



力強く回したり、一気に 加速したり、ピタリと止めたり モータ・コントロール実験室 ～ベクトル制御編～

第3回 制御方法の基礎知識①
電力効率とトルク効率の一挙両得

渡辺 健芳
Takeyoshi Watanabe

ブラシレス・モータを回転させるためにドライバから流し込むコイル電流の位相と、ブラシレス・モータが回転することにより発生する誘起電圧の位相はモータ効率に影響します。この二つの位相をピッタリ合わせると、ブラシレス・モータの電力効率とトルク効率を上げることができます。電力効率はブラシレス・モータの省エネ性に、発生トルクは振動や騒音などの回転品質にとって重要な性能です。

今回は、トルクや電力を表す数式からグラフを描き、電力効率および発生トルクの二つの観点から、誘起電圧に対するコイル電流位相 θ [rad]をいくらに設定すべきかを考えます。 θ は、ドライバが電流をブラシレス・モータに供給するにあたって重要な情報です。

検討①…電力効率を上げる

■ モータ駆動には電力のムダがいろいろある

● モータの電力効率とは

例えばモータの回転出力 P_M が80 Wで、モータの入力電力 P_E が100 Wである場合、モータの電力効率 η_F は下記式のように80%です。

$$\eta_F = \frac{P_M}{P_E} = \frac{80}{100} = 0.8(80\%)$$

モータの損失は20 W(=100 - 80 = $P_E - P_M$)となり、モータ内部で20 Wが消費されています。

● 小さくない三つの損失

モータの電力損失には、次の要因があります。この損失が三つの中で一番大きいです。

① モータの機械・電気・磁気的な損失

モータは、ドライバから受け取った3相電力を機械的な回転に変換するときに損失が発生する。例え

ば、コイル抵抗の発熱、軸受けの転がり摩擦損失、ロータが空气中を回転することによる風損、ロータ・コア、ステータ・コア、マグネットなどのモータ部品の発熱など。

モータだけでなくモータ・ドライバ回路でも電力損失が発生します。

② ドライバ回路の電力損失

ドライバはDC電源から供給された電力を3相電力に変換しモータに供給するときに損失が発生する。例えば、スイッチング素子などの回路部品の発熱損失など。

③ ドライバからモータへの電力供給損失

ドライバからモータにAC電力を受け渡す時に発生する損失。

上記の損失を減らせば、電力効率がアップします。

● まず③の損失を減らすことを考える

コイルの抵抗を減らしたり、コアやマグネットの材質や形状を変えたり、軸受けを変更したりすれば、電力損失を減らすことができますが、大変です。ここではモータ自体には手は加えず、③のドライバからモータへ電力供給する時に発生する損失を減らす方法を考えます。

損失を減らし電力効率を上げてコイル電流を減らすことができれば、結果的にコイル抵抗による損失などが減らせます。さらに、ドライバの電流も減るので、ドライバ損失も小さくできます。

■ 電力が効率良く加わる条件がある

● 最小電流で必要な電力を得るには力率を1にする

直流では「電圧×電流」が電力そのもので、それ以外の電力はありません。しかし、交流では「電圧×電流」は表面的な電力である「皮相電力」であって、熱やエネルギーに変換される真に有効な電力「有効電力」ではありません。この二つの電力を結ぶ重要なカギが「力率」です。