

# 電気自動車用モータの 除熱特性に関する研究

SATテクノロジー・ショーケース2014

## ■ はじめに

電気自動車(以下EV)では、モータの駆動・回転中における熱の発生が問題となっている。EVモータは、コイルが巻かれているステータと永久磁石が埋め込まれているロータから成り立ち、コイル間に樹脂を埋め固めることで、単純な二重管構造となっている。駆動中の損失熱によるEVモータの温度上昇から、コイルの減磁が懸念されるため、EVモータには除熱を促進するような機構が求められる。伝熱は流動構造と密接な関係があるため、EVモータ内部の熱特性だけでなく、流動特性についての知見も重要であるが、EVモータ内部の様な狭隘流路の熱流動特性の知見は少なく、除熱に最適な設計は難しい。

本研究では、EVモータ構造を模擬した内円筒回転時における同心二重円筒狭隘流路内の流動特性を明らかにすることを目的とし、EVモータ構造を模擬した実験装置において扁平粒子を用いたロータ円筒面の流動の可視化を行なった結果について述べる。

## ■ 実験装置および可視化方法

実験装置の概略図および可視化実験における光源・カメラの配置図をFig. 1に示す。実験装置はEVモータの二重円筒管を模擬している。EVモータ内の流体は空気であるため可視化は困難であり、EVが時速60 km程度でEVモータは3000 rpmと高速で回転する。本実験では可視化の容易な水を使用し、 $Re$ 数の相似則を適用して200 rpm程度の低回転数でEVモータ内の流動を模擬する。 $Re$ 数の定義式は以下の式(1)で定義する。

$$Re = \frac{r_i \omega d}{\nu} \quad (1)$$

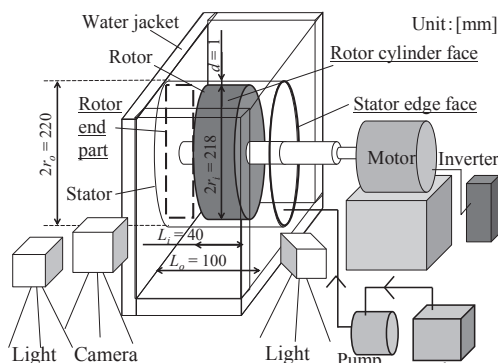


Fig. 1 Experimental apparatus for observation of the flow

式中の  $r_i$  はロータ半径[mm]、 $d$  はロータ円筒とステータ円筒間の隙間[mm]、 $\omega$  はロータの角速度[rad/s]、 $\nu$  は動粘度[mm<sup>2</sup>/s]を示す。実験時には、ステータの内側は体積分率0.6 %となるよう扁平粒子を混入した水で満たす。水を満たした後、モータに連結したロータを回転させ、メタルハライドライトを光源に用いて、ハイスピードビデオカメラによって流動を可視化した。

## ■ 実験結果および考察

ロータ円筒面の可視化画像をFig. 2に示す。Figure 2(a)に示す $Re = 236$ のとき、流動の変化は見られないが、Fig. 2(b)に示す $Re = 503$ ではロータの円筒面上に縞模様の流動が発生した。この縞模様は、既存のテイラー渦<sup>(1)</sup>と同様である。また、軸方向の隙間内(長さ40 mm)に発生した縞模様の数は20対(40個)であり、ロータ円筒とステータ円筒間の隙間 $d$ と同じ大きさの渦(幅1 mm)が存在することを示された。Figure 2(c)に示す $Re = 898$ では、発生した縞模様の流動が軸方向に局部的に揺動し、Fig. 2(d)に示す $Re = 1544$ まで増加させると、複雑な流動場が見られた。このように、EVモータの同心二重円筒管の隙間内ではテイラー渦が発生していると考えられる。また、 $Re = 503$ のように縞模様が発生する流動では、隙間内の流体の滞留と同時に、熱も滞留しEVモータの除熱が妨げられる可能性が考えられる。

## ■ 参考文献

(1) N. Abcha, et al., Exp Fluids 45 (2008) pp.85-94

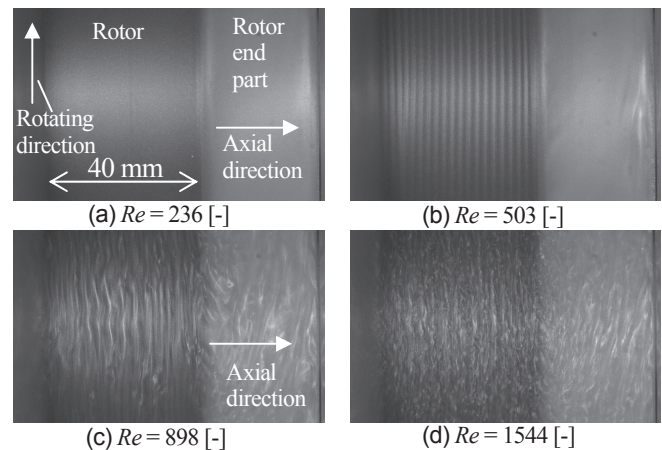


Fig. 2 Flow structure at the rotor cylinder face and the end part

代表発表者 阿部 豊 (あべ ゆたか)  
 所属 筑波大学 システム情報工学研究科  
 構造エネルギー工学専攻  
 問合せ先 〒305-8573 つくば市天王台 1-1-1  
 筑波大学 第三エリア F棟 3F323室  
 TEL: 029-853-5266 FAX: 029-853-5266  
 abe@kz.tsukuba.ac.jp

■キーワード: (1) 電気自動車用モータ  
 (2) テイラー渦  
 (3) 流動特性