

# 車載スーパーチャージャ用 1.5 kW, 150,000 r/min 永久磁石モータの開発

©鹿野 将 野口季彦 (長岡技術科学大学)

## 1. 概要

筆者らは、車載用スーパーチャージャの電動化を目的として超高速モータの開発を推進してきた。これまでの研究で本モータは高周波、大電流駆動となるため、最適設計には軸受部の摩擦損およびインバータの導通損失をも考慮しなければならないことを確認した<sup>(1)</sup>。それをもとに定格 1.5 kW, 150,000 r/min の超高速モータを設計、試作した。本論文ではこの超高速モータの無負荷運転およびロータのイナーシャを利用した動的出力特性の試験結果について述べる。

## 2. 試作した超高速モータと実験結果

表 1 に超高速表面磁石形モータの基本概念および設計仕様を示す。車載用バッテリー (12 V) による駆動を実現するため、誘起電圧および同期インダクタンスは極めて小さく設計されている。設計、試作した超高速モータの構成を図 1 に、モータパラメータの設計値と実測値の比較を表 2 に示す。主要部品として、ベアリングカバー、ステータフレーム、コイルスペーサ、ベアリング、ロータ、ステータコア、ベアリングブラケットで構成される。図 1 の試作モータを無負荷 120,000 r/min にて運転した。120° 導通の 6 ステップ矩形波電流で駆動し、電流振幅は約 35 A であった。その条件におけるシミュレーションを行った結果、総損失が 174 W となり、その損失分析結果は図 2 に示すようになった。図 3 は 15,000 r/min から 50,000 r/min への速度ステップ応答と、ロータのイナーシャから推定した出力トルク波形である。図 3 より瞬時的に定格の半分程度のトルクが出力されていることがわかる。

現在、定格運転をまだ行っていないが、上記の試験結果よりほぼ要求仕様を満たすモータを設計することができたと考えられる。

表 1 超高速モータの電気・機械設計値

Rated voltage	2.96 V/phase
Rated current	195 A
Number of phases	3 phase
Number of poles	2 poles
Stator configuration	Concentrated winding structure
Winding configuration	1 turn, 2 parallels per phase
Number of stator slots	6 slots
Stator outer diameter	92 mm
Stator inner diameter	28 mm
Stator stack length	30 mm
Stator tooth width	10 mm
Electromagnetic steel plates	10JNEX900 (0.1-mm thick, 6.5-% silicone, $\mu_s=23000, B_{max}=1.8 \text{ T}$ )
Rotor shaft diameter	12 mm
Permanent magnet	N-42SH Nd-Fe-B ( $B_r=1.28 \text{ T}$ , $bH_c=955 \text{ kA/m}$ , $BH_{max}=310 \text{ kJ/m}^3$ )
Bearings	Angular ceramic-ball bearing with grease lubrication

表 2 モータパラメータの測定結果

Motor parameters	Designed value	Measured value
E.m.f constant ( $10^{-5} \text{ V/r/min}$ )	1.96	1.89
$R_a$ (m $\Omega$ )	0.054	0.072
$L_a$ ( $\mu\text{H}$ )	0.056	0.07

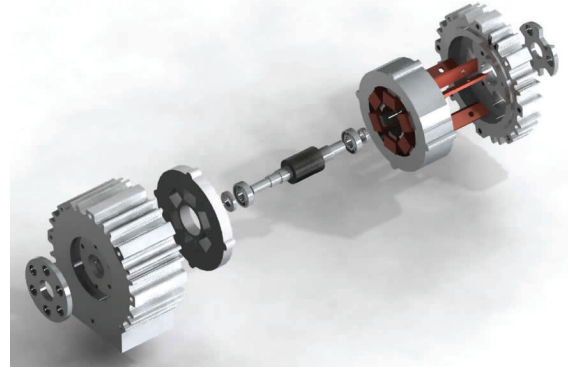


図 1 試作した超高速モータの構成

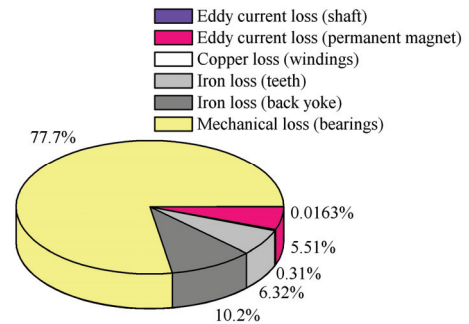


図 2 120,000 r/min 時の損失分析推定値

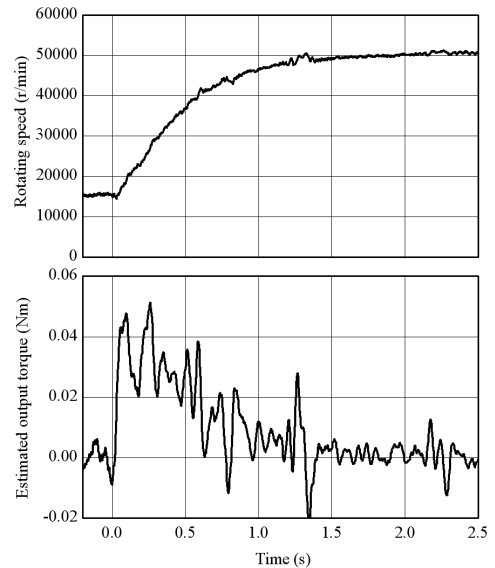


図 3 速度ステップ応答と出力トルク推定値

## 参考文献

- (1) 鹿野, 野口: 「種々の損失を考慮した超高速モータ駆動システムの効率改善に関する一考察」, 電気学会新潟支所研究発表会 IV-13 (2006)