

高温超電導かご型誘導 / 同期モータの可変速駆動を指向した 効率マップに関する検討

Study on efficiency map of HTS induction / synchronous motor for the variable speed control

西村敏治, 松村一弘, 中村武恒, 浅井力矢, 関口大輔, 雨宮尚之(京大), 伊藤佳孝, 吉川雅章, 寺澤俊久(イムラ材研)

NISHIMURA Toshiharu, MATSUMURA Kazuhiro, NAKAMURA Taketsune

ASAI Rikiya, SEKIGUCHI Daisuke, AMEMIYA Naoyuki (KyotoUniv.)

ITO Yoshitaka, YOSHIKAWA Masaaki, TERAZAWA Toshihisa (IMRA)

E-mail:nishimura@asl.kuee.kyoto-u.ac.jp

1.はじめに

我々は、高温超電導(HTS)線材をかご型巻線に適用したHTS誘導/同期モータ(HTS Induction/Synchronous Motor:HTS-ISM)を車載応用するための検討を行っている[1]。車載応用されるモータには、(1)高出力(トルク)密度であること、(2)広範な速度範囲ならびにトルク範囲において高効率であることなどが要求される。前者の課題に関しては、かご型巻線のロータバー臨界電流を大きく設計したHTS-ISMにおいて、既存の誘導機の定格トルクに比較して一桁以上のトルク密度向上を理論的・実験的に示した。

一方、課題(2)に関する研究として、1次銅損の低減による高効率化を指向した全超電導HTS-ISMを検討中である[2]。同検討は、全速度およびトルク領域におけるモータ効率の向上を指向するものである。そこで本研究では、課題(2)に関して広範な速度範囲ならびにトルク範囲のモータ特性を評価することを目的とする。そのために、自動車用モータの評価に用いられている効率マップをHTS-ISMに関して解析的ならびに実験的に検討したので報告する。

2.効率マップの計算方法

効率マップは、横軸が回転数、縦軸がトルクの座標平面上に、さまざまな運転状態におけるモータの効率をプロットしたものである。本研究では、回転数および負荷トルクの異なる多数の運転状態を想定し、それぞれモータ効率を計算した。そして、その効率を領域分けして平面上に表示した。

本研究では、最大出力50 kWのHTS-ISMを対象とし、モータ効率を評価する際に従来型誘導機の等価回路を用いた。Fig.1には、全超電導HTS-ISMのT型等価回路図を示す。同回路を使用する妥当性は、HTS-ISMが従来型かご型誘導機と同一の構造を有すること、そして極めて微小なすべりを伴いながら回転していることが報告されたことなどによる[3]。

Fig.2には、HTS-ISMの特性を求める際に用いるフェーザ図を示す。同図に示す1次抵抗ならびに2次抵抗として、超電導材料特有の電流輸送特性が与えられている。すなわち、回転子巻線に加えて固定子巻線をも超電導化した全超電導HTS-ISMの解析を行う。さらに、同フェーザ図は本回転機の2次側かご型巻線を試作する際に生じる接触抵抗をも考慮可能なモデルとなっている。また、実機を用いた試験を実施して効率マップを描いた。その際には、入力電力、回転数、トルクの実測値を用いて効率を算出した。同試験に使用したHTS-ISMの詳細は文献[4]に譲る。

3.HTS-ISMの効率マップ

Fig.3には、解析によって求めたHTS-ISMの効率マップの一例を示す。本解析では、回転子のロータバー1本あたりの臨界電流を3360 A、固定子巻線に適用する超電導材料の臨界電流は240 Aとした。また、すべりを 10^{-4} (準同期)で一定とした。そして、本解析を実施する際には、ギャップにおける捕捉磁束の最大値を1.1 Tとした。Fig.3は、HTS-ISMがさまざまな運転状態に関して高効率であり、車載用のモータとして十分な特性を有することを示している。

計算手法、試験結果、理論的考察など詳細は講演当日に報告する。

謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金(No.20560268)の援助を受けて実施しました。

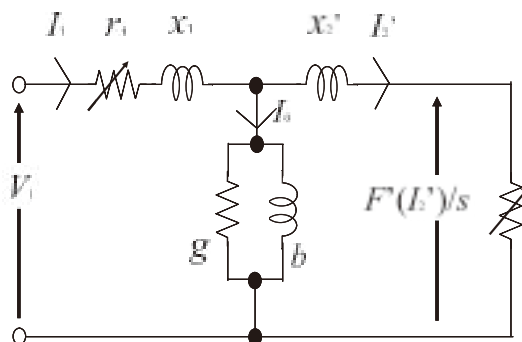


Fig. 1. Schematic diagram of equivalent circuit of the fully superconducting HTS-ISM

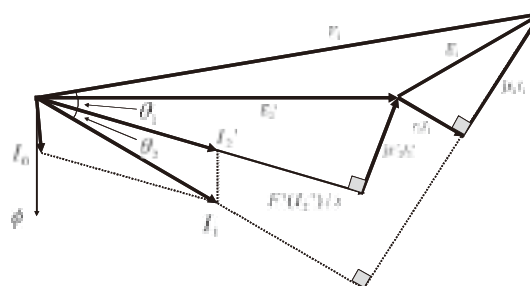


Fig. 2. Phasor diagram of the HTS-ISM

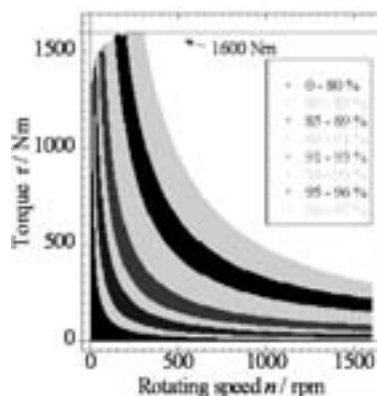


Fig. 3. Analysis result of the efficiency map of HTS-ISM

参考文献

1. T.Nakamura, et al.: Abstract of CSJ Conference, Vol.80 (2009), p42
2. T.Nishimura, et al.: The 2009 Annual Meeting Record I.E.E.Japan, Vol. 5. p193 (2009)
3. K.Nagao, et al.: The 2009 Annual Meeting Record I.E.E.Japan, Vol. 5. p191 (2009)
4. K.Nagao, et al.: Supercond. Sci. Technol., Vol. 21, No. 8, (2008), p.085006(5pp)