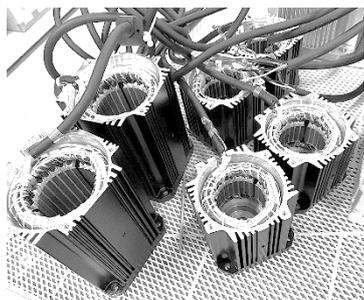


技術部 古澤

特性が不明なモータ定数の見つけ方(その2)

前回のコラムに続き、主要なモータ定数である巻線抵抗・巻線インダクタンスとロータイナーシャの概略値を実測から求める方法について解説します。



前回のコラムに続き、お客様のモータの定数を測定器やオシロスコープの波形により簡易的に求めます。引き続き、弊社のモータ「LNE II 040C」を用い定数測定を行っていきます。

弊社で扱っているほとんどのモータは三相同期モータ（SPMSM）であり、図1のように3相の巻線がスター結線されています。

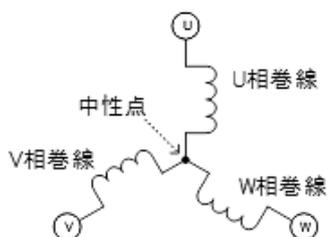


図1. 巻線のスター結線

モータの巻き線はコイルであり、定数として巻線抵抗 R_a [Ω] と巻線インダクタンス L_q [H] があります。

巻き線コイルの抵抗はとて小さいため、テスターなどの一般的な抵抗計では測れず、低抵抗計（ミリオームメータ）が必要になります。また、巻線抵抗の抵抗値は温度条件（通常 20 [°C]）があるため、温度補正の機能が必要となります。



日置電機 3540 (mΩ HiTESETER)

図2. 低抵抗計の例

求める抵抗値は各端子と中性点間の値ですが、中性点は外に出ていないため、各端子間を計測し平均値の2分の1とします。

表1. 各端子間の抵抗計測値

U相-V相 (R_{UV})	5.10 [Ω]
V相-W相 (R_{VW})	5.08 [Ω]
W相-U相 (R_{WU})	5.07 [Ω]

$$R_a = \frac{R_{UV} + R_{VW} + R_{WU}}{3} \times \frac{1}{2}$$

$$= \frac{5.10 + 5.08 + 5.07}{3} \times \frac{1}{2} \approx 2.54 [\Omega]$$

つぎにLCRメータを使用して、巻き線インダクタンスを計測します。巻線抵抗の測定と同様に、各端子間を計測し平均値の2分の1とします。



日置電機 IM3536 (LCR METER)

図3. LCRメータの例

巻き線のインダクタンスを計測するときのLCRメータの条件は以下とします。

- ・接続 : LR 直列
- ・周波数 : 1 [kHz]
- ・電圧 : 1 [V]

表 2. 各端子間のインダクタンス計測値

U相-V相 (L_{UV})	10.01[mH]
V相-W相 (L_{VW})	8.65[mH]
W相-U相 (L_{WU})	10.55[mH]

$$L_q = \frac{L_{UV} + L_{VW} + L_{WU}}{3} \times \frac{1}{2}$$

$$= \frac{10.01 + 8.65 + 10.55}{3} \times \frac{1}{2}$$

$$\cong 4.86[\text{mH}]$$

前回のトルク定数 K_T と誘起電圧定数 K_E に続き、巻線抵抗 R_a と巻き線インダクタンス L_q が求められたので、モータの電流制御 (=トルク制御) が可能となります。

次にロータイナーシャを求めます。

ロータイナーシャを求めるためには、モータを一定のトルクで回転させ、回転速度の変化により求めます。

図 4.の波形は、弊社モータ「LNE II 040C」を用い定格トルクの 50 [%] (=0.635[N・m]) で 0[min^{-1}] から 3000[min^{-1}]まで駆動させて波形観測したものです。

Ch1 (青) は速度波形、Ch2 (紫) はトルク波形になります。トルクの立ち上がりと立下りは一定ではないため、波形のカーソル (水色線) の部分を計測します。

横カーソルの間の時間 ΔX は 40[ms]、縦カーソルの間の電圧 ΔY は 6.775[V]であり、速度波形のスケールを 3000[min^{-1}]/10[V]としているため、縦カーソルの回転速度 N [min^{-1}]は以下のようにより求められます。

$$N = 3000 \times 6.775 / 10 = 2032.5[\text{min}^{-1}]$$

回転速度 N [min^{-1}]は角速度 ω [rad/s]に変換します。

$$\omega = \frac{2\pi}{60} \times N = \frac{2\pi}{60} \times 2032.5 = 212.84[\text{rad/s}]$$

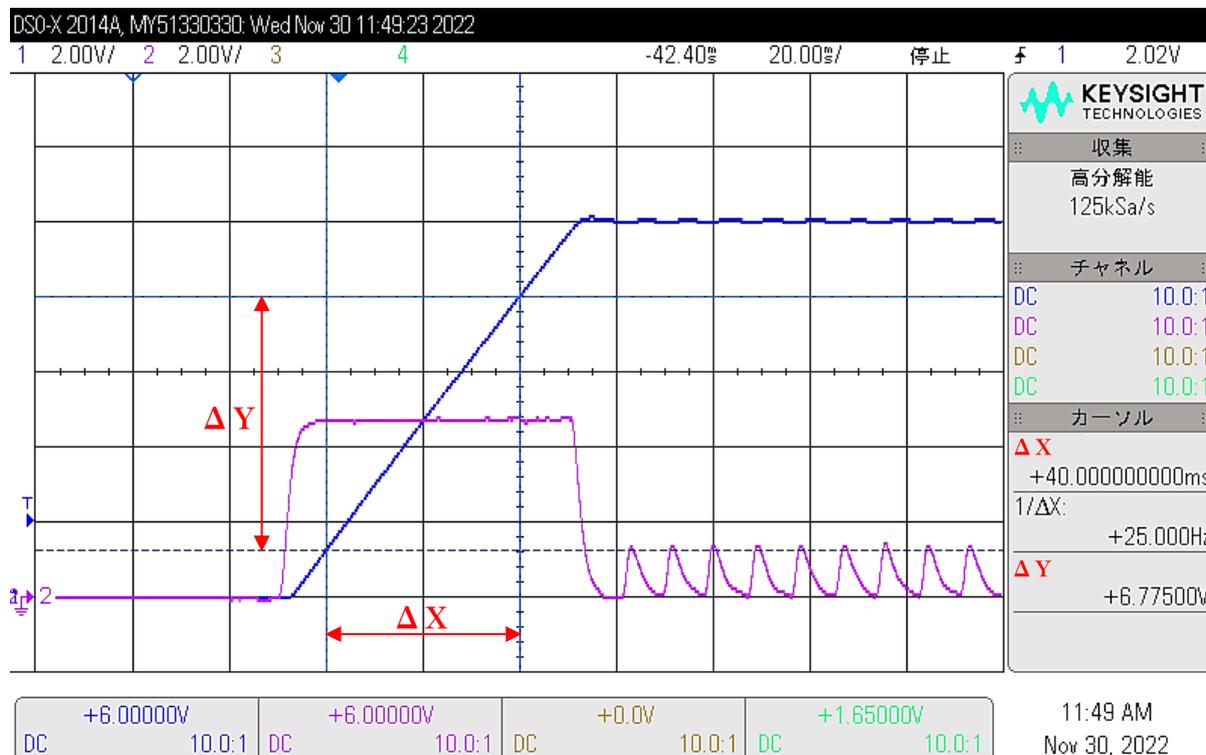


図 4. オシロスコープによる波形観測

トルク $T[N \cdot m]$ 、回転角速度 $\omega[rad/s]$ 、時間 $S[s]$ よりロータイナーシャ $J_m[kg \cdot m^2]$ を求めます。

$$J_m = \frac{T}{\omega} \times S = \frac{0.635}{212.84} \times 0.04 \\ = 1.19 \times 10^{-4} [kg \cdot m^2]$$

以上のようにロータイナーシャを求めることができました。

いままで簡易的に求めた値とカタログ値を比較してみます。

表 3. カタログ値と比較

項目	測定値	カタログ値
トルク定数 $K_T[N \cdot m/A(rms)]$	0.596	0.58
誘起電圧定数 $K_E[V(rms)/min^{-1}]$	20.7×10^{-3}	20.4×10^{-3}
巻線抵抗 $R_a[\Omega]$	2.54	2.53
巻線インダクタンス $L_q[mH]$	4.86	4.50
ロータイナーシャ $J_m[kg \cdot m^2]$	1.19×10^{-4}	1.16×10^{-4}

オシロスコープによる簡易測定ですが、ほぼカタログ値と同じ値が測定できました。

このように定数などの判らないモータでも測定により求められますので、お手元にあるモータでドライブ機器が故障してしまい困っている等があれば営業までご相談ください。

以上