

TMEiCモータ豆知識

TMEiC
We drive industry第14回目
お題

モータの始動方式

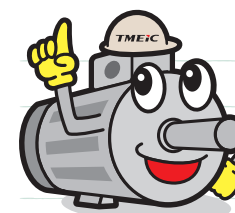
モータくん
モータのことはボクに聞いてね！※「モータくん(図形)」は
株式会社 TMEiC の登録商標です。

モータについて、「知っておくと便利なこと」を紹介していきます。

第14回は、「モータの始動方式」についての紹介です。

意外と知らない減電圧始動を行う理由など、モータくん、米満くんと学んでいきましょう！

がんばるぞ!!

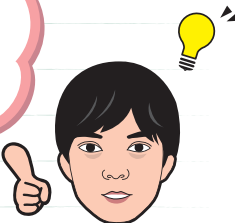
米満くん
東京で奮闘中！

Let's Study!!

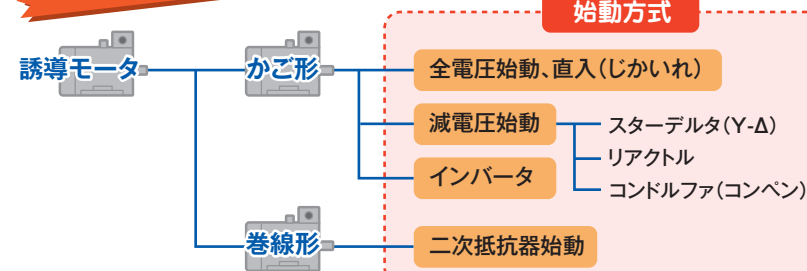
第7回で負荷との結合について学んだけど、今回は結合のあと、どうやってモータを始動するのか、勉強してみよう！

モータの始動方式は大きく4つに分類されるんだけど、わかるかな？

かご形の全電圧始動、減電圧始動、インバータ始動、それから巻線形の二次抵抗器始動だね。

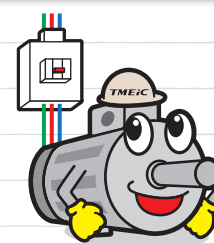
おしえて!!
モータくん!!

モータの始動方式



POINT

一般的な始動方式がわかったね。紹介した内容の他にも始動方式があるよ。わからないときは相談してね！

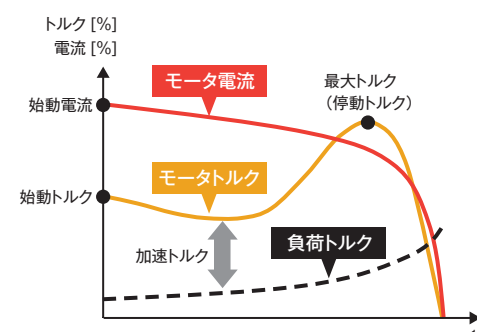
直入接続中の
モータくん

そのとおり！

全電圧始動、直入(じかいれ)はモータに直接電源電圧を印加し、始動させる方法だよ。また、減電圧始動はモータに減圧した電圧を印加する始動方式だよ。

それでは始動方式を説明するより前に、まず「始動特性」について説明するね。

■モータの始動特性について



POINT

こんなグラフを見たことがあるかな？

これは「始動特性曲線」といって、回転数と電流、回転数とトルクの関係を表したものだ。モータが動き出したときのモータの電流を「始動電流」、モータが動き出したときのモータのトルクを「始動トルク」と呼ぶよ。

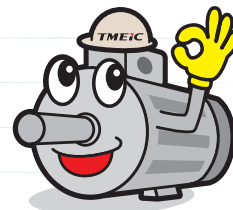
また、モータのトルクの最も大きくなる点を「最大トルク(停動トルク)」と呼ぶよ。これらの値はモータごとに異なっているから、これらの特性に合った始動方式を選ぶ必要があるんだ。「負荷トルク」はモータ側ではなく、負荷機械のトルクを表しているよ！また、モータトルクと負荷トルクの差を「加速トルク」といって、加速トルク>0、つまりモータのトルクが負荷トルクを上回っていないとモータは始動できないんだ。

実際の試験を行った結果は試験成績書にも記載しているから、確認してみてね！(Vol.13「モータの試験成績書」も参照してね！)



減電圧始動についてはよくわかったけど、インバータでの始動や運転はまだよくわからないなあ…。

よし！それじゃあ次回は、インバータでの運転について、詳しく解説していこう！



One Point Advice ～モータの始動方式編～

- 始動方法選定の基準は、「始動電流」「始動トルク」です。
- 全電圧を「1」としたとき、それぞれどのように変わるのか、覚えておくと便利です。

	全電圧	スターデルタ(Y-Δ)	リアクトル	コンドルファ(コンベン)
内容	モータに直接電源電圧を印加	始動時はY結線で始動し、運転時はΔ結線に切り替え	電源とモータ間にリアクトルを入れ減圧し始動	電源とモータ間に単巻変圧器を入れ減圧し始動
始動電流 (m: タップ値)				
始動トルク (m: タップ値)				
計算例	電 流: 100% トルク: 100%	電 流: 33% トルク: 33%	■ m=80% のとき 電 流: 80% トルク: 64%	■ m=80% のとき 電 流: 64% トルク: 64%
適用	電源容量が十分に確保できる場合	低圧のみ (高圧ではY→Δ切替時のサージ電圧大のため)	高圧などスターデルタが適用できないが、始動電流を下げたい場合	・リアクトルよりもさらに始動電流を下げたい場合 ・約1000kW以上の高圧機対象(切替時の突入電流無し)
設備コスト	最も安価	減電圧の中では最も安価	やや高価	高価

See you next!!

今回の勉強のポイントは
こちらです。アドバイザー 山田先生
74歳、100歳まで頑張ります！

編集後記

米満です。昨年11月より長崎から職場を移し、東京で営業活動を行っています。しかし、残念なことに仕事でもプライベートでもコロナの影響で、かなり動きが制限されています…。今回まめ知識編集にあたり、理解していなかった細かいところまで確認できて、自分のためにもなりました。

次号は…

「インバータ駆動方式」について紹介します。

TMEiC
株式会社 TMEiC

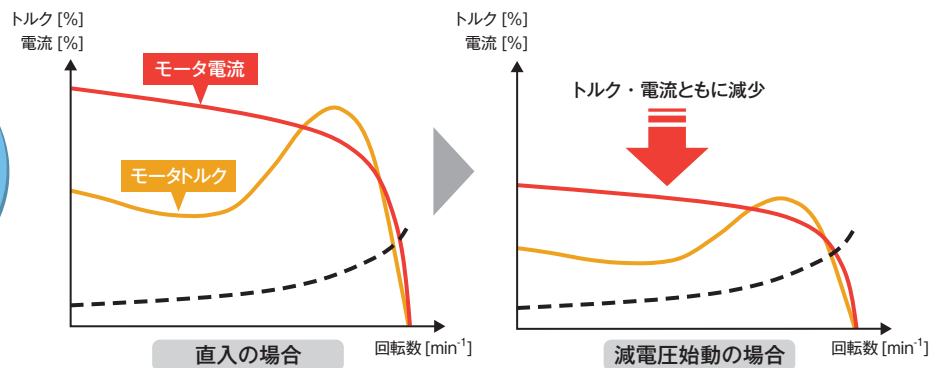
TMEiCモータ豆知識 第14号

【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

TZ201B・NP

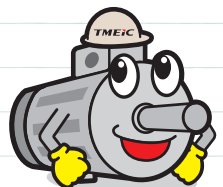
2024年5月作成

次に、全電圧始動の場合と、減電圧始動の場合で、トルクと電流がどう変わるかを示したよ。
減電圧始動によりモータへ印加する電圧を下げると、電流値のカーブとトルクのカーブ、どちらも小さくなるんだ。



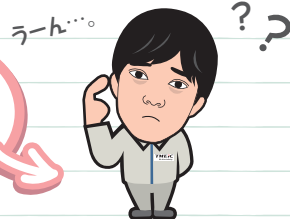
POINT

Vol.13では、試験成績書について勉強したね。
試験成績書には「最大トルク」「最大始動電流」「最小始動トルク」の記載があったけど、これは、**全電圧始動の場合の値**を示しているんだ。減電圧始動の場合は、この値からトルク・電流ともに減少するんだ。どのくらい減少するかは、スターデルタ、リアクトル、コンドルファなどの減電圧始動の種類によって変わってくるよ!



始動特性について勉強したところで、具体的に始動方式は何を基準に選ばれているか、わかるかな?

うーん…。電源事情など、お客さん側の設備の要因によるのかな?

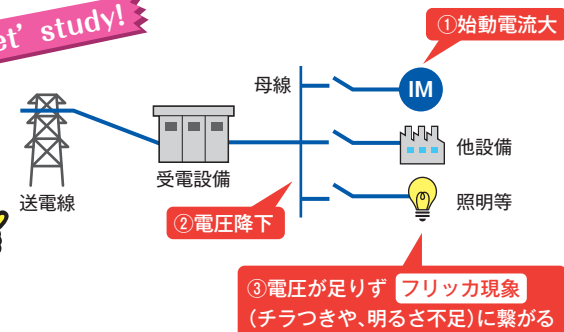


そうだね。まず①モータの始動電流が大きい場合の、他設備への影響という問題があるんだ。全電圧始動(直入)の場合、始動電流がとても大きくなるよ。現地の電源容量が小さければ、母線で電圧降下起きて他の機器の運転を妨げることがあるんだよ。

だから減電圧始動を用いて、始動電流を小さくする必要があるんだ。減電圧始動の種類によって、それぞれ電流やトルク、始動盤のコストなどが変わってくるよ!



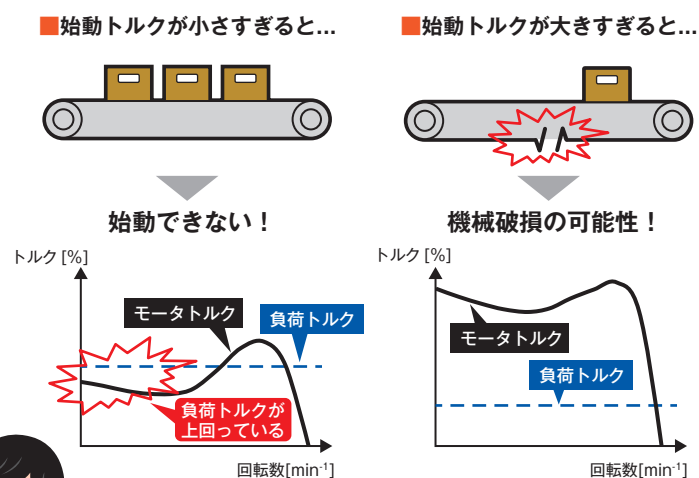
Let's study!



そして②始動するのにどのくらいのモータトルクが最適か、という問題もあるよ。全電圧始動が一番トルクが大きく、減電圧するとトルクは小さくなるよ。モータトルクが負荷トルクより小さいと始動できないから、加速トルクを十分に確保する必要があるよ。しかし、逆に加速トルクが大きすぎても負荷機械にダメージを与えてしまうこともあるんだ。だから負荷機械の負荷トルクと比較して、適切な大きさのモータトルクとなるよう始動方法を選定する必要があるんだ。

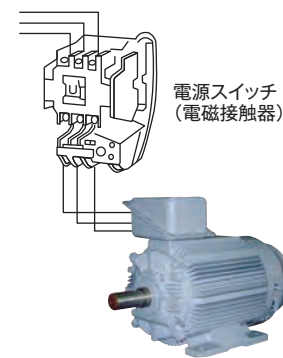


電流とトルク、主に2つを考えて始動方式を決めているんだね!



1 全電圧始動 直入始動

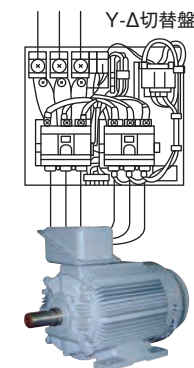
モータに直接電源電圧を印加し、始動させる方法で、全電圧始動、直入(じかいれ)、DOL(Direct On Line)などといわれます。始動電流は定格電流の**6~10倍**と大きく、電源容量に余裕があり、母線に与える影響の少ない場合に使用されます。



2 スターデルタ始動 Y-Δ始動

始動時はY(スター)結線で始動し、運転時はΔ(デルタ)結線に切り替えることにより、**始動電流を抑える**始動方式です。モータはY-Δ切り替えができるように、リード線を6本(オープンデルタ結線)とする必要があります。
低圧モータに適用(高圧モータへの適用は推奨しておりません)減電圧始動の中で、最も安価となります。

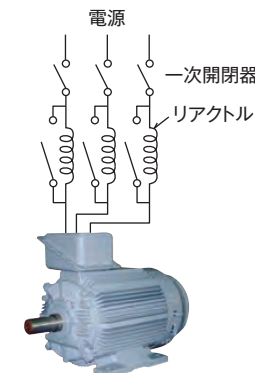
始動電流は、全電圧始動の1/3
始動トルクは、全電圧始動の1/3に減少



3 リアクトル始動

始動時に電源とモータ間にリアクトルを入れ減圧し、始動後はリアクトルを介さずに直接電源に繋がります。この方法を用いると、始動時の衝撃を避けたクッションスタートを行うことができます。

リアクトルタップ65-80%に対する始動電流と始動トルクは、
始動電流 65-80% (タップ値に比例)
始動トルク 42-64% (タップ値の二乗に比例)

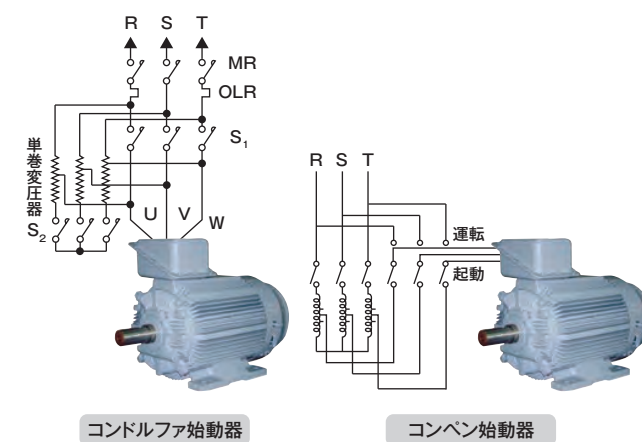


4 コンドルファ始動

電源とモータの間に単巻変圧器を挿入し、減圧し始動する方法です。始動後は単巻変圧器を介さずに直接電源に繋がります。
リアクトル始動に比較して始動電流を抑えたいときに適しています。

タップ値65-80%に対する始動電流と始動トルクは、
始動電流 42-64% (タップ値の二乗に比例)
始動トルク 42-64% (タップ値の二乗に比例)

コンドルファは、全電圧への切替時に突入電流が小さくなるよう、回路が組まれています。それに対し、切替時に突入電流が大きくなりますが、回路が簡易な**コンベン始動**というものもあり、突入電流が問題なければこちらを使用する場合もあります。



それじゃあ次は、各始動方式について詳しく見ていこう!

