

小型 DC モータのセンサレストルク測定における誤差評価

森山 伸一
(九州工業大学 情報工学部)

1 はじめに

ブラシ付き小型 DC モータは安価であるが故に用途も広い。筆者は、最近、そのトルクを測定する新たな方法を提案した[1]。それは、ローレンツの力の法則に基づいており、高価なトルクメータが不要である、という特長を有する。本稿では、その測定誤差について述べる。

2 誤差の定式化

図 1 に実験に用いたギアドモータ[2]の写真とその測定システムの構成を示す。2つのモータはどちらも測定対象である。負荷抵抗 R_e を接続したモータは発電機として用いる。電機子電流 I 、速度起電力 V 、理想トルク T 、ギア比 γ に付した添字 "g" は発電機のパラメータであることを意味する。2つのモータに共通するパラメータは結合部の回転角速度 $\hat{\omega}$ とトルク \hat{T}_e である。もし、 $\gamma = \gamma_g$ ならば、2つのモータのシャフトにおける回転角速度 ω とトルク T_e も共通のパラメータとなる。この場合、 V と T_e の評価式は[1]で導いたものと一致する。

このシステムの測定精度は2つのモータの特性のバラツキに左右されるが、それが無視できたとしても両者の内部温度が異なれば、測定精度は劣化する。たとえば、温度差によってモータ側で ΔR の電機子抵抗の増加と ΔV の速度起電力の減少が生じたと仮定する。この場合、 V と T_e の評価式は

$$V(1 + \varepsilon_V) = \frac{I_g}{I + I_g} (V_e + R_e I) \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$T_e(1 + \varepsilon_T) = \frac{1}{2\omega} (V_e + R_e I) I_g \quad \dots\dots\dots (2)$$

のように相対誤差

$$\varepsilon_V = (\alpha_R - \alpha_V) \frac{I_g}{I}, \quad \varepsilon_T = \frac{\varepsilon_V + \alpha_V}{1 - \alpha_V},$$

$$\alpha_R \equiv \frac{\Delta R I^2}{V(I_g + I)}, \quad \alpha_V \equiv \frac{\Delta V I}{V(I_g + I)} \quad \dots\dots\dots (3)$$

を含むものとなる。

3 実験の結果

実験には6個(No.1~6)のギアドモータを用いて上述の相対誤差の評価を行った。最初に $R_e = \infty$ の無負荷動作試験で特性のバラツキが十分に小さいことを確認した。更に、発電機の温度を人為的に上昇させ、 V 対 ω 特性の温度依存性を調べた。次に温度上昇が無視できる2秒間の抵抗負荷動作試験を実施した。試験では、電源 off の直前に0.2秒間の測定期間を設け、(1)、(2)の評価を行った。その結果、 ε_T が約2%以内であることを確認した。最後に、抵抗負荷動作試験の時間を10分間に延長し、疑似の熱平衡状態で(1)、(2)の評価を行った。結果として、モータの温度は80°Cに達し、 I の顕著な減少が見られた。また、温度差は30°Cとなり、 ε_T は約20%に達した。

図2にNo.5, 6のペアの T_e 対 I 特性を示す。10分間の

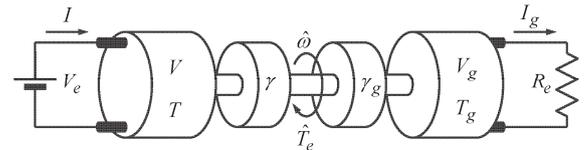


図1 ギアドモータのセンサレストルク測定システム

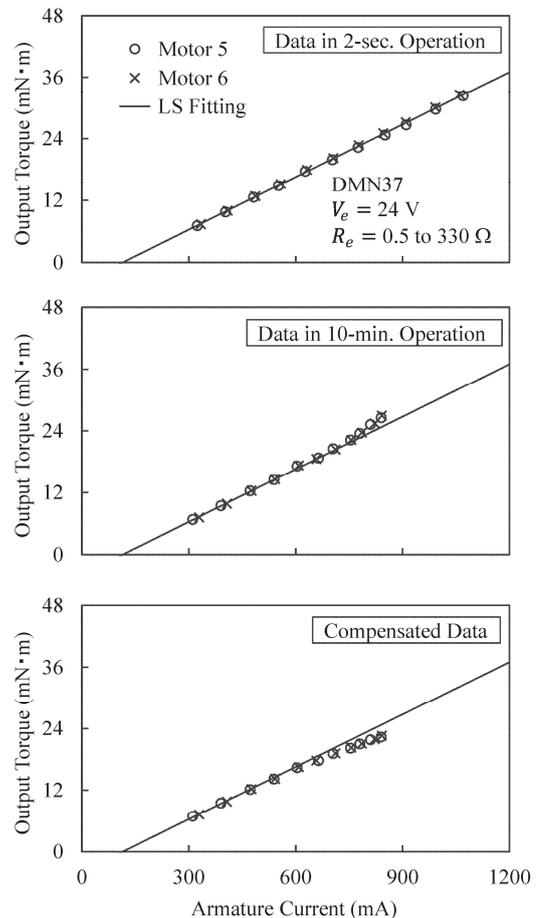


図2 ギアドモータ負荷動作時の T_e 対 I 特性

動作試験では、2秒間の動作試験で見られたデータの直線性が損なわれるが、取得した ε_T による補正を施せば、合理的なデータが得られることが判明した。

参考文献

- [1] Moriyama S. "Experiment of the Lorentz Force Law Using Twin Toy Motors." *IEEJ Trans* 2015; **10** 12–17.
- [2] http://www.nidec-servo.com/en/digital/pdf/DMN37_3.pdf. Accessed June 1, 2016.