

実機への実装③… いざモータを回してみる

ご購入はこちら

伊藤 佳樹, 久保 聖弘

第4章で実装したソフトウェアを実機で動かしU相/V相/W相のモータ電流を測定します。

準備1…モータ定数の確認

モータを電気回路表現すると、抵抗、同期インダクタンス、誘起電圧というモータ定数を使って表現されます(第1章)。これらのモータ定数は、電流制御の比例ゲイン、積分ゲインの設定や非干渉制御で使われます(第2章)。さらに、速度制御のゲインでは慣性モーメントや極対数が使われます。

モータ定数は、モータ・メーカーや提供元から与えられることもあります。不明な場合もあります。また、与えられたとしても妥当なのか自分で確認することをお勧めします。モータ定数というソフトウェアのパラメータ(ダウンロード・データのconfig_parameter.h参照)を決定するため、制御対象となるモータについて調査します。

● 抵抗

モータ・コイル巻き線の抵抗 R を測定します。インバータから見るとモータ線(用途によってはかなり長い場合がある)の抵抗も含まれます。抵抗値が数 Ω と大きいモータであればテストで測定してもよいですが、テストで測定できないぐらい小さい抵抗値の場合も多いと思います。

高精度な測定器としては表1のような抵抗計があります。今回はキーサイト・テクノロジーのLCRメータを使って測定しました。結果は次となります。

- U-V間：3.562 Ω
- V-W間：3.350 Ω
- W-U間：3.528 Ω
- 平均/2：1.74 Ω

1相の抵抗値を測定することはできないため、モータ線間で測定し、3つの線間の平均を取っています。なお、モータ線間で測定すると2相分の抵抗値となるので1/2します。ソフトウェア(config_parameter.h)には測定結果の1.74 Ω を設定しています(第4章の

表1 高精度な抵抗計(一例)

型名	メーカー	最小分解能
RM3545A	日置電機	0.001 [$\mu\Omega$]
UI733C	キーサイト・テクノロジー	0.0001 [Ω]

リスト29)。抵抗値は温度によって変化するので注意が必要です。

● 同期インダクタンス

同期インダクタンス L_s を測定します。LCRメータによる測定結果は次となります。

- U-V間：2.960mH
- V-W間：2.914mH
- W-U間：2.911mH
- 平均/2：1.464mH

同期インダクタンスも線間で測定すると2相分となるので1/2します。ソフトウェアには測定結果の0.001464Hを設定しています(第4章のリスト29)。

同期インダクタンス測定時には、モータの軸を少しずつ回してみてもインダクタンス値が変化するか確認します。非突極モータならあまり変化しないはずですが、変化する場合には突極モータと考えて、電気角度に対する同期インダクタンス変化を測定します。通常、一番小さい同期インダクタンスが L_d 、一番大きい同期インダクタンスが L_q になります(図1)。

なお、LCRメータは測定する電流が小さいことを知っておきましょう。インダクタンスには磁気飽和特性があるので、電流が大きくなると同期インダクタンスが小さくなるモータがあります(特に突極モータの L_q)。本来必要な同期インダクタンスは実際にモータに流す電流における値です。

● 誘起電圧

誘起電圧定数 k_E を測定します。 k_E は $N \cdot \Phi_{max}$ に当たります。コイル巻き数 N は分かるとしても、直接 Φ_{max} を測定するのは困難です。モータ制御としては、速度に対する比例係数が分かれば誘起電圧が計算できるので、この比例係数を測定します。