

～知っておくと便利なこと～

TMEiCモータ豆知識



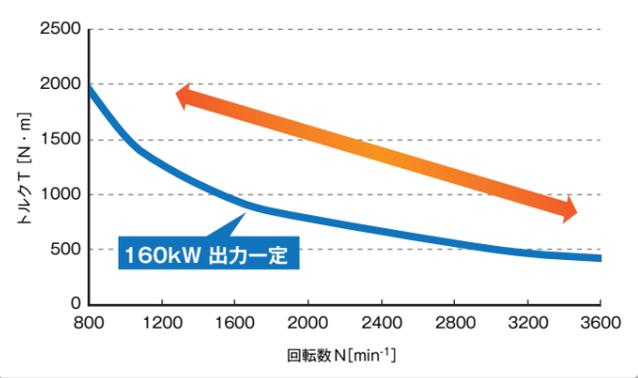
第6回 お題 出力、トルクの関係

モータについて、「知っておくと便利なこと」をご紹介します。
第6回は、「モータの出力とトルク」についての紹介です。
今回も少し難しいかもしれませんが、モータの基礎知識として
必須のところですよ。
晦日君、亮太君、モータ君と一緒に学んでいきましょう！



モータくん
モータのことはボクに聞いてね！
※「モータくん(図形)」は株式会社 TMEiC の登録商標です。

例：定格出力 160kW の時のトルクと回転数の関係



出力が一定の場合のトルクと回転数の関係は、坂道を登る車をイメージするといいよ！
出力=アクセルの踏み具合、と考えてみて。アクセルを同じように踏んだままだと坂道を登るにはより大きな力(トルク)が必要なので、速度(回転数)は落ちてしまう。
逆に、平坦な道だと坂道よりは力(トルク)は要らないので、同じアクセルの踏み具合でも速度(回転数)は速くなる。なんとなくわかったかな？



極数	160kW、3kV級					
	8P		4P		2P	
周波数 f [Hz]	50	60	50	60	50	60
回転数 n [min ⁻¹]	750	900	1500	1800	3000	3600
トルク T [N·m]	2036	1697	1018	848	509	424
質量 [kg]	1220	1200	880	850	810	810
枠番	280L	280L	280MD	280MD	280MD	280MD



今回はこれで終了だよ！
お疲れさまでした。

One Point Advice ~出力、トルクの関係編~

- 出力にも標準数(標準出力)というものがあります。下表参照ください。
- モータの体格、枠番は主にトルクで決まります。同じ出力のモータでも定格回転数が小さいほど大きなトルクが必要となるので、枠番が大きくなり、価格が上がります。これは知っておくと便利です。
- モータトルクの具体的な形状や名称、特徴については、次回以降の号にてご紹介する予定です。

●標準出力

	kW		
	37	250	710
	45	280	800
	55	315	900
	75	355	1000
	90	400	1120
	110	450	1250
	132	500	1400
	160	560	1600
	200	630	1800

今回の勉強のポイントは
こちらです。
さらに難しくなってきましたね！
一つずつクリアしていきましょう！

See you next!!

アドバイザー 福本先生
TMEiC 二設三課の若手ホープ

モータくん: 前は極数と周波数、さらにモータを回す速さ(回転速度)について勉強したね。さて、モータは様々なものを動かしているけど、その「力の大きさ」ってどうやって表すのかな？

先輩: 先輩がよく「〇〇kWの出力のモータが…」とか話しているのを聞くけど、「出力」が「モータの力の大きさ」を表しているんじゃないかな？

モータくん: えっ?? 僕は先輩から「このモータはトルクアップが必要だぞ」って説明されたことがあるよ。「トルク」が「モータの力の大きさ」を表しているんじゃないの??

先輩: 「出力」と「トルク」はどちらも「モータの力の大きさ」を表す言葉といってもいいんだよ！どちらも重要な言葉だけど、意味や扱い方が違うんだ。今回はこの「出力」と「トルク」について学んでいこう!!

Let's Study!!

モータくん: 今回の話は、なかなか理解しにくいかもしれないから、段階を踏んで順に説明するよ。まずは、それぞれの用語の意味をざっくり説明すると次のようになるんだ。まずはトルクから！

先輩: はっはっは!! 準備はいいかな？

モータくん: “トルク”とは…

モータに限らず、「回転体を回転させようとする力」をトルク T (Torque) [N・m] といいます。

単位の説明
カ F 9.8 [N (ニュートン)] = 1 [kgf (キログラムフォース)]
トルク T 9.8 [N・m (ニュートンメートル)] = 1 [kgf・m (キログラムフォースメートル)]

孫先輩が説明するよ!

トルクとは何かを、左の図で説明するよ。
回転体の中心から距離 1m の「点 A」に対し、円の接線方向に 1[N] の力(接線力)を加えて物体を回転させる力=トルクを 1 [N・m] というんだよ。これを式で書くと以下ようになるよ。

トルク T [N・m] = 接線力 F [N] × 回転半径 R [m] 式 1

T = 1 [N・m] が A に加わっている

モータくん: うんうん!

先輩: 加える力 F が大きいほど、また物体の中心から点 A までの距離 R が長いほど、トルク T の値は大きくなるということだね。

モータくん: 次のページでは、トルクについて、別の例で説明するよ!

編集後記

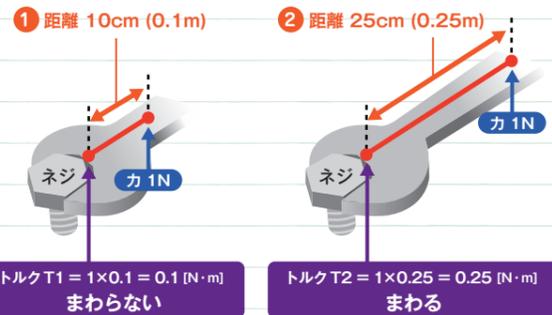
今回「出力とトルクの関係について」でしたが、モータの基礎の部分になるところです。今まで勉強したものが次々と繋がっていきます。一つ一つを理解していくと大きな力になりますので、是非ご理解頂ければ幸いです。長崎では、毎年 10 月に長崎の氏神「諏訪神社」の秋季大祭である「長崎くんち」が開催されています。長崎伝統のお祭りですので、この時期長崎に立ち寄ることがありましたら、ご覧になってはいかがでしょうか。

次号は…
「負荷機との結合方式」について紹介します。

株式会社 TMEiC

TMEiCモータ豆知識 第6号

【発行元】 回転機システム事業部
回転機製造第二部
設計第三課 拡販WG.....(095)864-2689



左の図のような工具で、ネジを回す場合を考えてみるよ。ネジが固く締まっている時に、
 ① ネジに近い位置に力を加えてもネジが回らない、しかし② ネジから遠くの位置で同じ力を加えたらネジが回った、というようなことを経験したことはないかな？
 左図の例において、各々の力と距離の条件をトルクで表現すると
 ① 0.1[N·m]、② 0.25[N·m]となり、②はトルクが大きいから固く締まったネジを回せた、ということが言えるんだ。
 どう？トルク(回転力)というものがイメージできたかな。



ここまでをあらためて整理しましょう！

モータの出力 P[kW] とトルク T[N·m]、さらに回転数(回転速度) [min⁻¹] との関係は 式4 に示すとおりです。

$$\text{出力 } P \text{ [kW]} = \frac{\text{トルク } T \text{ [N} \cdot \text{m]} \times \text{回転数 } N \text{ (min}^{-1}\text{)}}{974 \times 9.8} \quad \text{式4}$$

式4 をトルク T を表す式に換算すると、式4' となります。

$$\text{トルク } T \text{ [N} \cdot \text{m]} = \frac{974 \times 9.8 \times \text{出力 } P \text{ [kW]}}{\text{回転数 } N \text{ (min}^{-1}\text{)}} \quad \text{式4'}$$

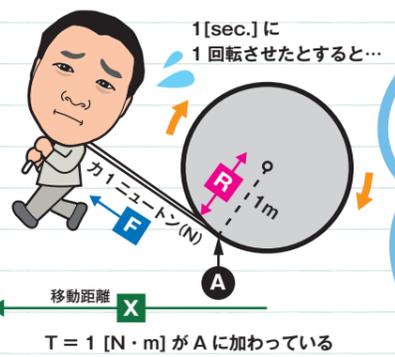
なるほど！トルクって、自動車とかでもよく耳にしている言葉だけど、そういう意味だったんだね。

モータも、回って仕事をする機械だから、「回転力」を表すときには、トルクを使うんだね。

そのとおり！ただ、トルクだけではモータの説明は不十分なんだ。そこで、次にもう一つの「モータの力の大きさ」を表す言葉、「出力」について説明するよ。

“出力”とは…

モータに限らず、「単位時間 (1[sec.]) あたりに、どれくらいの力 F[N] が、物体をどれだけの距離 X[m] 移動させるのに働いたか」を仕事量と言い、モータの場合はこれを出力 P(Power) [kW,W] といいます。



出力についても孫先輩が教えてくれるよ！
 例えば、この回転体に F[N·m] のトルクをかけて、1 秒間 = 1[sec.] に 1 回転したとしよう。このときの移動距離 X は、この回転体の円周の長さと同じだから、X = 2π × R だね。これを踏まえて、出力(仕事量)を式で書くと以下ようになるよ。

$$\text{出力 } P \text{ [W]} = \text{接線力 } F \text{ [N]} \times \text{移動距離 } X \text{ (= } 2 \times \pi \times R \text{) [m]} \quad \text{式2}$$

ただし 1 回転/秒



でもさモータ君、出力とトルクがどういふものかはだいたいわかってきたけど、どういふ場合に出力を使って、どういふ場合にトルクを使うの？

そうだね。それは今の時点では答えるのがちょっと難しい質問だね。今後の豆知識の中でもいろいろと紹介していくけれど、簡単に言えば、基本的には出力で議論するんだ。モータが始動できるかどうかや、速度と負荷を変えて使うモータを考える時はトルクで議論することが多いよ。また、特に重要なのはね、実はモータの体格、枠番というのは、出力では「無く」、主に「トルクで決定される」んだよ。

えっ？出力じゃなくて？
 枠番については第4回で習ったよね。カタログを見て気づいたんだけど、同じ出力でも、極数や周波数が違うと、枠番が違ってくるように思うんだけど、これってトルクと関係あるってこと？

そうそう。例えば、160kW、3000V、50Hz のモータで、4P は枠番 280MD だけど、8P は枠番 280L なんだよね。モータの回転数 N と電源周波数 f と極数の関係は、前回の第5回で勉強した、式5 だったよね。これを式4' に代入すると式6 のようになるから…あ、そうか！

$$\text{回転数 } N \text{ [min}^{-1}\text{]} = 120 \times \text{電源周波数 } f \text{ [Hz]} / \text{モータ極数} \quad \text{式5}$$

$$\text{トルク } T \text{ [N} \cdot \text{m]} = \frac{974 \times 9.8 \times \text{出力 } P \text{ [kW]} \times \text{モータ極数}}{120 \times \text{電源周波数 } f \text{ [Hz]}} \quad \text{式6}$$

式6 から、出力 P と電源周波数 f が一定の条件だと、モータの極数が大きいほど、トルクは大きい！
 また、出力と極数が一定の条件だと、周波数 f が大きい方が、トルクが小さい！

そのとおり！これを次のページにグラフと表にしてまとめたよ。あわせて確認してみよう！



ところで、前回、モータの回転速度 N [min⁻¹] について勉強したよね。これは、「1 分間(1min.) に N 回転」という意味を表す言葉だったんだけど、これを式2 にあてはめると以下ようになるんだ。

$$\text{出力 } P \text{ [W]} = \text{接線力 } F \text{ [N]} \times 2 \times \pi \times R \times N \text{ [min}^{-1}\text{]} \div 60 \quad \text{式3}$$

1 秒間に N/60 回転している

ここで、式1 を変形して 接線力 F [N] = トルク T [N·m] ÷ R 式1' として

式3 の接線力 F と置き換えると…

$$\text{出力 } P \text{ [kW]} = \text{トルク } T \text{ [N} \cdot \text{m]} \div R \times 2 \times \pi \times R \times N \text{ [min}^{-1}\text{]} \div 60 \div 1000$$

$$= 2 \pi \div 60 \times T \text{ [N} \cdot \text{m]} \times N \text{ [min}^{-1}\text{]} \div 1000$$

ここで、数値をこのようにまとめるのがポイント！

$$= \frac{T \text{ [N} \cdot \text{m]} \times N \text{ [min}^{-1}\text{]}}{\frac{1}{2\pi/60 \times 9.8} \times 1000 \times 9.8} \doteq \frac{T \text{ [N} \cdot \text{m]} \times N \text{ [min}^{-1}\text{]}}{974 \times 9.8}$$

となるんだよ。さて、この式をよく見てごらん。この式のとおり、モータの出力 P というのは、トルク T と回転数 N の掛け算で求められるものなんだ。

これが、トルク T [N·m] をかけて、モータを 1 分間 (1[min.]) に N 回転しているときの出力 P [kW] を表す式だ!!

な、なるほどー。こうして考え方を追っていくとよくわかるね！トルクは回転する力そのもの、出力はトルクに加えて回転数を考慮したものなんだ！

