

前提知識がなくてもOK!
スケッチでなめらかに回す

Arduino Uno R4ではじめる DCブラシレス・モータ制御

第2回 発生トルクや最高回転数はコイルの巻き数で変わる

藤澤 幸穂

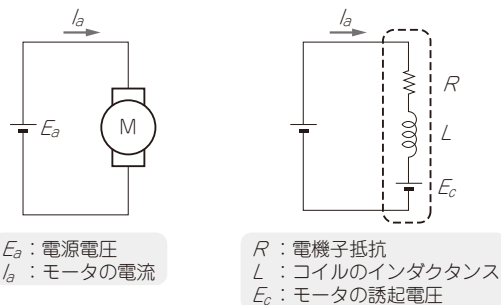


図1 DCブラシ付きモータの電気的な特性

DCブラシレス・モータの構造やどのようなプログラムで制御すればよいかを解説するため、前回(本誌2024年7月号)に続き原理の分かりやすいDCブラシ付きモータを取り上げます。今回は、電磁気とモータの回転の話です。コイルの巻き数などによって、モータの特性がどのように変わるかを解説します。連載では、モータを回すためのプログラムを作るために、まずはモータの構造を解説していきます。

コイルの仕様によって変わるモータの特性

図1(a)のようにDCブラシ付きモータに電源だけが接続された回路の特性を考えます。モータ内部は電気的にはコイルがあるだけです。等価回路は、コイルの抵抗分と直列に接続された回路で示すことができます[図1(b)]。

● 誘起電圧によってモータの電流が制限される

モータのコイルに流れる電流は、電源電圧から誘起電圧を引いた値をコイルの抵抗値で割った値になります。

$$I_a = \frac{E_a - E_c}{R}$$

E_a : 電源電圧 R : モータ・コイルの抵抗

I_a : モータ電流 E_c : モータ誘起電圧

E_c は電磁誘導による誘起電圧です。モータなのに発電機なのかと思うかもしれませんが、モータは電池などを接続して回転させますが、そのとき永久磁石の前をコイルが移動するので、発電機の性質も持っています。

コイルの抵抗値は、材質や線径によって変わります。

● コイルの巻き数によって誘起電圧が変わる

誘起電圧は、コイルの巻き数と回転数に比例します。巻き数を多くすると誘起電圧定数が大きくなります。モータの最高回転数(無負荷時)は誘起電圧定数が大きいほど低く、誘起電圧定数が小さいほど高くなります。当然ですが誘起電圧は、電源電圧以上にはなりません。

$$E_c = K_e \times N$$

E_c : モータ誘起電圧 K_e : 発電係数
 N : 回転数

回転数が上がると誘起電圧が大きくなるため、コイルを流れる電流は小さくなります。

● モータ・トルクと回転数の関係

高回転で回るモータを作るには巻き数を減らせばよいのですが、モータが発生するトルクは電流と巻き数に比例するので、同じ電流値なら巻き数が多いほどトルクが大きくなります。つまり巻き数を減らすと高回転だがトルクが低くなり、巻き数を多くすると低回転だがトルクが大きくなります。

$$T = K_t \times I_a$$

T : トルク K_t : トルク定数

I_a : モータ電流

DCブラシ付きモータの特性は、トルク-回転数($T-N$)とトルク-電流($T-I$)特性図で示されます(図2)。

図2の左端は無負荷時を示します。このときが最高回転数で回る状態です。誘起電圧が電源電圧に近づいているので電流がほとんど流れず、電流値は0に近づ