

温度管理を考慮したモータの制御法

Control method of the motor considering a temperature management

○加賀谷 純悦、秋山 宜万、三浦 武、谷口 敏幸

○Jun-etsu Kagaya, Yoshikazu Akiyama,
Takeshi Miura, Toshiyuki Tanuguti

秋田大学

Akita-University

キーワード：速度パターン(velocity pattern)

連絡先：〒010 秋田市手形学園町1-1 秋田大学 鉱山学部 電気電子工学科

三浦 武, Tel: (0188)89-2338, Fax: (0188)37-0406, E-mail: miura@ipc.akita-u.ac.jp

1. はじめに

モータを運転させると、供給電力の一部は渦電流などの鉄損、電機子回路の銅損などの熱に変換され、この熱によりモータの温度は上昇する。極端に高温になると、巻線の絶縁が熱的に破壊され焼損や短絡などが生じてしまう。そこで本研究ではモータの温度上昇は運転状況によりどのように変化するかを計測し、また温度の上昇を制御することが可能であるか検討することを目的としている。

2. 実験方法

本研究で使用した実験装置の構成を図1に示す。
ここで用いられているタコジェネレータは $3[V/krpm]$ の精度で回転数の検出が可能であり、温度センサは $1[mV/^\circ C]$ の精度で温度の検出が可能である。また、

負荷として $30.3[\text{g} \cdot \text{m}^2]$ の慣性負荷を用いた。

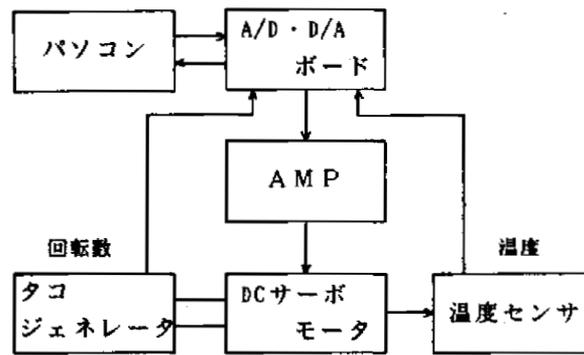


図1 実験装置の構成

本研究の目的はモータの運転状況による温度変化を計測することであるので、今回用いた速度パターンを図2に示す。3個のパターンのいずれも条件として同一時間に同一距離だけ移動している。またもう一つの実験として、回転速度一定にした際にモータ表面の温度はどのように変化するかについても計測を行った。

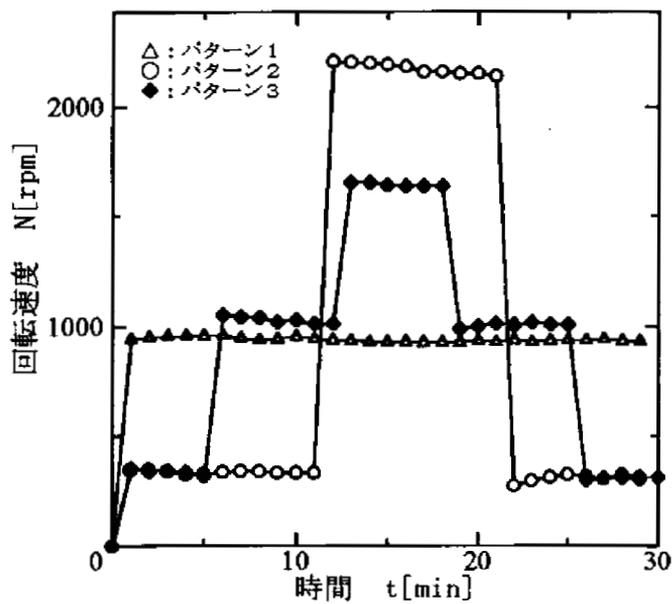


図2 実験に用いた
速度パターン(1)

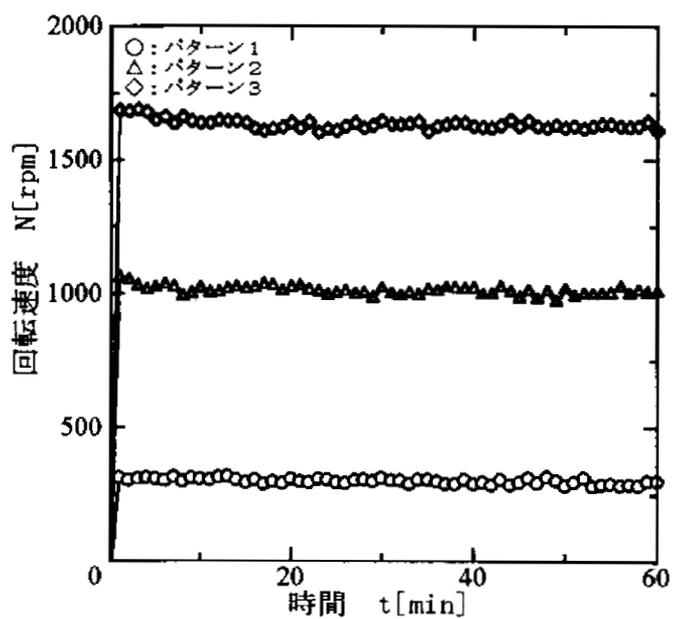


図3 実験に用いた
速度パターン(2)

3. 実験結果

速度パターン(1)でモータを運転した際のモータ表面の温度変化とモータの電力を図4に、速度パターン(2)でモータを運転した際のモータの表面の温度変化とモータの電力を図5に示す。

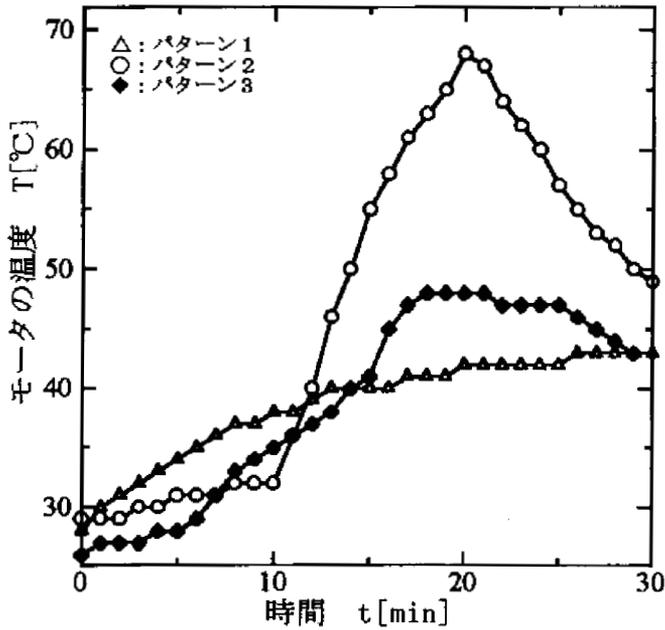


図4 - (a) 速度パターン(1)における温度変化

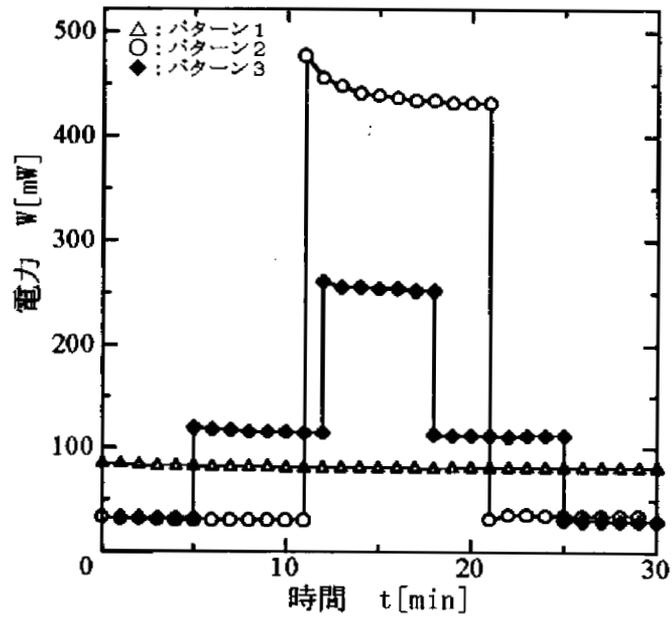


図4 - (b) 速度パターン(1)における電力変化

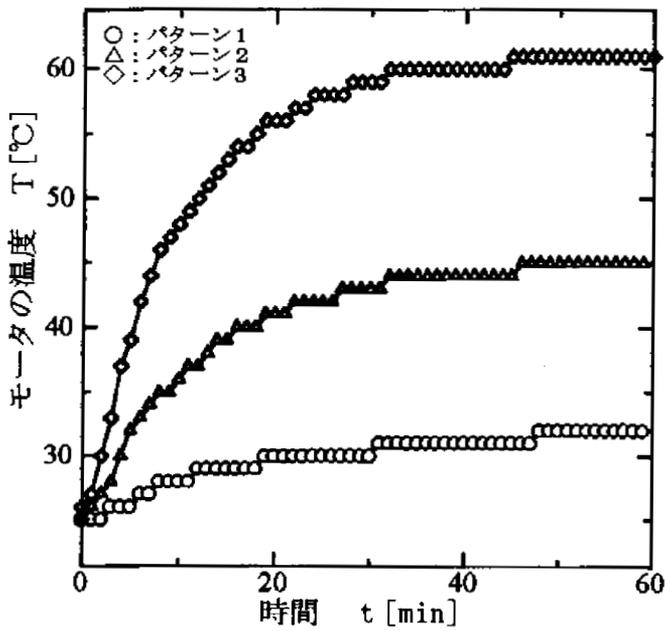


図5 - (a) 速度パターン(2)における温度変化

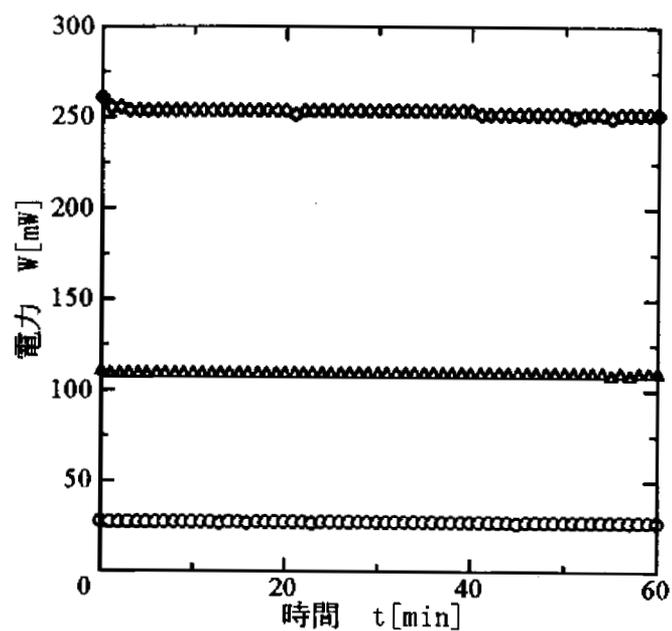


図5 - (b) 速度パターン(2)における電力変化

また、図6の様な速度パターンについても同様な計測を行った。

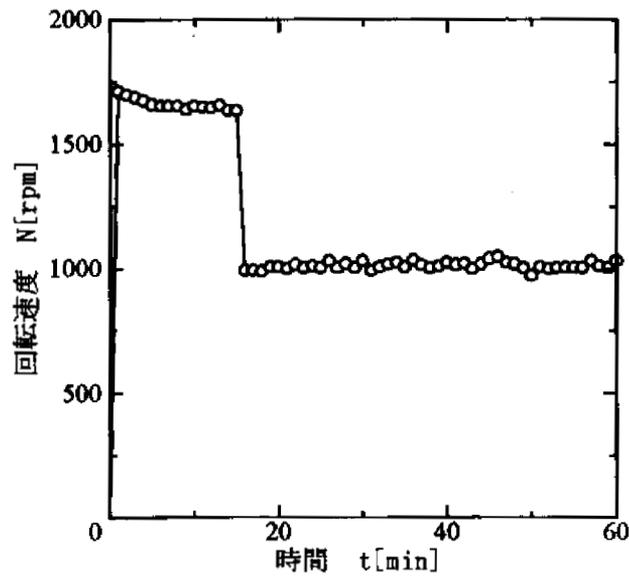


図6 実験に用いた
速度パターン(3)

速度パターン(3)でモータを運転した際のモータ表面の温度変化とモータの電力を図7に示す。

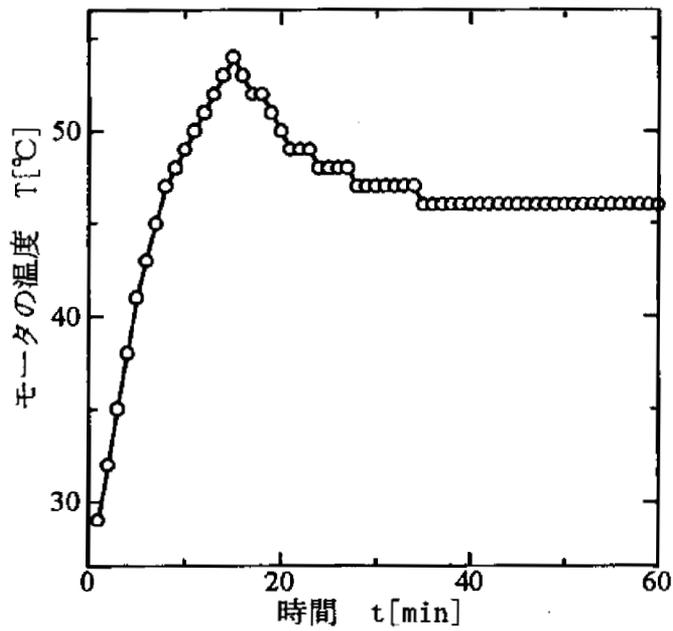


図7-(a) 速度パターン(3)
における温度変化

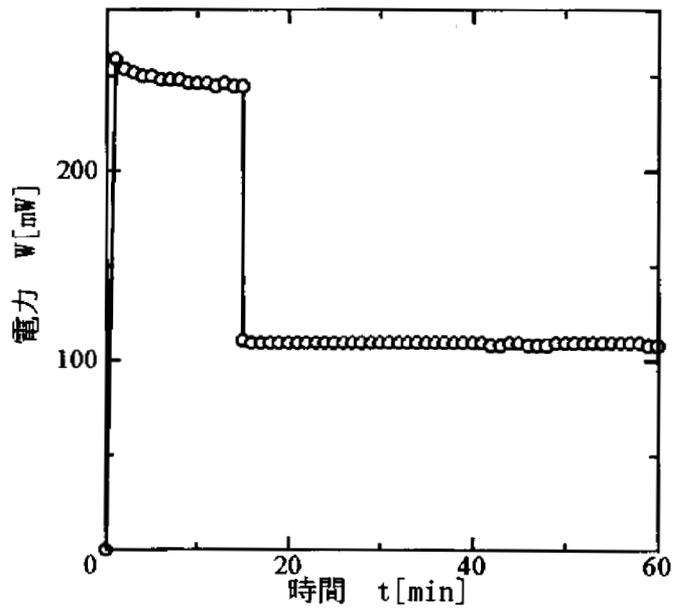


図7-(b) 速度パターン(3)
における電力変化

図4(a), (b)よりわかることは、同一条件（同一距離を同じ時間をかけて移動する）を満たしていても、温度変化は全く違うものとなっているということである。これは、モータに入力される瞬時電力の違いによるものであり、瞬時電力が大きければ、それだけ電機子回路の銅損は大きくなるので、温度上昇の傾きは大きくなるわけである。図6に示された結果を見ても、やはり瞬時電力が大きい方が収束する温度も高くなることがわかる。このことより、モータの最大電力を小さくする、すなわち最大回転数を小さくすることにより温度上昇を押さえることが可能であると予想される。

図6に示した速度パターンは図5(a)より得られた結果から、このような運転をさせると、温度が低下し一定値に収束するのかが確認するためのものである。比較のために、図5-(a)のパターン2、3と図7-(a)を重ね合わせたものを図8とする。

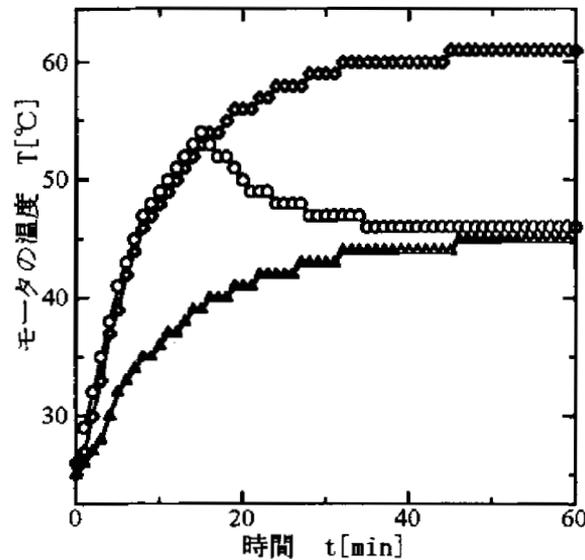


図8 各パターンの温度変化

図8を見る限り、一定値に収束することがわかり、パターン2の収束する温度にほぼ等しくなることがわかる。

また、今回の結果より、実験に用いたモータの温度の下降は、次のように変化するものと思われる。温度変化の関数を $T(t)$ とすると、

$$T(t) = \Delta T \cdot \exp(-t/\tau) \quad (1)$$

関数 $T(t)$ と図7-(a)とを重ねたものを図9とする。

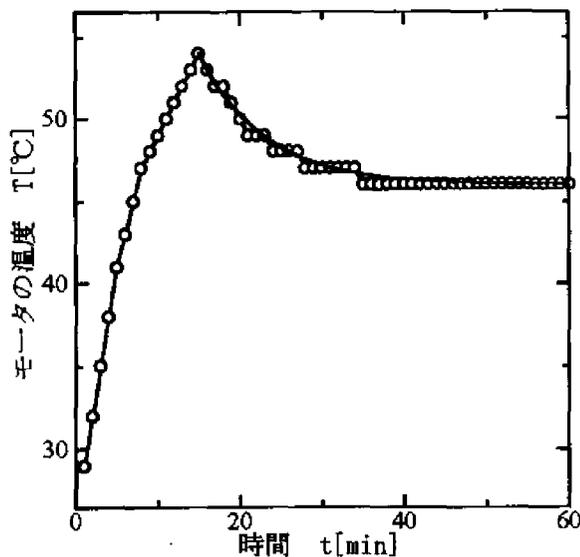


図9 近似した関数との比較

ここで、 $\Delta T = 8$ 、 $\tau = 8$ としている。

図9に示されるように、計測結果と近似計算結果はほぼ一致しており、さらに検討して(1)式を一般化することができると考えられる。

4. おわりに

結果として、モータの最大電力を小さくすることにより温度上昇を押さえることが可能であることが予想された。また、ある程度温度を上昇させた後に、低い回転数で運転させるとモータの温度はある一定値に収束し、その収束点はその回転数で運転した際の飽和点とほぼ一致することが確認された。その変化は(1)式の関数として近似することが可能であると思われる。今後、(1)式を一般化することについて検討を行うことが課題として考えられる。