

EV時代の ブラシレス・モータ研究

第8回 回転数 - トルク特性を自動車エンジンと比べる

内山 英和

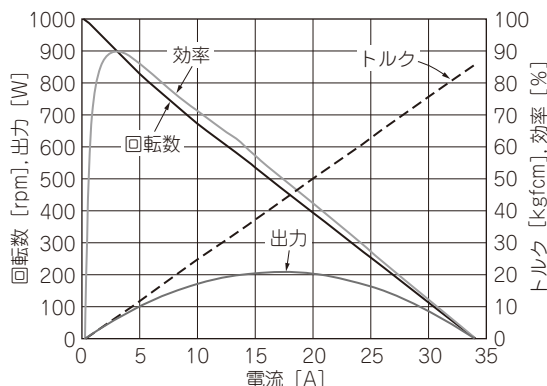
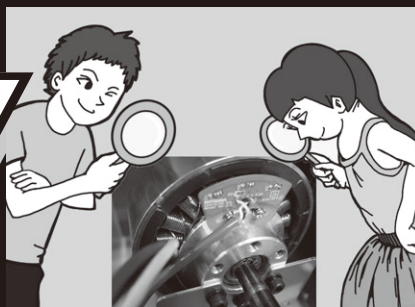


図1 DC ブラシレス・モータの基本特性
CQ ブラシレス・モータの例。DC24V, φ1.0×20T×6直

DC ブラシレス・モータの電流特性

● トルク/回転数/出力

図1にDCブラシレス・モータの特性を示します。横軸は電流です。

図1では電圧が一定としています。するとモータのトルクは電流に正比例し、回転数は傾きがマイナスの比例関係になります。

出力(パワー)はトルクと回転数の積なのでロック電流(回転数がゼロ時の電流)の約半分のところでピークを持つ2次曲線を描きます。

● 効率/定格出力/最高出力

効率は無負荷回転側(軽負荷側)にピークを持っています。モータの定格と呼ばれるのは主に、この最高効率付近を指すことが多いです。

つまり定格出力とは、そのモータが発揮できる最高出力よりもだいぶ低い値になっています。言い換えれば、モータは定格出力よりもかなり大きな出力が可能です。

● 大電流を流すとコイルの発熱が大きくなり動作時間に制約が生ずる

負荷電流が大きくなるとコイルの発熱も大きくなり

ます。そこで、仕事ができる時間に制約が出てきます。データ・シートに記載されている定格付近であれば、連続使用が可能ですが、最高出力付近では、短時間の使用に限られます。

自動車のスタータ・モータは、短時間の使用が前提なので、この最高出力領域も使っています。

エンジンとモータの 回転数 - トルク特性を比べる

エンジンとモータの出力特性の違い($T-N$ 特性と $P-N$ 特性)を図2に示します。ここで T はトルク、 P は出力、 N は回転数とします。

● 全く異なるトルク特性

最も異なるのはトルク特性です。図2(a)のエンジンでは、回転数の増加に伴ってトルクも上昇していきます。あるところでピークを示し、その後、下降します。回転数ゼロでは当然、トルクもゼロです。

それに対して図2(b)のモータでは、前述の通りトルクは回転数の増加に従って下降していきます。最大トルクは回転数がゼロのときに発生します。

● 電気自動車では変速機を持たないのが主流に

この特性の違いから電気自動車では変速機が不要(低回転時のトルクがエンジンに比べて格段に大きいので)とも言われています。

しかし、実際はそう単純ではありません。モータの最大トルク付近は、同時に最大電流領域であり、発熱が大きく効率も悪いところなので、そこを使うことは得策でなく、制御(モータの相電流を制御する)で大トルク領域を制限する使い方が一般的です(T')。

それでもエンジンと比べると、低回転時のトルクは大きい特性なので、EVの原動機として使う場合に変速機は不要とした使い方が今は主流です。

しかし、理想的にはモータに合った専用の変速機(高効率なCVTなど)を併用することで、より小型かつ軽量で使い勝手の良い駆動システムが実現できると思います。