

～知っておくと便利なこと～

TMEiCモータ豆知識



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。

第16回目
お題ST-SI カーブと
サーマルカーブ

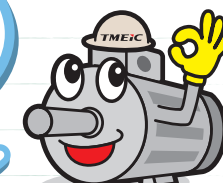
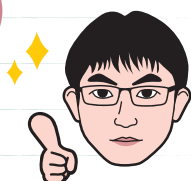
モータについて「知っておくと便利なこと」をご紹介します。
第16回は「ST-SIカーブとサーマルカーブ」についての紹介です。
モータくん、大澤くんと一緒に学んでいきましょう！

TMEiC
We drive industry

がんばるぞ!!



大澤くん
TMEiC 二設三課 3年目！

おしえて!!
モータくん!!

第14回でモータの始動特性について
学んだけど、始動特性曲線については
覚えているかな？

始動特性曲線は、回転数と電流、
回転数とトルクの関係を表した
ものだったよね！

そうだね！始動特性曲線(Starting Torque and Starting current(I) curve)のことを、一般的に「ST-SIカーブ」等と呼んでいるんだよ。Starting characteristic curveと称する場合もあるから、併せて覚えておいてね。
まずは復習も兼ねて、TMEiCで提出している「ST-SIカーブ」の読み方について学んでいこう！

Let's Study!!

“ST-SIカーブ”とは…

始動時における「回転数と電流」および「回転数とトルク」の関係を表したもの。「始動特性曲線」と表現する場合もあります。

ST-SIカーブの一例(全電圧始動)

TYPE-FORM	*
POLE	4
OUTPUT	75kW
SYNSPEED (min ⁻¹)	1500

VOLTS	400
FREQ(Hz)	50
M-GD ² (=4J) (kgm ²)	3.5

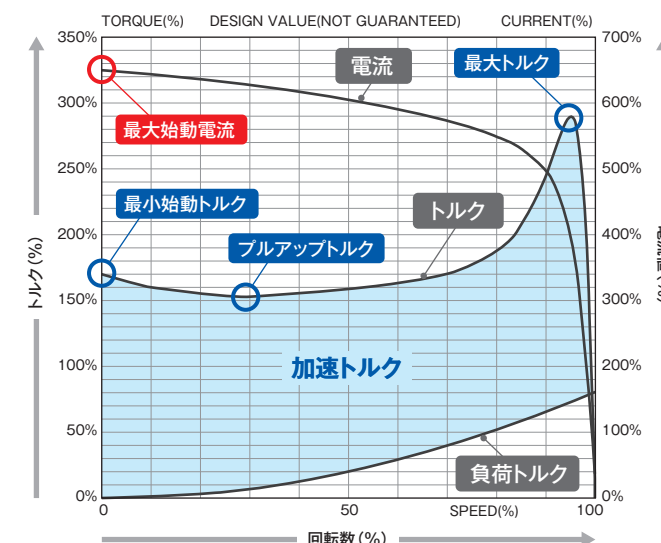
INS. CLASS	155(F)
RATING	S1
FRAME No.	250SC
L-GD ² (=4J) (kgm ²)	*

モータ定格

STARTING AT 100%V
STARTING AT ****

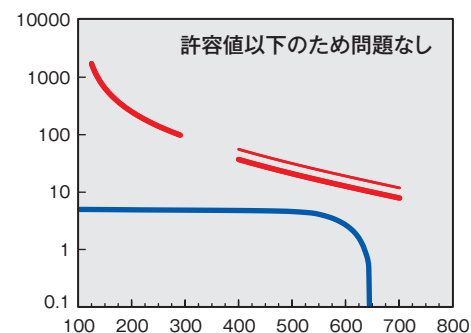
Approx. 2sec.
Approx. 5sec. } 始動時間

RATED CURRENT : 132(A) ← 定格電流

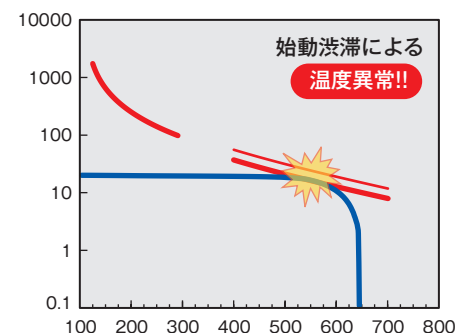


- ▶ **最小始動トルク**
モータが始動する瞬間に出すトルク
- ▶ **最大トルク**
モータが加速途中に発生し得る最大のトルク
- ▶ **ブルアップトルク**
モータ始動～最大トルク間に発生する最小のトルク
- ▶ **最大始動電流**
モータが始動瞬間に発生する電流
- ▶ **加速トルク**
モータトルクと負荷トルク(反抗トルク)の差

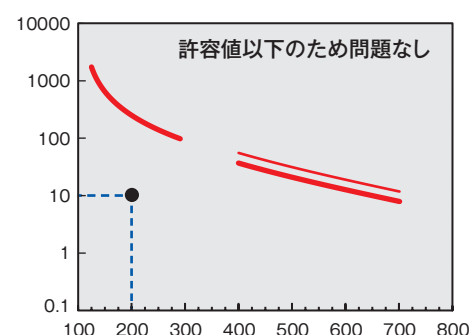
■ 例えば…始動電流=650%、始動時間=5秒のとき



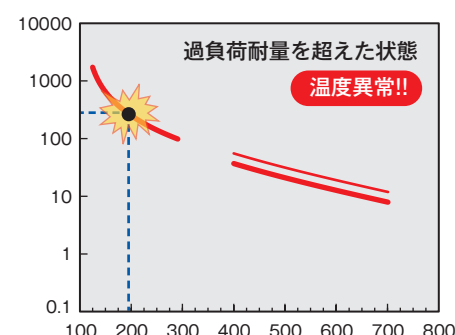
■ 始動時間が長くなりすぎると…



■ 連続運転時は…200%過電流が10秒続いた場合



■ 過負荷状態が長く続くと…



One Point Advice ～ST-SIカーブとサーマルカーブ～

- ST-SIカーブ(始動特性曲線)はモータ始動時における「回転数と電流」および「回転数とトルク」の関係を表したものです。
- TMEiCにて提出しているST-SIカーブからは、以下の情報が入手できます。
 - 電動機定格
 - 定格電流値
 - 始動電流値
 - 最小始動トルク
 - ブルアップトルク
 - 最大トルク
 - 始動時間(※負荷情報要)

減電圧始動(Y-Δ始動、リアクトル始動、コンドルファ始動等)の仕様がある場合は、
ご指定の始動方式における始動特性曲線も記載します。

- 始動時間の算出および始動可否検討には、
負荷情報(負荷機のトルクカーブおよびGD²)が必要です。

- サーマルカーブとは過負荷領域および拘束領域(始動時)において
発生する各電流値に対して、モータの許容時間を示したものです。

- 保護協調の検討においても、ST-SIカーブと同様に負荷情報が必要です。
(始動時間算出のため)

今回の勉強のポイントは
こちらです。

see you next!!

アドバイザー 平田先生
TMEiC 中堅技術営業者

編集後記

平田です。異動により上京してから今年で3年目になりましたが、東京タワーって何度見ても感動しますね。
今回の豆知識のテーマ、特に「ST-SIカーブ」については、第14回と繋がりが深いので、ぜひ14号と併せてご一読ください。

次号は…

「防爆モータ」について紹介します。

TMEiC
株式会社 TMEiC

TMEiCモータ豆知識 第16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

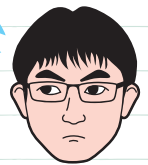
TZ203B・NP

2024年5月作成

www.tmeic.co.jp

株式会社 TMEiC

忘れていたら
Vol.14で復習!!



加速トルクが十分取れていないと、
モータは始動できないってこと
だったよね。

そうだね!
加速トルクが小さすぎると、モータが加速し
なかったり始動が長引いたりして、モータの
温度がどんどん上がってしまうよ。
他にも負荷機械のGD²も始動時間に大きく
影響するんだ。

GD²については
Vol.7を見てね!



なるほど!



始動時間を決めるのは、加速トルク
とGD²なんだね。
負荷情報をくださいって言われる
のは、このためだったんだ!

■ 始動時間 t(s) の計算

$$t(s) = \frac{\Sigma GD^2 \times N}{375 \times Ta}$$

t(s) : 始動時間(秒)

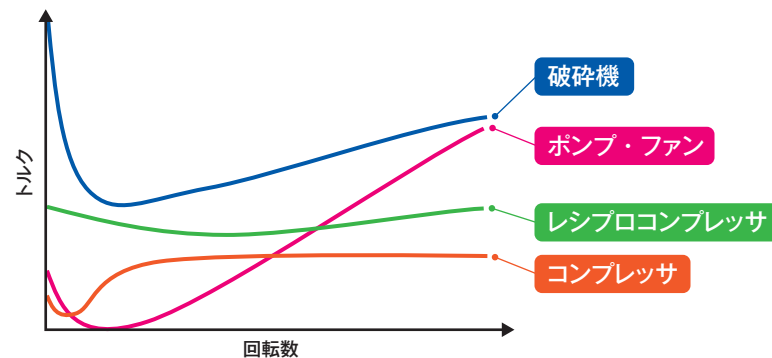
GD² : モータGD²と負荷GD²の総和(kgm²)

N : 回転数(min⁻¹)

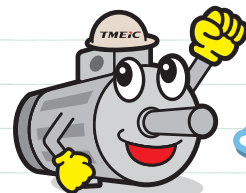
Ta : 加速トルク(N・m)

Check!!

■ 代表的な負荷機械における始動トルク特性の一例



- 1 負荷機械によって
始動トルク特性は異なります。
- 2 始動可否検討には負荷機械のGD²と
始動トルク曲線が必要です。
- 3 始動時間を算出する場合も
負荷機械のGD²と
始動トルク曲線が必要です。



次は「サーマルカーブ」について
勉強していこう!

「サーマルカーブ」って名前は
よく聞くけど、そもそも何に使
われているんだろう…?

うーん…

??



保護協調という言葉は知っているかな?
モータが始動渋滞を起こしたり、過負荷状態での運転が続くと、モータの温度
はどんどん高くなって壊れてしまうよね。
なので壊れる前にモータを保護して停止させることで、モータの異常が負荷
機械や制御盤へ波及することを防ぐ必要があるんだ。
一般的にはサーマルリミットスイッチを設けて保護されていて、その設定値を
決めるためにサーマルカーブは使われているよ!

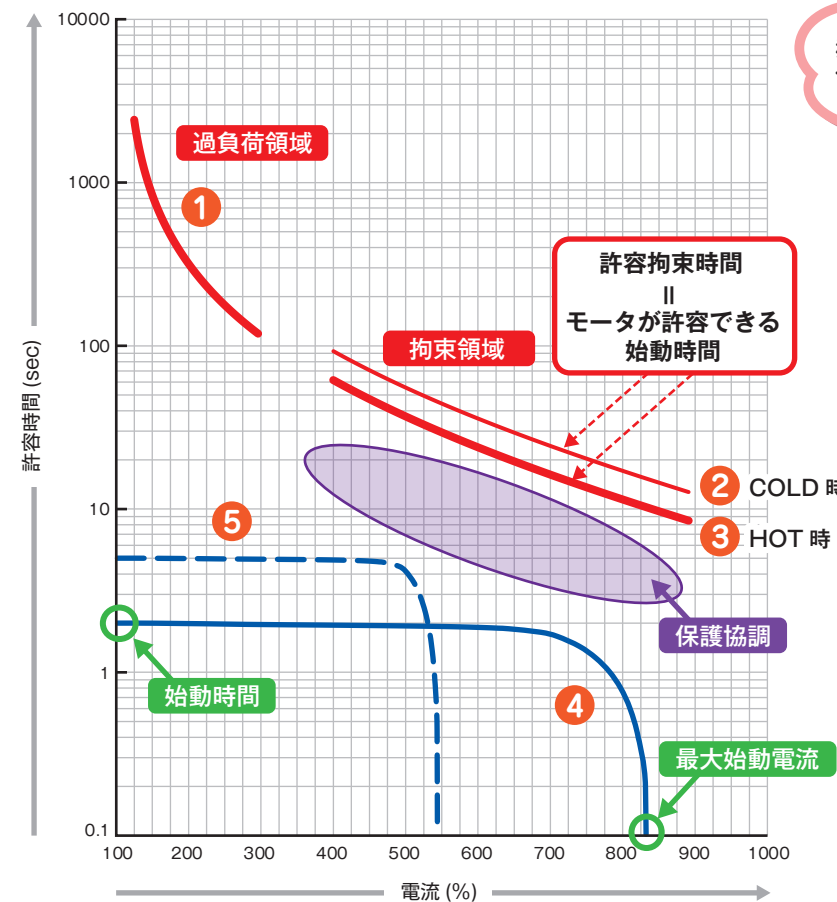
“保護協調”とは…

モータの異常発生時にモータを商用電源から切り離す
ことで、その他の正常な回路への波及を防ぎ、トラブル
の拡大を防止する役割を持つ保護機器間の調整を行う
こと。

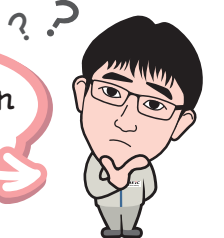
“サーマルカーブ”とは…

過負荷領域と拘束領域(始動時)において、各電流値
が発生した場合に、モータが耐えられる時間を示し
たもの(右上[サーマルカーブの読み方]赤線部)。
「サーマルリミットカーブ」や「過負荷耐量曲線」と表
現する場合もあります。

サーマルカーブの読み方



赤線はどうして2つに切れ
ているんだろう…?

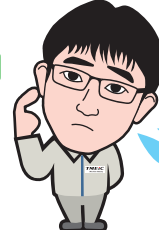


2つに切れているのではなくて、それぞ
れの領域を分けて書いているんだよ。
①は連続運転中の過負荷耐量曲線で、
②③は拘束状態の耐量曲線だよ!



拘束状態!

なるほど! そもそも異なる
曲線なんだね。拘束状態って
どんな状態なんだろう…?



Check!!

過負荷状態

モータの定格トルクを超える負荷がかかった状態

- ・定格電流より大きい電流が発生(過電流)
- ・過負荷状態が長引くほど温度が上がるので要注意

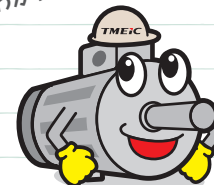
拘束状態

電源が投入されているのにモータ軸が拘束されて
回転できない状態

- ・この状態で流れる電流を拘束電流(始動電流)と呼ぶ
- ・拘束状態が長引くほど温度が上がるので要注意

- | | |
|-------------------|--|
| ① 過負荷耐量 | 連続運転時の過負荷運転に対する許容時間 |
| ② 許容拘束時間(COLD時) | 拘束状態(始動時)における許容時間 ※COLD時(冷時):電動機が周囲温度と同温に冷えた状態 |
| ③ 許容拘束時間(HOT時) | 拘束状態(始動時)における許容時間 ※HOT時(熱時):定格負荷運転後電動機の温度が一定になった状態 |
| ④ 電流-時間曲線(直入始動時) | モータ始動時の電流値推移 |
| ⑤ 電流-時間曲線(減電圧始動時) | モータ始動時の電流値推移 |

わかったかな?



④⑤は始動電流と始動時間の関係を表しているよ。

ST-SIカーブでは、負荷機械のトルク特性とGD²値から始動時間を算出していたよね。
もちろんモータ設計時には許容拘束時間に対して余裕を持った設計をしているけど、
もしも青線と赤線が重なるような状態で使われていたとしたら、モータが許容温度を
超えてしまうから注意だよ。