

広範囲高効率特性を実現するモータドライブシステムの

モータ効率に着目したモード選択の検討

奥村 廉・片山 翔太・芳賀 仁（長岡技術科学大学）

1. はじめに

近年、電気自動車や PHEV の主機用モータとして、永久磁石同期モータ (PMSM) が多く用いられている。PMSM の要求として広範囲の運転領域と高効率、高電流密度化があげられる。極数、磁石磁束、巻数などモータ定数が固定では、高効率な高トルク化と高回転化の両立は困難である。著者らはすでに、PMSM の広範囲な高効率駆動のために、巻数の切り替えが可能なモータドライブシステムを提案している^[1]。しかし、複数の動作モードをどのような運転状態で切り替えるべきか明らかにしていない。そこで本稿では、電磁界解析に基づいてモード毎のモータ効率を求めることで、使用すべき運転モードを明らかにする。

2. モータドライブシステムの構成

Fig.1 に提案するモータドライブシステムの主回路構成を示す。固定子巻線のエンドコイルが開放可能な独立二重三相巻線モータと 9 スイッチインバータで構成している。巻線は 3 相 Y 結線を 1 セットとし、それぞれ巻線 1,2 とする。各スイッチによって電流経路を変更することで、複数の速度-トルク特性が実現可能となる^[1]。

提案システムの各動作モードについて説明する。Mode1,2 は異なる巻数の WS1,2 の一方に通電させることで、巻数に応じた鎖交磁束が得られる。Mode3 は WS1,2 ともに通電させることによって Mode1,2 の鎖交磁束を足し合わせるよう動作でき最大トルクを出力できる。

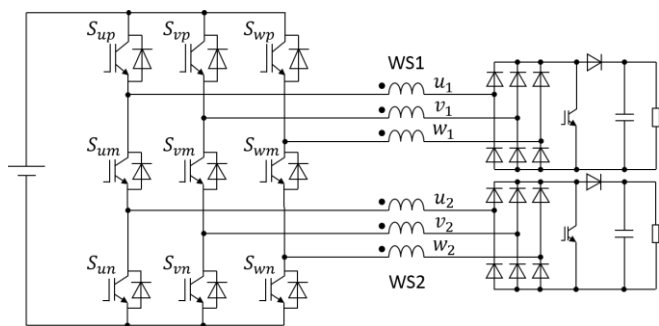


Fig.1 Proposed motor drive system

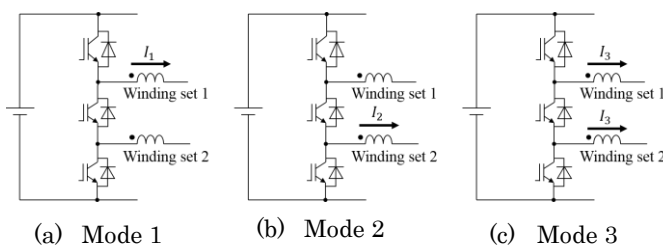


Fig.2 Current paths in each mode

3. 電磁界解析に基づくモード選択

提案するモータの Mode1~3 において、電源電圧 200V、定格電流 4A とし、JMAG を用いて電磁界解析を行う。この解析に基づき、最も高効率な動作モードを選択したときのモータ効率を Fig.3 に示す。このときの選定しているモードを Fig.4 に示す。低速大トルクでは Mode3 の使用が適しており、高速域では Mode2 の使用が適する。中速度では Mode1 の使用がモータを高効率化するうえで適する結果となる。このように、高効率できるモードを動的に切り替えることで、モータの広範囲な高効率駆動を実現することが明らかになった。

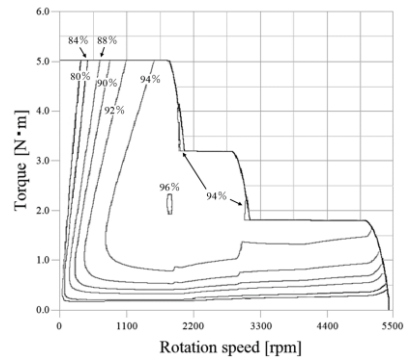


Fig.3 Efficiency map

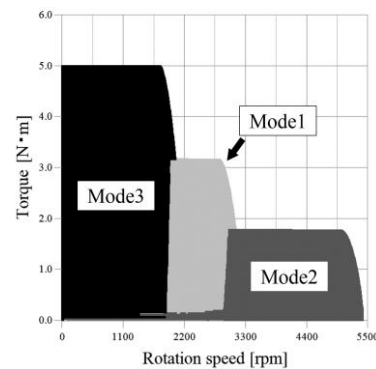


Fig.4 Optimum mode in each operating range

4. おわりに

本稿では、提案するモータドライブシステムのモータ効率を電磁界解析に基づいて検討を行った。モータ効率が最も高効率になる動作モードを求めることで、提案システムが広範囲な高効率駆動を実現できることを示した。今後は、実機での効率を測定し、選択する動作モードの評価を行う。

参考文献

- [1] 片山翔太, 芳賀仁「9 スイッチインバータを用いた PMSM の広範囲駆動方」, 平成 29 年電気学会東京支部新潟支所研究発表会, NGT-17-402