

# モータ回転軸への温度測定用試薬の固定方法

長谷川 孝\* 山口 勇\*

An adhesion method of chemical reagents for measuring temperature on the rotating motor shaft

Takashi Hasegawa\*, Isamu Yamaguchi\*

キーワード：温度，試薬，モータ回転軸，固定，銅テープ

Keywords : Temperature, Chemical reagents, Rotating motor shaft, Adhesion, Copper tape

## 1. はじめに

1.1 背景 近年のモータは，高速化・高出力化・省電力化の増加が進んでおり，それに伴ってモータの発熱を抑えることが重要な課題となってきた。そのためにはモータの温度を知ることが重要である。モータの発熱部は回転子巻線であるが，回転子はケーシングで覆われており，温度計測は一般的に抵抗法（例えば JIS C4203）などの間接的算出法によって行われ，直接測ることは困難である。また，回転子に直結しているモータ回転軸（以下，軸と称す）の温度計測も，回転しているため，困難である。そこでケーシングの温度を測り，モータの発熱温度を推定することもあるが，ケーシングは回転子と接触していないため，ケーシング温度と回転子の巻線温度とでは差が大きすぎる。回転子と直結している軸の温度は，巻線との温度差が小さいので，近似的ではあるが，回転子の巻線温度をより正確に知ることが可能と考えられる。そこで，先に提案した融点異なる試薬を用いた温度計測法<sup>(1)(2)</sup>を，軸の温度の直接的計測に適用する方法を検討した。

1.2 目的 融点異なる試薬を用いた温度計測法とは，既知の融点を持つ試薬を多種用意し，高温の融点を有する試薬から順次，測温物に接触させ，融解した試薬と，その直前に接触させて融解しなかった試薬を確認することで，温度を測定する手法である<sup>(2)</sup>。モータ回転軸の温度計測に適用する場合，丸棒金属である軸に試薬を固定し，試薬が固体状態のときは，軸の回転による遠心力によって，軸から剥がれないようにしなければならない。さらに軸の温度が試薬の融点に達したとき，試薬は速やかに軸から分離し飛散する必要がある。本報では，粘着剤等を使うことなくこれらの要求を満足できる，軸への試薬固定方法を開発する。

## 2. 実験方法および結果

### 2.1 試薬固定方法の検討 試薬が軸に直接接触した状

態で固定する方法として，銅テープに穴を明け，テープを測温する箇所に貼付し，溶けた試薬を穴に流し込ませ，固着させる手法を検討した。

### 2.2 実験

2.2.1 実験用モータ 本研究では 12 mm の軸径を有する定格 90 W の 3 相誘導電動機を，商用電源 200 V を用いて約 1500 rpm で回転させた。

2.2.2 適用試薬 試薬はイソフタルアルデヒド（CAS 626-19-7）と 1-メチル-2-フェニルインドール（CAS 3558-24-5）の 2 種を用いた。DSC（Differential Scanning Calorimetry）で試薬の融点を測定し，結果をカタログ値と比較した。イソフタルアルデヒドの測定結果を図 1 に示す。また両試薬の測定結果を表 1 に示す。

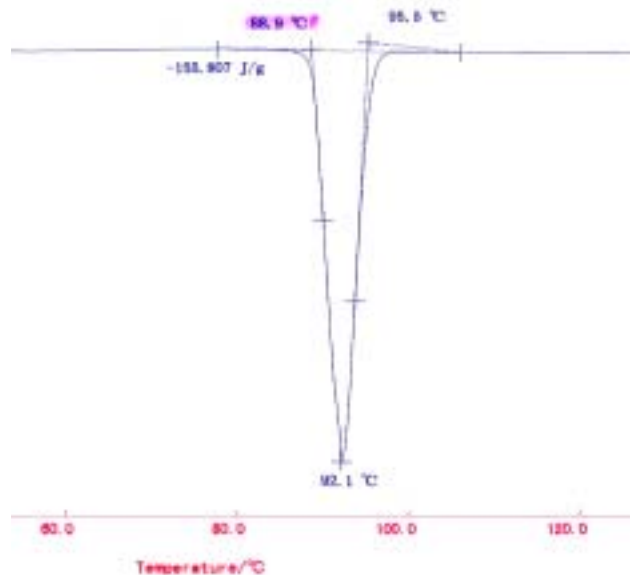


図 1. イソフタルアルデヒドの DSC 測定

表 1. DSC による試薬融点測定結果

試薬名	融点(カタログ値)[ °C ]	融点(実測値)[ °C ]
イソフタルアルデヒド	88-90	88.9
1-メチル-2-フェニルインドール	98-100	99.2

\* エレクトロニクスグループ

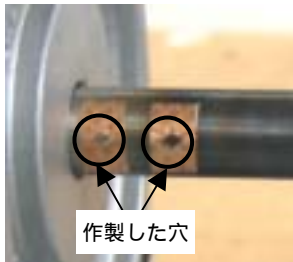


図2. モータ回転軸へ貼付した銅テープ



図3. 融解した試薬

(左) イソフタルアルデヒド (右) 1-メチル-2-フェニルインドール



図4. 軸上へ塗布後に固化した試薬

(左) イソフタルアルデヒド (右) 1-メチル-2-フェニルインドール



図5. 軸の3時間回転後の試薬

(左) イソフタルアルデヒド (右) 1-メチル-2-フェニルインドール

2.2.3 試薬固定手順 試薬を固定するための詳細手順を以下に示す。

(1) 長さ 15 mm, 幅 6 mm, 厚さ 0.1 mm 程度の銅テープを用い, テープ中央部に一辺 3 mm 程度の正方形の角穴をあけ, 軸上の温度測定部に貼付する(図2)。

(2) ホットプレート等を用いて試薬を融点以上の温度で加熱し, 試薬を溶かす(図3)。

(3) 溶かした試薬を穴に流し込む。塗布後, 液状の試薬を冷まし, 固化させる(図4)。

2.2.4 実験結果 常温, 200 V, 無負荷で軸を3時間回転させた後の状態を図5に示す。図4の回転前と比較して試薬の形状に変化がなく, 遠心力が加わっても, 試薬が軸から剥がれずに残っていることがわかる。この結果より, 試薬が固体状態のとき, 軸に対して十分な密着力を有していることが確認できた。

2.3 試薬融解時の確認 試薬が融点に達したとき, 融解した液状の試薬は速やかに軸から分離し飛散する必要がある。そこでモータの発熱のみならず, 負荷側の温度上昇をも考慮して, 回転中の軸の先端をガスバーナーで加熱し, 試薬を融解させ, 停止後に試薬が残っているかどうかを確認した。図6にガスバーナーを用いて軸を加熱している状態を示す。試薬はモータ軸受部近傍の軸上に固定しており, 加熱部の軸先端からは十分に離れた。



図6. ガスバーナーを用いた軸加熱時の様子

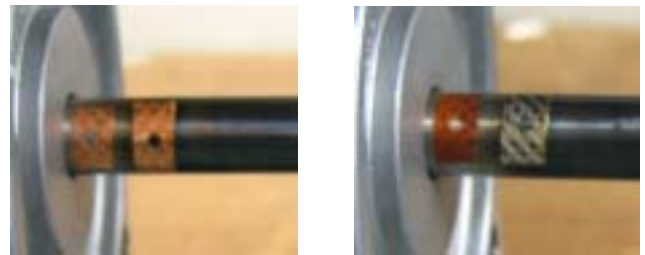


図7. ガスバーナー加熱後に融解して無くなった試薬

(左) イソフタルアルデヒド (右) 1-メチル-2-フェニルインドール

図7に加熱後の試薬の状態を示す。両試薬とも, 軸上に残っていなかった。これは試薬が融解した後に遠心力で飛散したためである。この結果より, 軸の温度上昇で融解した液状の試薬は軸から分離し飛散することが確認できた。

なお, 別な試薬を用いて 10 mm の軸径を有する定格 40 W の 3 相誘導電動機にトルクを負荷し, 回転数を変化させたときにも, 同様な結果が得られている。

### 3. まとめ

本研究ではモータ回転軸への温度測定用試薬の固定方法を開発した。本手法を用いて得られるモータ回転軸の温度は, ケーシング温度と共に, モータの発熱対策をする上で重要なデータとすることができる。

今後は開発した固定方法を基盤として, 光センサーを導入することも検討し, いつ測定した温度に達したかという, 時間的なデータも残る温度計測技術の開発を目指す。

(平成 19 年 6 月 29 日受付, 平成 19 年 7 月 13 日再受付)

### 文 献

- (1) T. Hasegawa, M. Saka and Y. Watanabe: "Direct Measurement of Local Surface Temperature of Eutectic Solder for Determining Electromigration Pattern", J. Electron. Mater., Vol. 35, No. 5, pp. 1074-1081 (2006).
- (2) T. Hasegawa, T. Kohara and M. Saka: "A Simple and Direct Method for Local Temperature Measurement and Its Applications to Materials Evaluations", Key Eng. Mat., Vols. 345-346, pp. 1279-1282 (2007).