

知ってトクする!

目からウロコの モーター速度制御

エンジニアのための
技術マガジン

ブラシレスモーター編

知らないままじゃ、もったいない。
ブラシレスモーターの
ホントのチカラ!

小型モーターの速度制御というと、インバータ駆動の三相モーターやサーボモーターしか選択肢がないと思われがちだが、速度制御に特化したブラシレスモーターはご存知だろうか?

本誌では、ブラシレスモーターの真の能力と小型速度制御モーターの選定のポイントを紹介していく。

コスパ抜群!



ガチで
速度制御!

CONTENTS

知って
トクする!



第3の選択肢「ブラシレスモーター」って何だ?

知ってトクする!
目からウロコの
モーター速度制御

ブラシレスモーター編



そもそもどんなモーターですか?

5分で学ぶブラシレスモーター
きほんの「き」



モーター選びでこんなにちがう!

差が
つく!

速度制御モーター
導入物語 比較事例

【ブラシレスモーター】

ドライバに回転速度を設定するだけで、かんたんにモーターの速度制御ができます。リーズナブルな価格ながら、フラットなトルクを発揮し指令速度をキープできるのが特徴。低速から高速の速度比を大きく取りたいときや、安定した速度が求められるコンベヤなどの用途に適しています。

Take Free

¥0

知ってトクする!

目からウロコのモーター速度制御

ブラシレスモーター編

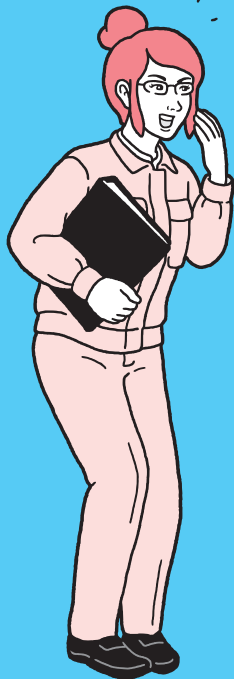
小型速度制御モーターの分野では、存在感のないブラシレスモーター。活躍が見込めそうなシーンでも、インバータ駆動の三相モーターかサーボモーターという2強の陰に隠れがちだ。

そこで今回は、ブラシレスモーターの知られざる実力にフォーカス。

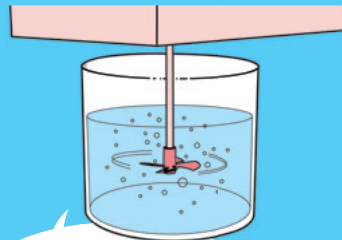
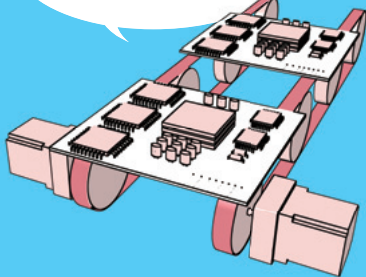
インバータやサーボによる速度制御と比較しながら、その知ってトクする使いどころを徹底解説していきたい。

[イラスト] = 鈴木順幸

こういう時こそ
ブラシレスモーター
なんですよ～

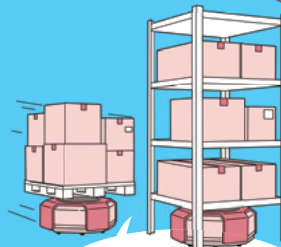
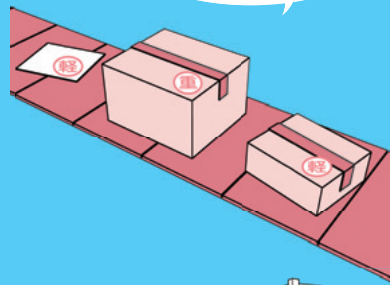


2台のモーター速度を
かんたんに同期させたい



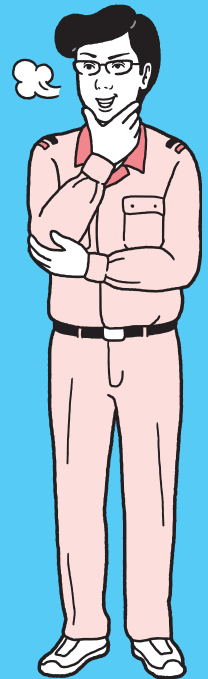
攪拌の速度を
一定に保ちたい

コンベヤの速度が
安定しない



バッテリーで
運転したい

こういう時は
やはりサーボで
決まりですね!



インバータ? サーボ?
速度制御に何使う?

小型モーターによる速度制御と言えば、「三相インダクションモーターを汎用インバータで制御」が定番。特に搬送系などでは、将来的なことを考えて「とりあえず、駆動速度を自由に設定、変更できる余地」を残しておく、この組み合わせを選ぶのは当然かもしれない。

確かにインバータは一般的ではある。が、「ワークの変化(重量や粘性)で速度が都度変化するのは好ましくない」とか「工程間はできるだけ高速、検査中は低速で搬送したい」とか、「複数台の速度を同期させて動かすために速度の合わせこみが必要。でも面倒」といった不満やニーズには対応できているだろうか。

「そういう場合はサーボモーターを採用するよ」という声も聞こえてきそうなので、この件についてももう少し考えてみよう。

速度、トルクが不足する場合、モーターをサーボにランクアップしていいだろう。だが、三相モーターをインバータ駆動していたことを考えるとコストが高くなるのが問題だ。速度の安定性や複数台の同期の問題も、サーボ採用なら解決できるが、これもコストとのバランスを考えると、場合によっては妥協せざるを得ないことも…使い勝手とコスト、両立できる製品はないのだろうか?

実は、こんなときに有効な第3の選択肢がある。それが「ブラシレス

モーター」だ。知らない人のために、まずは速度制御モーターとしてのポジションを明らかにしよう。そのうえで、インバータやサーボによる速度制御とはスペック面でどう違うのか、使い分けポイントなどを解説していくので、この機会にサクッと理解を深めてスマートな選定ワザをモノにしてほしい。

サーボライクな性能を
インバータ並みの価格で?
第3の選択肢

ブラシレスモーターとは

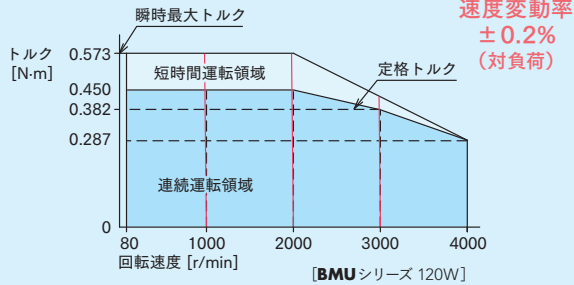
ブラシレスモーターのポジションは、簡単に言うとインバータとサーボモーターの中間。「インバータに近い低価格で、サーボモーター同様の速度制御ができる速度制御専用モーター」だ。

◆オープンループ——
インバータ制御のデメリット

インバータは、モーターの運転状況をドライブにフィードバックしないオープンループ制御をおこなっている。オープンループでは負荷が変動したとき、指令に対して実速度が追従しない。負荷によって速度が変わったり、複数軸の速度の同期が難しいのはこのためだ。また、三相モーターの元来のトルク特性として、低速域、高速域でのトルク落ち込みがあるため、狙った速度・トルクを同時に得にくい。同じ速度での運転を継続する場合には良いが、低速から高速まで幅広い速度域で多段速運転したい用途にはあまり適さないと言えるだろう。

POINT
2

ワイドな速度比&低速から高速までフラットトルク



- ・低速度域でもトルク落ち込みなし
- ・負荷が変わっても速度は一定にキープ

POINT
3

インバータに近い価格

サーボモーター (100W/ギヤなし) ・速度/位置/トルク制御
・高機能、高性能
・比較的高価
標準価格で 約103,000円～

ブラシレスモーター (120W/ギヤなし) ・サーボに近い安定した速度制御
・チューニング不要
標準価格で 約27,000円～ **お買得**

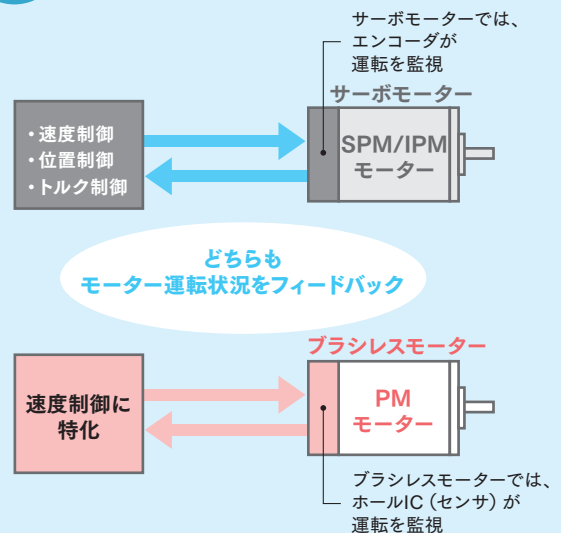
インバータ (100W用) + 三相モーター (90W/ギヤなし) ・周波数変更で速度を変えられる
・比較的安価
標準価格で 約25,000円～

●WEB掲載価格による(当社調べ)

ブラシレスモーターって何者なの？

POINT
1

構造・特性はサーボモーターに似ている！



【ブラシレスモーター構造】

- ・サーボモーター同様ローターに永久磁石搭載のPMモーターです
- ・エンコーダの代わりにセンサを搭載しクロズドループ制御
- ・多機能なサーボに対し、速度制御だけに特化した設計

◆優れた速度特性——
クロズドループのサーボとブラシレスモーター——

一方、サーボモーターとブラシレスモーターはというと、どちらもPMモーター(ローターに永久磁石を使用)を採用しているほか、モーターの運転状況をドライバにフィードバックする制御をおこなっている。そのため指令に対する追従性が高く、2軸の速度を同期させることも可能だ。低速でも高速でもトルクがフラットに発揮される。どんな指令速度でも、負荷が変化しても、駆動速度が安定するから、どちらもインバータでは思うようにならないから用途に向くというわけだ。

◆万能&高価VS専用&安価——
サーボモーターとブラシレスモーターの違い

もちろん、サーボモーターとブラシレスモーターにも違いがある。大まかに言ってしまうえば「高性能で万能な制御ができる」か、「速度制御だけ」なのかということだ。

サーボモーターは、モーターにエンコーダを搭載し、高精度で正確な位置制御や速度制御、トルク制御を可能にしている、とても万能なモーター。精密なエンコーダはモーター構成要素の中では高額なパーツである。

一方のブラシレスモーターは速度制御に機能が絞られている。位置決め制御が必要なければ、ホールIC(センサ)でも十分高精度な速度制

御を実現できる。ホールICはエンコーダより簡素で安価。つまり、速度制御に特化したことで、万能なサーボモーターと比較して価格を抑えることができるのだ。

ちなみに、搬送系などで必須の減速機についても、ブラシレスモーターは三相モーターとほぼ同じ小型でリーズナブルな平歯車ギヤの標準品を使用できるが、高精度な位置決めができるサーボモーターでは、遊星機構による高精度・高強度な減速機を組み合わせるのが一般的で高価になる。速度制御に特化したか、万能なのか、の違いがここにも現れているのだ。

小型速度制御モーターは、三相モーターのインバータ制御かサーボモーターの二者択一ではない。二者の間にはブラシレスモーターという有用な選択肢があることを覚えておいて欲しい。

ブラシレスモーターユニット BMUシリーズ

30W~400W
定価 25,900円~
(30W、モーター・ドライバ)



小型・高出力・高効率を実現したブラシレスモーターと、デジタル表示器を搭載した直感操作が可能なドライバのユニット。食品業界にもうれしいIP66仕様、ホワイト・シルバー系カラーリングと価格が魅力的。

調整レス、小型、省エネ… 速度制御だけじゃない ブラシレスモーター

速度制御に特化したメリットは「高精度な速度制御がリーズナブルに得られること」だけではない。

ブラシレスモーターは、インバータ制御の三相モーターと比べてサイズが薄型になり、高トルク。しかも、高効率な永久磁石入りモーターなので圧倒的に省エネだ。

何より特筆すべきは、調整レスで立ち上げが簡単なこと。速度制御専用なので、インバータやサーボモーターのようにパラメータ設定や調整をしなくてもすぐに使え、時間と手間が省ける。

また、電源をAC入力、DC入力から選ぶことができたり、制御・操作インターフェースの種類が豊富というのもインバータやサーボモーターにはないユニークポイントだ。直感操作、ネットワークの利用、バッテリー駆動、モーター回路一体型といった多様なニーズに応えるラインアップも、設計の自由度を高めてくれるだろう。

ここまで、速度制御ができるモーターと回路としてインバータやサーボモーターを引き合いに出してきたが、下に検討の際のポイントを比較表としてまとめてみたので、こちらも参考にしてほしい。ブラシレスモーターも検討する余地があるということがわかるはずだ。

必要な最高速度、速度変動率を確認し、仕様と手間、コストのバランスを考えながら最適なものを！



小型産業用モーター(1W~750W程度)における 速度制御用途モーターの比較

| 比較項目 | インバータ + 三相モーター | ブラシレスモーター | サーボモーター |
|--------------------------|--|--|--|
| 構成、構造、システム | 三相インダクションモーター + 汎用インバータ (それぞれ別売) | マグネットモーター (SPM型) に センサ搭載 + 専用ドライバ ロータリー位置検出を ホールIC (センサ) でおこなう以外は サーボモーターとほぼ同じ | マグネットモーター (SPM型/IPM型) に エンコーダ搭載 + 専用ドライバ (アンプ) |
| | | | |
| 制御機能 | 精度を求めない速度制御 | 速度制御 (トルク制限一部可能) | 速度制御、位置制御、トルク制御 |
| 回転速度 (速度比) | 90~3600r/min (1:40) | 80~4000r/min (1:50) | ~5000r/min |
| トルク | <p>負荷がかかると速度が低下</p> <p>発熱大または許容トルク外 最大許容トルクをかけたときの実速度 許容トルク 無負荷時の速度</p> | <p>負荷がかかっても一定トルク・一定速度</p> <p>起動トルク 短時間運転領域 連続運転領域 定格トルク</p> | |
| 参考価格 モーター (ギヤなし) + 回路 | 90W 約25,000円~ 比較的安価 | 120W 約27,000円~ サーボモーターより安価 | 100W 約103,000円~ 制御モーターの中では比較的高価 (エンコーダ精度、出力によって差) |
| モーター外形 | インダクションモーター | インダクションモーターと同じ取付角で L寸 (モーター奥行き側の長さ) が非常に短い | 出力に対して取付角が小さいが L寸 (モーター奥行き側の長さ) が長い |
| 効率・省エネ性能 | 誘導モーターの効率は 高くない | 永久磁石を使用したモーターで 高効率 | |
| 速度変動率 (対負荷)* | -3~15%程度 (V/f制御) | ±0.2% (シリーズにより異なる) | ±0.01%程度 |
| 応答性 | 低い | 高い | 高い |
| オーバーラン | あり バラツキ大きい | あり バラツキ小さい | 高精度な位置決めをおこなう |
| 適する運転 | <ul style="list-style-type: none"> ● 同じ速度での運転が中心 ● 手取り早く速度を変更したい | <ul style="list-style-type: none"> ● 速度を変えても安定したトルク、速度で運転できる ● 多段速運転 | <ul style="list-style-type: none"> ● 高応答、高精度な位置決め、速度制御、トルク制御がしたい ● 多段速運転 |

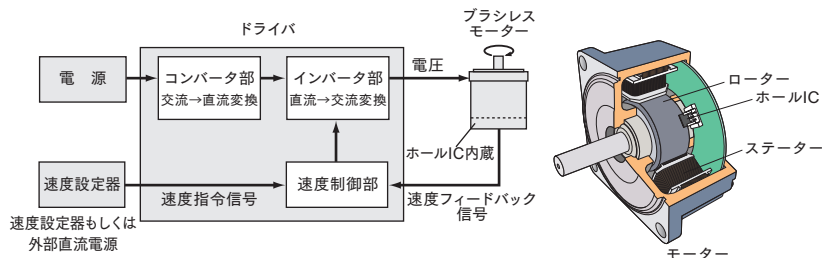
*定格回転速度において、0~定格トルクまたは許容トルクの負荷をかけたときの回転速度の変化量

5分で学ぶ ブラシレスモーター きほんの「き」!

結局、ブラシレスモーターってどういうモーターなんですか？
わざわざ調べてる時間なんてない…
そんな忙しい人のためのテクニカル解説ショートセミナー。
これだけ読めば「きほん」がわかる!

■ 構造・原理

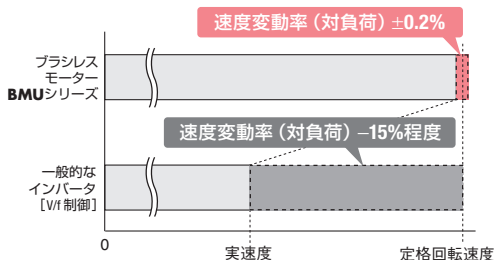
ブラシレスモーターとは、フィードバック制御をおこなう速度制御モーターのこと。モーター内部のホールIC（磁気センサ）で検出した信号を元に駆動回路のトランジスタをON/OFFすることで回転する。一般には「ブラシレスDCモーター」と呼ばれているが、これはDCモーターの弱点であったブラシと整流子（コミュテーター）の機械的接点を回路による電気的な処理に変えたことでメンテナンスが不要になった、というブラシレスモーターの成立背景によるものだ。



ブラシレスモーターの特徴

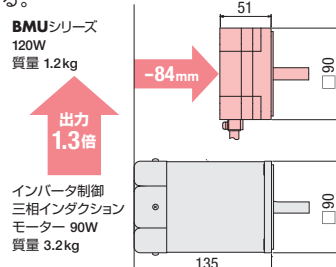
■ 安定した速度制御

設定速度とモーターからの速度フィードバック信号を常に比較し、モーターへの印加電圧を調整。負荷が変化しても、低速から高速まで安定した速度で運転可能。



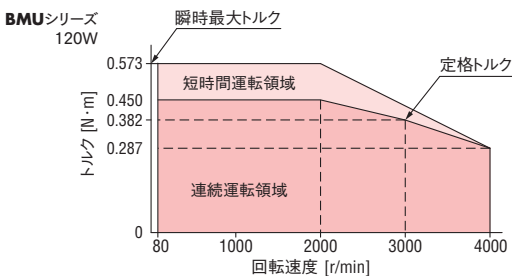
■ 薄型・ハイパワー

ローター部に永久磁石を使用しているため、薄型でハイパワー。取付寸法90mmの三相インダクションモーターと比較した場合、全長が84mm短くなり、出力は1.3倍に。装置のダウンサイジングを実現できる。



■ 広い速度制御範囲

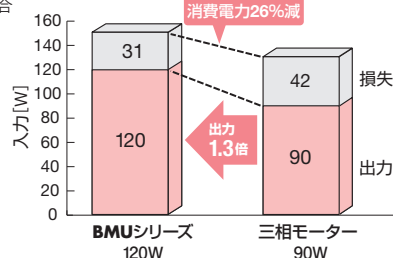
インバータよりも広範囲の速度制御が可能。インバータで三相インダクションモーターを駆動するときのように低速での使用トルクが制限されることがないため、低速から高速まで一定のトルクを必要とする用途には、ブラシレスモーターが適する。



■ 省エネルギー

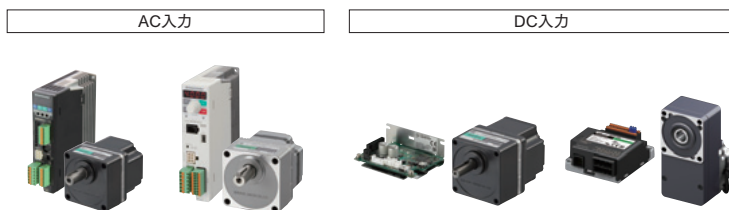
ブラシレスモーターは、ローター部に永久磁石を採用し、ローターの二次損失を抑えている。例えばインバータ制御の三相インダクションモーター*と比較した場合、消費電力を約26%削減。装置の省エネルギーに貢献できる。

*出力90Wの場合



■ 電源、操作インターフェースにバリエーション

ブラシレスモーターは、電源入力がACかDCでシリーズを選ぶことができる。AC入力では、ボックスタイプの回路がベースとなり、速度設定を内蔵ボリュームでおこなえるものやFAネットワーク対応タイプ、モーター・回路一体型などがある。DC入力では回路が基板タイプのものや、バッテリーで駆動ができて無人搬送車に適した大容量のものから選ぶことが可能だ。モーターも平行軸ギヤや脚付き、中空軸ギヤヘッド付きなどが標準品で入手できるので、様々な設計要求に対応できるのがユニークポイントだ。

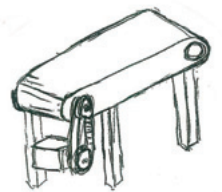


差がつく!

速度制御モーター 導入物語 比較事例

ここは設備から装置の設計、組み立てまで、幅広い仕事を請け負うA社。
若手設計者インバー太郎とブラシレス夫は、機械も電気もこの機会に勉強してみようと専用機の搬送部の設計を任せられた。
発想のスタート地点が違うこの二人。
果たして装置は無事できるのか??

課題



専用機のワーク搬送軸(ベルトコンベヤ)。搬入出用と、画像処理用を製作する。

『単純な動作だから 三相モーターでいいかな』

それで速度変更が必要ならインバータでしょ。普通のモーターに回路後付けでOKだから簡単だよな!



インバー太郎

入社1年目。
行動は早いけど、よく考えないでつっぱしりがち。

インバー太郎くんは、モーターはX社指定、インバータは先輩が使っていたZ社を選択



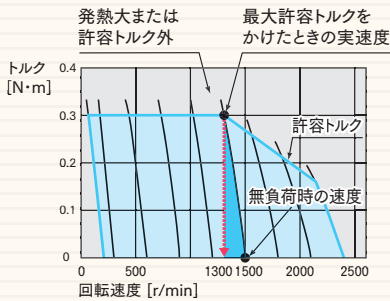
モーターの選定、インバータの選定、両方やらなきゃ。面倒だな。

3~120Hzで速度変更できる、と思ったら仕様の速度設定範囲とモーターが動くかどうかは別問題なの? 特性よく見なきゃ。

モーターとインバータは別々の会社の製品だけど、これ組み合わせるときのトルクとか、電流値は? 仕様には書いてない...

「インバータ機種、設定で異なります」って。

組み合わせ特性が正確に分からなかったから、結構余裕を見た選定しよう。



代表的なメーカーのインバータと、当社三相インダクションモーターの組み合わせデータを公開しています。詳しくはこちら



② 設計・選定

① スタート!

『とにかく検討事項は 少なく済ませたい!』

モーターと回路がセットになって速度制御用ってうたってるくらいだから、ブラシレスモーターで検討してみよう。



ブラシレス夫

入社1年目。
わりと要領がいいタイプ。

ブラシレス夫くんは、操作が簡単そうなのでブラシレスモーターBMUシリーズを選択



選定のために資料をいろいろ見なくても済むのがグツとくる。いいね!

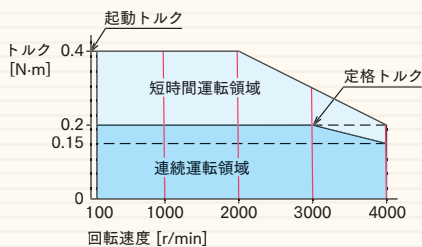
どの速度でもトルクは一定なんだな。分かりやすい。

専用モーターと専用回路の組み合わせになってるから、容量選定とかいらねえ。

しかも特性も仕様もメーカー保証で明示されて楽だな。

選定計算はメーカーのサービスですぐできた! メーカーエンジニアからの回答は質問もできるし安心。

回転速度は、80~4,000r/minまで出せるじゃん!





メーカー違うから納期回答バラバラ…
手配しにくいんですけど。

モーターとインバータは別々のメーカー。
インバータは納期かかりそうだから、
かなり前もって発注しておかないとダメだな。
え、モーターは1週間に入るけど、インバータは在庫切れ?!



パラメータ設定は必要だけど、
ちょっと面倒かな。

設定は…まずモーターと接続して
容量にあわせてオートチューニング。
過負荷保護もしたいから電子サーマル設定しなきゃ。



要求条件追加?
もっと早く言ってくれ!

品種追加だって?
10kgの荷重を15kgまで運べるようにしたい?
余裕のある選定だけど、やってみたら運転速度が遅くなった。
先輩が、インバータはオープンループ制御だから
速度は負荷条件によって変わるぞって。



手離れ悪くて、
きついな〜

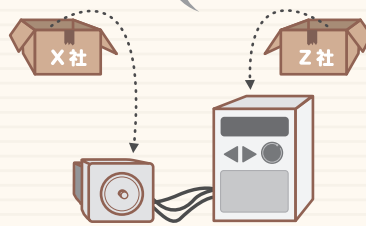
コンベヤ複数台作っただけで、
全軸を狙った速度通りには動かせないのか…
実際荷重かけると重さによって遅くなるときがあるな。
もう少し合わせ込んでみるか。

一台だけ遅いコンベヤがあるんだけど、
設定変えてないのにおかしいな。
現場で調整するしかない!

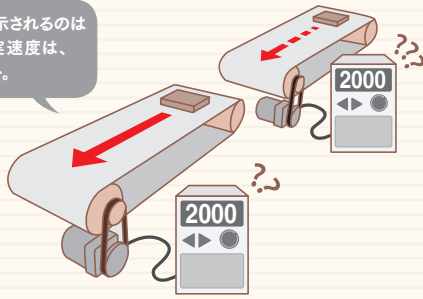
タイミング悪すぎる!
別のルートで
調達できないかな?



別々のメーカーだから
納期も別々…



表示器に表示されるのは
設定速度。実速度は、
わからない…



⑥ 出荷・納入

⑤ 調整

④ 設置・配線

③ 見積・手配



一括手配でラク&
即納対応だって。

1メーカーで一括手配できる。
モーターも回路もギヤも、別々だと面倒なんだよな。
すぐ来るなら発注自体はもっと後でもいいか。



すぐつなげて、パラメータ設定なし。
直感で操作できて、立ち上げ早いな〜。

モーターと回路の接続はコネクタでワンタッチでOK。
運転の設定は…
専用設計だからパラメータ設定とかないのか。
あとは直感で操作できるな。



要求条件追加?
でも、調整しないでOK!

品種追加だって?
10kgの荷重を15kgまで運べるようにしたい?
計算してみたら、
いまの装置のままトルクは間に合う。
荷重が重くなっても速度は変わらないね。

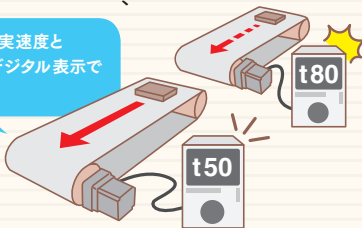
コンベヤ複数台作っただけで、実際荷重かけてみて
全部設定した速度通りに動いているようだ。



手離れよくって
ラクだった〜

実速度のほかモーターにかかる
負荷率もモニタできる。
一台負荷率の高い台があったけど、
機構の組みつけに
問題があったみたい。
デジタル表示もしているし、
納入後も調整した通りの
パフォーマンス!

コンベヤの実速度と
負荷率がデジタル表示で
見える!



結論

思い込みで選ばなくてよかった!
仕様や手間の差が
トータルコストダウンにつながる。

つい流用設計や、なんとなくの選定をしていますか?
価格や慣れで選ぶ前に見直しをオススメします。

このままでいこう。



クルクル・ポン。
かんたん!



購買部も短納期、
一括納入だと管理が
ラクだって!



速度制御の、 新しい常識へ。

フィードバック制御で速度狙い通り。
小型・軽量・高出力モーター。



Brushless Motor

ブラシレスモーター

知ってトクする！ 目からウロコのモーター速度制御

発行: オリエンタルモーター株式会社 〒110-8536 東京都台東区東上野4-8-1 2021年7月

速度制御なら、 ブラシレスモーター。

安定した速度を調整レスで、
しかもリズナブルに実現。

これからの速度制御には
ブラシレスモーターをおすすめします。

オリエンタルモーターなら、
すべて標準品で選定もかんたん。
1台から、短納期でお届けします。

かんたん操作



デジタル
表示器付

BMU シリーズ
30W~400W

BLEシリーズを一新し、
高性能と使いやすさを両立



デジタル
表示器付

BLE2 シリーズ
30W~400W

ラインアップ豊富な
スタンダード



Modbus(RTU)、
CC-Link
MECHATROLINK
EtherCAT
対応可能

BLE シリーズ
30W~120W

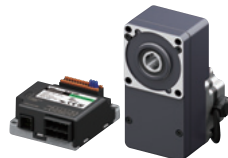
速度・トルク・位置制御が
可能なハイエンドシリーズ



デジタル
表示器付

BXII シリーズ
30W~400W

バッテリー駆動可能な
ネットワーク対応DC入力ドライバ



BLV シリーズ R タイプ
100W, 200W

小型DC入力ドライバ



BLH シリーズ
15W~100W

●Orientalmotorは、日本その他の国におけるオリエンタルモーター株式会社の登録商標または商標です。

お客様相談センター

製品に関する技術的なお問い合わせ、お見積、ご注文はこちらまで。携帯電話からもご利用可能です。

受付時間 平日/9:00 ~ 19:00
(土日祝日・その他当社規定による休日を除く)

TEL 0120-925-410 FAX 0120-925-601

オリエンタルモーター株式会社
<https://www.orientalmotor.co.jp/>

22R 9600ZY G-83-5