM における極数切替時の損失比較

学生員 大滝 悟史* 学生員 加藤 大貴 正員 渡辺 大貴

上級会員 伊東 淳一 (長岡技術科学大学)

Loss Comparison during Pole-Changing in Multiple Multiphase Induction Motor

Satoshi Ohtaki*, Student Member, Hiroataka Kato, Student Member, Hiroki Watanabe, Member,
Jun-ichi Itoh, Senior Member (Nagaoka University of Technology)

キーワード：多重多相 IM, 極数切替

Keywords: multiple multiphase induction motor, pole-changing

1. はじめに

近年, レ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。IM を全動作領域で高効率化する手法として, IM を多重多相化し, 運転中に極数を切り替える手法が提案されている⁽¹⁾⁽²⁾。本論文では, 4重3相の巻線を有し, 8極と4極の極数切替が可能な多重多相 IM について, 実機での損失比較を行ったため報告する。

2. 極数切替型誘導電動機

図1に8極動作時(8極モード)と4極動作時(4極モード)のインバータ出力電圧のベクトル図を, 図2に8極および4極モードでの電圧指令波形を示す。対象のIMは4つの3相Inv.により駆動し, 図1に示すようにInv.1のU相電圧ベクトルを基準として, 8極モードの場合は $-2\pi/3\text{rad}$ ずつ, 4極モードの場合は $-5\pi/6\text{rad}$ ずつ位相をずらすことで極数切替を実現している⁽¹⁾。動作点に応じて効率が有利となる極数に運転中に切り替えることで, 広い動作領域での効率向上が期待できる。この理由は, 8極モードは4極モードよりも巻線係数を高く設計できる⁽¹⁾ことから電流実効値の低減が可能で, 図2に示すように電気周波数が4極モードの倍となるため鉄損は増加する。つまり, 銅損が支配的となる低速大トルク領域では8極モードで, 鉄損が支配的となる高速低トルク領域では4極モードで駆動することにより効率向上が見込める。本論文では4重3相IMについて, 実機を用いた損失比較より上記特性の比較を行う。

3. 損失比較結果

図3に4重3相IMのN-T領域上での効率特性を, 図4に2つの動作点における損失分離の結果を示す。図3において, 本論文で使用したIMは銅損に対して鉄損の割合が大きく, 広い動作点で4極モードの方が高効率となっている。一方で, 図4(a)では銅損が支配的となるため8極モードの効率高く, 図4(b)では鉄損が支配的となるため4極モードの効率高くなっている。以上より, 実機にて4重3相IMの効率特性を比較し, 理論通りの特性が得られることを確認した。

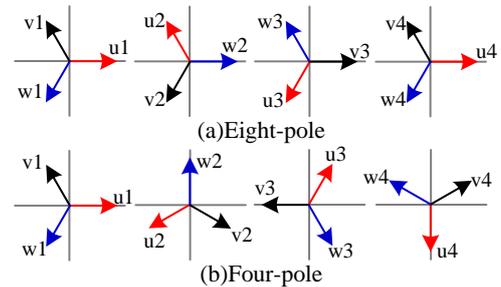


Fig.1 Vector diagram of multiphase inverter

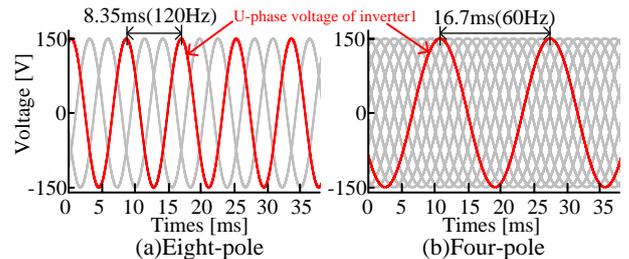


Fig.2 Voltage command waveform

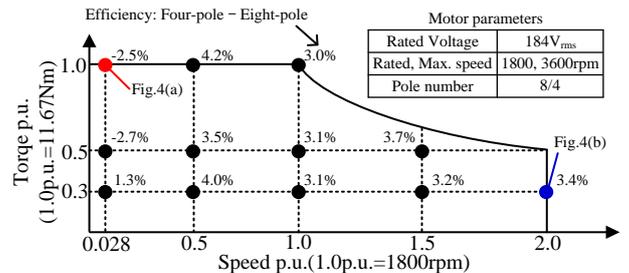


Fig.3 N-T characteristics and efficiency map in each pole-mode

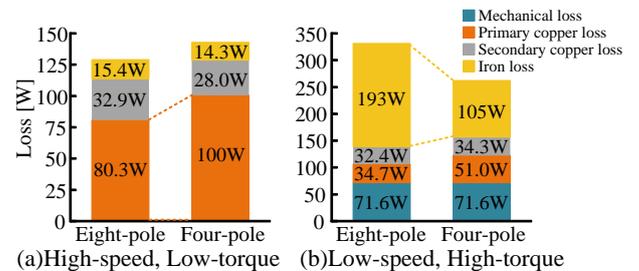


Fig.4 Comparison of losses

文献

- (1) Yuki Hidaka, et.al.: IEEJ,Trans.; 14: pp. 1842-1850(2019)
- (2) Mohamed Osama, Thomas A. Lipo: IEEE,Trans.; Vol.33, No.5: pp.1177-1184(1997)