

高温超電導誘導／同期機の車載応用への適用可能性に関する検討

Study on applicability of HTS induction/synchronous machine to automobile application

中村 武恒, 松村 一弘, 西村 敏治, 長尾 和昌 (京大); 伊藤 佳孝, 寺澤 俊久 (イムラ材研);
岡 徹雄 (新潟大); 長村 光造 (応用科学研); 雨宮 尚之 (京大)

NAKAMURA Taketsune, MATSUMURA Kazuhiro, NISHIMURA Toshiharu, NAGAO Kazumasa (Kyoto Univ.); ITOH Yoshitaka,
TERAZAWA Toshihisa (IMRA); OKA Tetsuo (Niigata Univ.); OSAMURA Kozo (RIAS); AMEMIYA Naoyuki (Kyoto Univ.)

E-mail: tk_naka@kuee.kyoto-u.ac.jp

1. はじめに 我々は、高温超電導誘導／同期機 (High Temperature Superconductor Induction/Synchronous Machine: HTS-ISM) を電気駆動式自動車に搭載するための精力的かつ包括的検討を実施している。HTS-ISM は、我が国の電気自動車用モータとして専ら検討されている埋め込み磁石形 (Interior Permanent Magnet: IPM) モータには無い優位性を有しており、次世代の車載用モータとして期待している^[1]。車載駆動用モータに主として要求される特性は、広範な速度範囲に亘る高効率化ならびに高トルク密度化である。本報告では、HTS-ISM の車載応用への可能性について、上記観点から検討したので報告する。

2. 試作と試験方法 Fig. 1 には、高出力試験のために開発した HTS ロータバーの概略側面図を示す。臨界電流 74 A@77 K のビスマス系高温超電導テープ材 (テープ幅: 2.6 mm) を 10 枚バンドルし、1 本のロータバーとした (1 本当たりの臨界電流: 74 A×10= 740 A)。また、Fig. 2 には試作した HTS ロータの外観写真を示す。試作した同ロータを既存 (常電導) の固定子内に挿入し、液体窒素浸漬状態にて試験を実施した。

3. 高トルク化の実証試験 Fig. 3 には、Fig. 2 の回転子を適用した負荷試験結果の一例を示す。一次周波数 40 Hz、入力線間電圧 250 V において、80 Nm を超える準同期トルク^[2]が達成されていることが分かる。同一体格のかご形誘導機 (アルミダイカスト) の定格トルクが室温で約 8 Nm 程度であることを考えると、高効率同期回転状態であるにもかかわらず約 1 桁トルクが向上している。この値は、上記アルミダイカスト誘導機を液体窒素に冷却しても到底得られない値である。

4. 効率マップ 上記試験結果をベースに、トヨタ自動車の第二世代プリウスに搭載されている 50 kW 級駆動モータを想定し、様々なトルクならびに車速における効率マップを、非線形等価回路解析結果によって求めた。固定子巻線抵抗が、液体窒素温度の銅線と比較して 1 桁低減した場合について Fig. 4 に示す。同図から、HTS-ISM を車載した場合、プリウス搭載の IPM モータ^[3]と比較して非常に広範な速度範囲で高効率であることが明確である。試験や解析方法、あるいは具体的なシステムの検討結果など、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た。

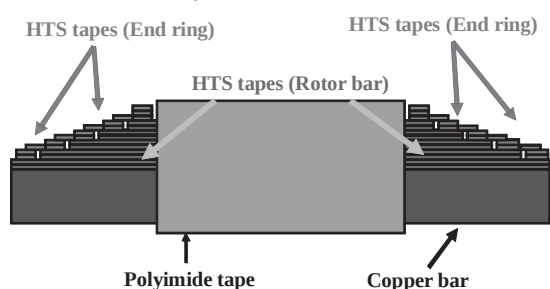


Fig. 1 Schematic diagram of a HTS rotor bar.

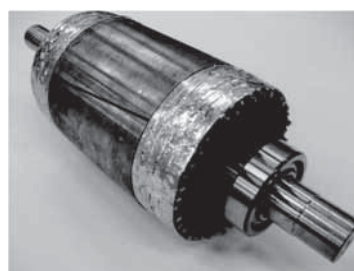


Fig. 2 Fabricated HTS rotor.

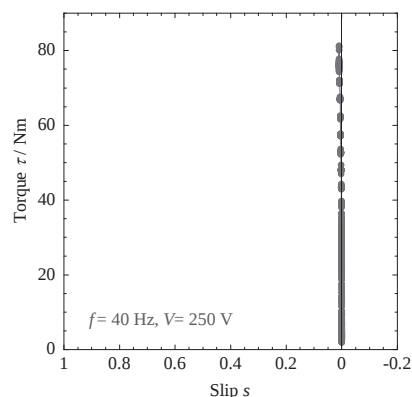


Fig. 3 An example of torque curve at 77 K.

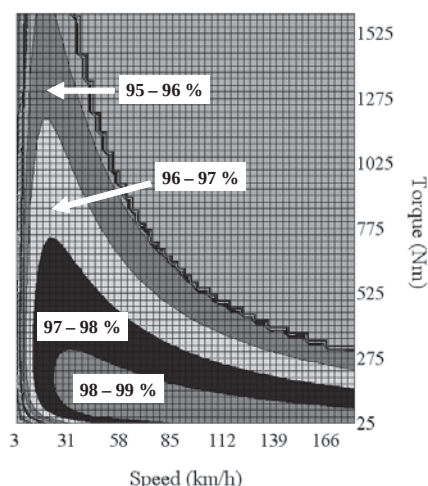


Fig. 4. An example of efficiency map of HTS-ISM obtained from electrical equivalent circuit.

参考文献

- [1] 中村武恒 他:平成 21 年電気学会全国大会、平成 21 年 3 月 17~19 日、北海道大学 (2009 年 3 月) 5-116.
- [2] 長尾和昌 他:平成 21 年電気学会全国大会、平成 21 年 3 月 17~19 日、北海道大学 (2009 年 3 月) 5-117.
- [3] R. H. Staunton et al., "Evaluation of 2004 Toyota Prius Hybrid Electric Drive System", U.S. Department of Energy Report (DE-AC05-00OR22725) (2006) p. 34.