

「赤いのは3倍速い」と機器動作の高速化

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2015-10-13 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 熊谷, 正朗 メールアドレス: 所属:
URL	https://tohoku-gakuin.repo.nii.ac.jp/records/407

「赤いのは3倍速い」と機器動作の高速化

「赤は3倍速い」とは、40代くらいまでの若手技術者の間でそこそこ知られた表現です。機動戦士ガンダムというアニメ(再放送中)において、主人公のライバルにあたる赤い彗星と呼ばれる人物が操縦するモビルスーツ(大型人型ロボット)が、赤系色に塗装されており、かつその強さとして、通常のものより3倍速いとされました。それ以来、「赤は3倍」が広まりました。

そこで今回は、生産設備などの機械を3倍速くするために必要なこと、その影響の検討を試みたいと思います。

★ 装置の最高速度

多くの機械は間欠動作があり、加速→一定速度→減速という過程を経ます。高速化には平均速度を上げる必要があります、一定速度区間を引き上げることは必須で、単純には最低でもここを3倍にしなければなりません。ここをさらに上げると加減速性能に余裕がでますが、この速度はモータ類の主要な上限値であり、影響が大きく出ます(大型化、高コスト化など)。

すでにモータを最高速度(定格速度)で使う設計の場合には、減速比を下げる(場合によっては増速する)必要が出てきます。回転機構の場合は比較的容易ですが、直動ユニット(エアシリンダを含む)を使っている場合などは直線運動の増速がむずかしいため、高速モデルを選定し直すことになります。

後述のように、最終的にはモータの出力は相当大きくなります。モータは大きくなるほど定格速度が下がる傾向もあり、その分も機構設計では考慮が必要です。

★ 駆動に必要な力

速度を上げると、装置にかかる力が大きくなります。

一つは慣性力、加減速に必要な力です。単純な台形加減速を仮定し、いま動いている装置の加速区間、一定速区間、減速区間は変えないとすると、3倍の速度まで、3分の1の時間で加速しなければなりません。全体的に3倍速くなれば、加速区間の通過時間が3分の1になるためです。加速度は「速度変化÷要した時間」なので、この場合には加速度は9倍となります。慣性力は直動の場合は「質量×加速度」、回転の場合は「慣性モーメント×角加速度」で、いずれにせよ慣性力が9倍になり、速度上昇分より強く効きます。

もう一つは摩擦などの抵抗です。これらの力は、速度の影響を受けないもの、速度に比例するもの(粘性摩擦、油膜や管内の油、エアの流れ)、速度の二乗に比例するもの(流体の慣性抵抗、たとえば自動車の高速走行時の空気抵抗)があります。これらの抵抗は、一般の機器では低く抑えるように設計されているため、多少大きくなっても影響しないかもしれませんが、留意は必要です。

熊谷正朗 —KUMAGAI MASAOKI—

東北学院大学 工学部 機械知能工学科 教授

東北学院大学工学部 教授/仙台市地域連携フェロー(ロボットメカトロ系担当)。2000年東北大学大学院工学研究科修了、博士(工学)、同大助手。03年東北学院大学講師、助教授、准教授を経て、現在に至る。ロボメカ系開発を専門とし、メカの設計からマイコンやサーバのソフト開発までを行う。「基礎からのメカトロニクス講座」や地域企業訪問も実施中。



持ち上げる動作をする機械では設計時に重力が考慮されますが、これには速度の影響がありません。よって、重力に対応するように設計された機械では力に対する高速化の影響は少ない一方で、水平移動やカウンターウイトでバランスしているなどで重力が駆動に影響していなかった装置では、上記の慣性力の増大が大きな問題となります。

★ その他の機械的要素

動力[W]は「速度×力」「角速度×トルク」であるため、速さ3倍×力9倍で、27倍必要な場合があります。27倍という数値は非常に重く、逆に、気安く「3倍のスピードアップを目指す」とは言えません。

もう一つ気になることは寿命です。ベアリングや直動ガイドは、運用時間ではなく、回転回数や移動距離で寿命が規定されています。3倍速く動くということは、3分の1の時間で寿命がくるということです。寿命がぎりぎりのところで設計していた場合は、1ランク上の部品にする必要があります。

加えて、それまでは影響のなかった振動の問題が生じ、そのために剛性のより高い設計が要求される可能性があります。

★ 制御に関する速さ

精度を保ちつつ速度を上げようとする、制

御の速度も必要になります。コンピュータの性能だけでも済まず、センサの応答性と分解能(少なくとも微分制御のため)も必要になります。市販のコントローラにも応答性の限界があるため、その特性を見越したコマンドの先行入力などのダーティなテクニックに依存する場面も増えそうです。

*

これだけでも「3倍高速化」にはかなりの課題があることがわかります。宣伝文句の「当社比50%の高速化を達成」という表現の裏ですら、いくつもの、1.5の三乗=3.4倍の改善が含まれていると考えるとかなりの革新です。また、単純に元の機械を3機並べるという選択肢が有効な場面もあるでしょう。

さて、冒頭の3倍の速度、実はロボットの出力は30%増しに過ぎないという説があります。それでも舞台が宇宙なら、加速を続ければ3倍の飛行速度には達することができるため矛盾しません。もちろん、推力が30%増しただけだとすると、加速時間も減速時間も2倍以上かかります。おそらく、3倍の速さでも的確に操縦できるセンサがあったということが特殊であって、一度通りすぎると、また戻ってくるまでは間があったのではないかと思います。そういえば、彗星の軌道は…。