

BLM駆動用インバータBL64シリーズ

BL64 Series of the Inverter for a BLM Drive

BLM (Brush Less Motor) is AC non-commutator motor without brush and commutator. Therefore, BLM is easy to perform maintenance. BLM is applied in various fields, such as pumps, fiber machines, extruders, and etc.

On the other hand, S-BL series are required to operate BLM. S-BL series are the composition containing cycloconverter device by thyristor. Electronic parts with a comparatively short life are being used for S-BL series. Furthermore, S-BL series are using the electronic products of the manufacture stop.

Since BLM is durable, it can be used semi-permanently. However, S-BL series can perform neither repair nor exchange. If S-BL series breaks down, it becomes impossible therefore, to also use BLM.

Then, we developed BL64 series used instead of S-BL series. BL64 series are the composition containing inverter device which used IGBT. Vector control is used for BL64. Therefore, BL64 can control BLM at high speed and high accuracy. The usable years of BLM can be extended by development of BL64 series.

In this paper, the operation method and examination result by BL64 series are introduced.

萩原 茂教

Shigenori Hagiwara

大森 洋一

Yoichi Ohmori

1. まえがき (1)、(2)、(3)

BLM (Brush Less Motor) とは交流無整流子電動機であり、当社で昭和43年に開発商品化されたモータである。その名の通り、ブラシや整流子がないことから保守点検が容易であり直流電動機の置き換えとしてポンプ、繊維機械、押出機など様々な分野で適用されている。

BLMは同期電動機に分類され、モータの容量などにより3種類の回転子構造がある。

BLMには位置検出器及び速度検出器として、BLMの回転子の電気角1周期と同じ周期の矩形波で、電気角で120度位相が異なる3つの信号を出力する分配器が標準で装備されている。BLMの適用先によって、速度制御性能向上のためにPG (Pulse generator) をオプションとして装備することもある。

BLMの界磁巻線に電力を供給する界磁制御装置FRUシリーズと、サイリスタによるサイクロコンバータでBLMの電機子巻線に電力を供給するBLM制御装置S-BLシリーズとを用いることで、BLMを可変速運転することができる。

さて、BLMは、先に記載した通り、保守点検が容易なモータであり、故障したとしても修理に必要な部品入手も比較的容易である。よって、BLMは、定期的な点検やグリース補給、軸受交換等を行っているとほぼ半永久的に使用できる。一方、制御装置は部品の世代交代のサイクルが短く、同じ製品を永く提供することが困難となってきた。従って、設備を更新する際には制御装置とともにBLMも更新が

必要となり、例えば他の同期電動機駆動システムに入れ替える必要はなくなる。そこで、BLM制御装置S-BLシリーズの代わりとして、BLMを駆動可能とする、IGBTを用いたインバータ装置であるBL64シリーズを開発した。

図1にクローポール形BLMを示す。



図1 クローポール形BLM

Fig.1 BLM of Claw pole type

2. BLM駆動のための構成

図2にBL64シリーズを用いたBLM駆動システムを示す。目的はBLM制御装置S-BLシリーズの置き換えであるため、界磁制御装置FRUシリーズは従来品のままであり、今回開発したものは図2のBL64の部分だけである。それは、IPM同期モータである当社EDMを駆動するインバータ装置のED64spシリーズと同様に、IGBTを用いた電圧型PWMインバータであり、ED64spと同等な以下の様な機能がある。(4)、(5)

- ・コンソールによる運転・調整が可能
- ・トルク制御可能
- ・多機能入出力の装備
- ・速度のロバスト制御機能
- ・スーパブロック機能
- ・シーケンス機能
- ・通信機能
- ・トレースバック機能

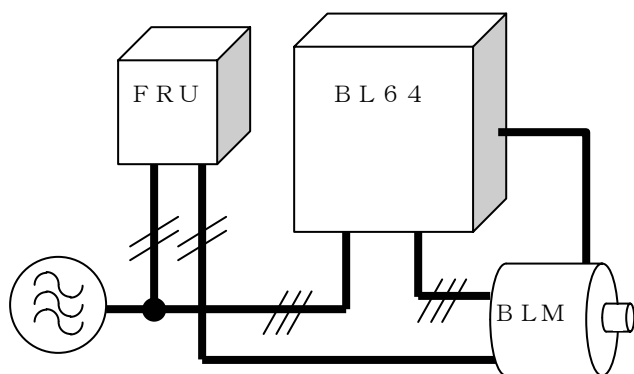


図2 BLM駆動システム

Fig.2 Drive system of BLM

3. BLM駆動方法

BL64は、BLMを高速・高精度に制御するために有効なベクトル制御を用いている。ベクトル制御とはモータの電流や鎖交磁束をベクトルの瞬時値として把握しそれらのベクトルを瞬時値で制御することで、モータの瞬時トルクを指令に追従させる技術である。ベクトル制御を用いることにより、BLMのトルクや速度の応答性や精度の向上が得られ、効率アップの要因にもなる。

BL64には三つの制御モードがある。BLMは分配器が標準装備されており、場合によってPGがオプションで装備されるため、BL64には分配器のみ(U, V, W相信号)を使用するモードと、分配器とPG(A, U, V, W相信号)を使用するモードと、分配器とPG(A, B, U, V, W相信号)を使用するモードとを用意している。どの制御モードでも連続的に四象限運転が可能であるが、分配器のみ(U, V, W相信号)を使用する制御モードでは、分配器からのパルス信号が少ないため、高速な制御は望めない。分配器とPG(A, U, V, W相信号)を使用する制御モードでは、P

Gからのパルス信号により、より詳細な回転速度情報が得られるため速度制御性能が向上する。ただし、PGのパルス信号は1相分であり、回転方向の判定は分配器からの信号で行うため、回転方向の判定は遅れる。分配器とPG(A, B, U, V, W相信号)を使用する制御モードでは、PGの2相分のパルス信号から回転方向の判定を行うため、回転方向の判定も高速に行うことができ、三つの制御モードの中で最も速度制御性能がよい。

4. 試験結果

定格が22[kW]400[V]45.4[A]1700[min^{-1}]のBLMの運転特性例について以下に示す。制御モードは分配器とPG(A, U, V, W相信号)を使用する制御モードである。

図3は速度指令が100[min^{-1}]で約125[%]の負荷をかけた場合の速度とトルクとU相電流波形であり、図4は速度指令が1700[min^{-1}]で約125[%]トルクの負荷をかけた場合の速度とトルクとU相電流波形である。ここで、100[%]負荷とはBLMの定格トルクである(124[N·m])。低速の100[min^{-1}]や定格速度である1700[min^{-1}]まで負荷をかけても大きなリップルなく運転可能であり、モータに流れる電流は正弦波となっている。

図5は、約125[%]の負荷をかけた状態で、BLMを速度指令0から1700[min^{-1}]まで20[sec]の加速時間で加速運転した、速度とトルクとU相電流波形である。速度指令通りになめらかに加速ができています。

図6は、BLMを無負荷の状態で速度指令+1000⇔-1000[min^{-1}]とした場合の速度とトルクとU相電流波形である。加減速時間は+1000から-1000[min^{-1}]までが約140[sec]としている。ゆっくりとした加減速運転において、零速を脱調することなく速やかに通過できている。

図7は、BLMを速度指令100[min^{-1}]で運転中に、約125[%]の負荷を入り/切りした場合の速度とトルクとU相電流波形である。負荷が入り/切りされた瞬間は速度が指令値から外れているが、脱調することなく速やかに速度指令値に制御できている。

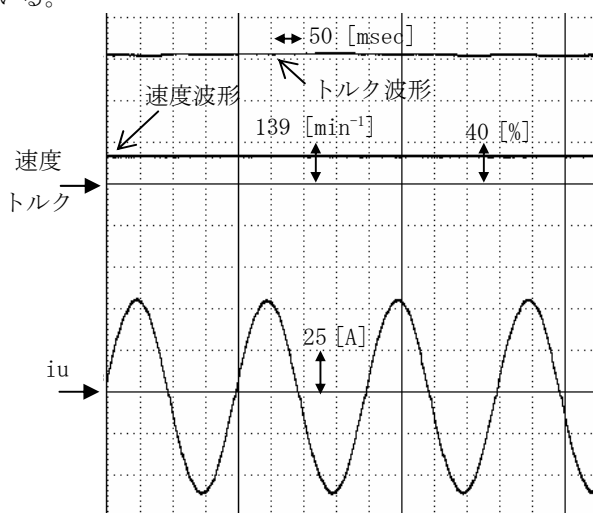


図3 定常運転波形

Fig.3 Waveforms of steady operation

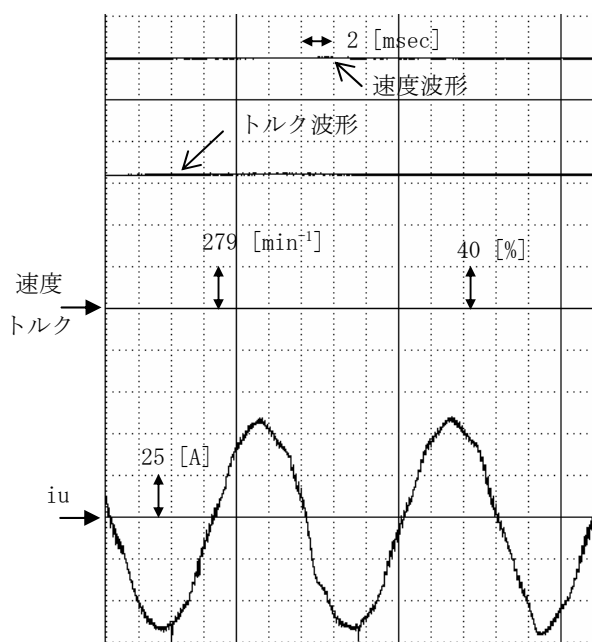


図4 定常運転波形

Fig.4 Waveforms of steady operation

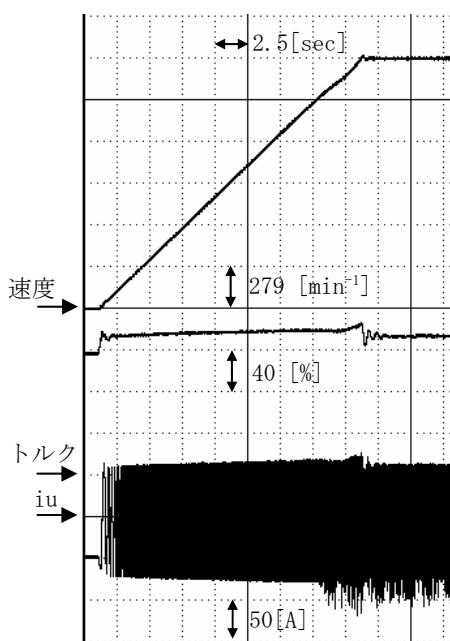


図5 加速運転

Fig.5 Acceleration operation

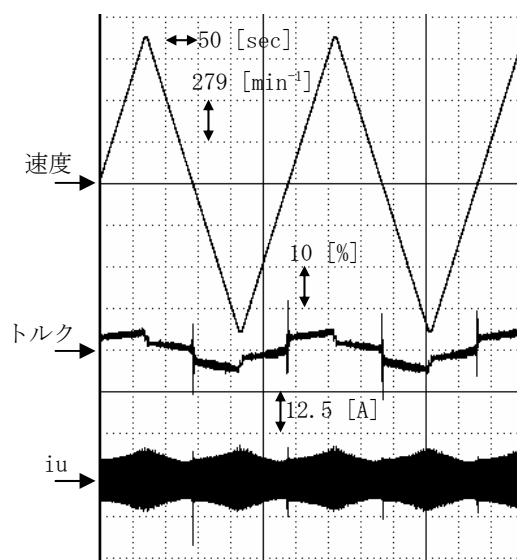


図6 零クロス運転

Fig.6 Zero speed passage operation

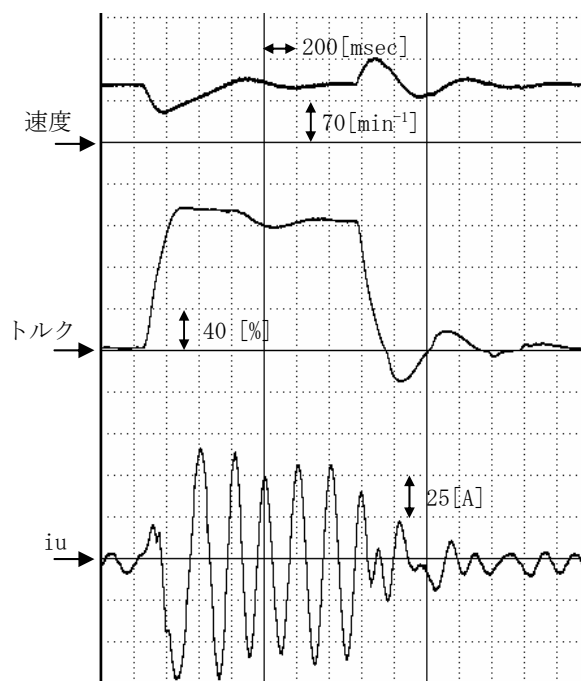


図7 負荷急変

Fig.7 Operation of sudden changed load

図8は、モータと制御装置との総合効率を同容量の機種において比較した一例である。BL64を用いることにより総合効率は格段にアップし、実トルク100[%]において、EDM+ED64spの総合効率と約0.6ポイントまで近づいている。

図9は、分配器のみ(U, V, W相信号)を使用する制御モードで運転した場合の運転結果である。無負荷の状態、BLMが停止状態から速度指令1700[min^{-1}]まで加速時間10[sec]で加速運転した速度とU相電流波形である。分配器のみの信号でも、速度指令通りにめらかに加速ができてい

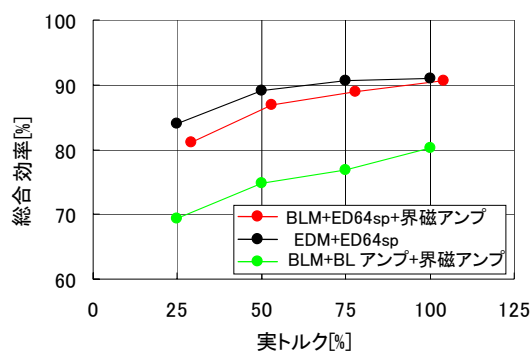


図8 効率特性

Fig.8 Efficiency characteristics

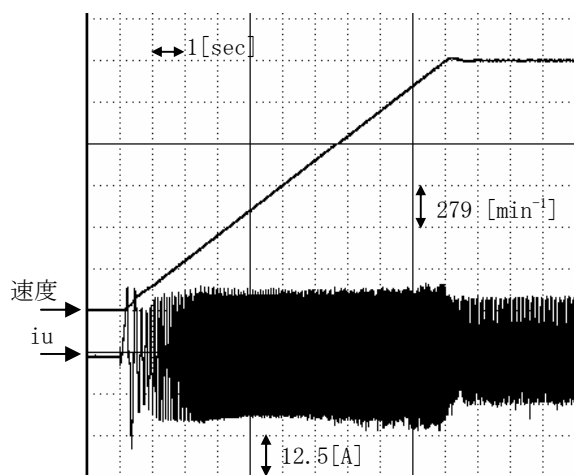


図9 加速運転

Fig.9 Acceleration operation

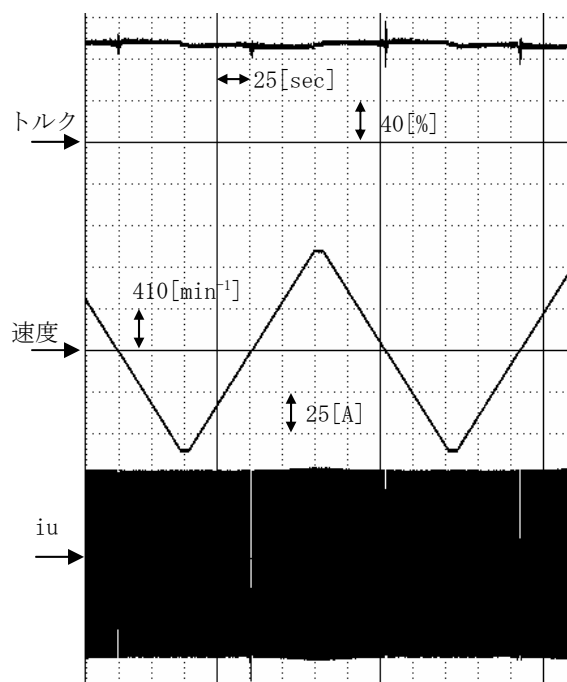


図10 零クロス運転

Fig.10 Zero speed passage operation

図10は、定格が22[kW]，400[V]，47.3[A]，2500[min^{-1}]のBLMを約100[%]負荷の状態では速度指令+1000 $\leftrightarrow$ -1000[min^{-1}]とした場合の速度とトルクとU相電流波形である。加減速時間は+1000から-1000[min^{-1}]までが約96 [sec]としている。制御モードは分配器のみ（U，V，W相信号）を使用する制御モードで運転した場合である。ゆっくりとした加減速運転において、負荷ありかつ分配器のみの信号で零速を脱調することなくなめらかに通過できている。また、力行、回生でも連続的に運転可能である。

4. むすび

BLMが駆動可能なIGBTを用いたインバータ装置であるBL64の開発ができた。BL64は、S-BLと同等以上の性能で運転可能なことを確認した。

BL64の開発により、BLM駆動システムの大幅な変更をすることなく、BLMがさらに長期間利用可能となる。

参考文献

- (1) 「BLモータ」カタログ
- (2) 「BLモータ技術解説」
- (3) 「BLモータ理論解説」
- (4) 「TOYO ED MOTOR」カタログ
- (5) 大森，萩原：「永久磁石同期モータ制御」東洋電機技報111号，2005年，pp.13-21

執筆者略歴



萩原 茂教

1996年入社。技術研究所で永久磁石同期モータ制御に関する研究に従事。現在横浜製作所産業工場開発グループおよびIIV開発室でインバータの開発・設計に従事。
電気学会会員。



大森 洋一

1987年入社。技術研究所でモータ制御に関する研究に従事。現在横浜製作所産業工場開発グループおよびIIV開発室でインバータの開発・設計に従事。
電気学会会員。