

第13回 電力回生の仕組み

内山 英和

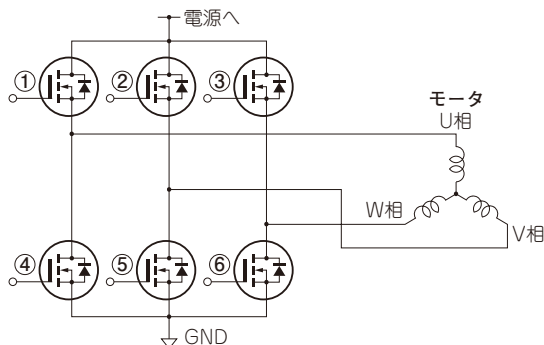


図1 ブラシレス・モータの基本駆動回路
3層スター結線のモータの接続の様子

● 回収できていないエネルギーがあった

回生(昇圧回生)の仕組みについて解説します。回生時、モータを発電機として使うとなると、当然、発電のための入力が必要になります。入力があって出力(回生発電出力)があります。

この入力、走行中のクルマだと以下が挙げられます。

- ・減速時に従来、ブレーキで熱として大気中に放出していた運動エネルギー(速度差分)
- ・坂を下りるときにブレーキ(エンジン・ブレーキを含む)で熱として大気中に放出していた位置エネルギー(高低差分)

回生発電の場合は従来、捨てられていた上記のエネルギーを電力に変えて回収するわけですが、入力分の負荷(制動力)がモータに掛かることとなります。通常、モータはトルクを発生させるものですが、発電時はモータがトルクを受ける、言い換えると「負のトルク」を発生させている状態と言えます。すなわち車体にとって、この入力分は制動力になります。

現実的な回生回路

回生を実現する具体的な回路について説明します。回生の方法はたくさんありますので、少し整理しておきます。

モータを発電機として機能させるには、発電機としての専用の制御回路を持つのが常とう手段です。発電電圧を昇圧したり、充電量を調整したりといったエネルギー・マネージメントを専用で受け持つ発電コントローラを準備するのが分かりやすい方法です。しかし、これは相当なコスト・アップになります。できればモータ駆動コントローラ(インバータ)を用い、また、昇圧のための専用コイルも使わずにモータのコイルでそれを代用したいのが現実的な要求です。

● モータ制御コントローラを使った回生

モータと発電機は基本的によく似ています。エネルギー変換で考えれば、モータは「電気エネルギー→機械エネルギー」変換であり、発電機はその逆変換になります。

全てのモータが効率の良い発電機ではありません。例えばCQブラシレス・モータのような、永久磁石を用いた同期型ブラシレス・モータの場合は、そのまま優秀な発電機の構造をしています(このモータは2輪用の発電機をベースにして作られている)。

図1にモータの駆動回路を示します。ここで右側のモータはそのまま3相(Y結線)の発電機でもあります。発電機からの電流は、モータ駆動で用いたブリッジ回路のMOSFETに含まれる寄生ダイオードによって全波整流され、電源側に逆流(つまり発電)する回路であることが分かります。図1のMOSFET素子を寄生ダイオードだけに置き換えた図2の回路は3相全波整流ブリッジになっています。ただし、通常のモータでは、それを発電機として使う場合の最適設定(巻き線)にはなっていません。あくまでモータ用に決められたコイルを用いて発電させることになります。そこが課題になります。