



Allen-Bradley

PowerFlex

ダイナミック
ブレーキ

選択ガイド

Rockwell
Automation

お客様へのご注意

ソリッドステート機器はエレクトロメカニカル機器とは動作特性が異なります。さらにソリッドステート機器はいろいろな用途に使われることから、この機器の取扱責任者はその使用目的が適切であるかどうかを充分確認してください。この機器の使用によって何らかの損害が生じても当社は一切責任を負いません。詳しくは、パブリケーション・ナンバー SGI-1.1『ソリッド・ステート・コントロール ソリッドステート装置のアプリケーション、設置、および保守のための安全ガイドライン』を参照してください。

本書で示す図表やプログラム例は本文を容易に理解できるように用意されているものであり、その結果としての動作を保証するものではありません。個々の用途については数値や条件が変わってくることが多いため、当社では図表などで示したアプリケーションを実際の作業で使用した場合の結果については責任を負いません。

本書に記載されている情報、回路、機器、装置、ソフトウェアの利用に関して特許上の問題が生じても、当社は一切責任を負いません。

製品改良のため、仕様などを予告なく変更することがあります。

本書を通じて、特定の状況下で起こりうる人体または装置の損傷に対する警告および注意を示します。



本書内の「注意」は正しい手順を行わない場合に、人体に障害を加えうる事項、および装置の損傷または経済的な損害を生じうる事項を示します。

- トラブルが起こりうる場合
- トラブルの原因
- 不適当な操作を行なった場合の結果
- トラブルの回避方法

重要：本書内の「重要」は、製品を正しく使用および理解するために特に重要な事項を示します。



感電ラベル：ドライブ上または内部にある感電ラベルは、危険な電圧が存在することを警告しています。



Burn Hazard ラベル：ドライブ上または内部にある Burn Hazard ラベルは、表面が危険な温度に上昇する恐れがあることを警告しています。

重要：ソフトウェアをご利用の場合は、データの消失が考えられますので、適当な媒体にアプリケーションプログラムのバックアップをとることをお奨めします。

重要：本製品を日本国外に輸出する際、日本国政府の許可が必要な場合がありますので、事前に当社までご相談ください。

本版は、PFLEX-SG001A-EN-P - March, 2001 の和訳です。
PFLEX-SG001A-EN-P を正文といたします。

EC (欧州連合) の規格 への準拠

本製品に CE マークがある場合は、欧州連合 (EU) および EFTA 地域内での使用が承認されています。以下の規則に適用するように設計されテストされています。

EMC 指令

この製品は、理事会規制 89/336「電磁適合性 (EMC)」および以下の規格の、技術解説ファイルに記載された内容に完全にまたは部分的に準拠することをテストで確認済みです。

- EN 50081-2 EMC : 一般的な放射規格、パート 2 - 産業環境
- EN 50082-2 EMC : 一般的なイミュニティ規格、パート 2 - 産業環境

この製品は、産業環境での使用を目的としています。

低電圧指令

この製品は、EN 6113-12「プログラマブルコントローラ、パート 2 : 機器の必要条件およびテスト」の安全事項を適用することによって、理事会規制 73/23/EEC「低電圧」に準拠することをテストで確認済みです。EN 61131-2 に要求される特定の情報については、このマニュアルの対応する項を参照するか、ノイズ防止については『配線と接地のガイドライン』(Pub. No. 1770-4.1) を参照してください。

この装置は開放型の装置と分類されており、安全保護の手段として、動作時は筐体内に設置 (取付け) しなければなりません。

Allen-Bradley は、Rockwell Automation の登録商標です。

DriveExplorer, DriveTools32, および SCANport は、Rockwell Automation の商標です。

PLC は、Rockwell Automation の登録商標です。

ControlNet は、ControlNet International, Ltd. の商標です。

DeviceNet は、Open DeviceNet Vendor Association の商標です。

COLOR-KEYED は、Thomas & Betts Corporation の登録商標です。

セクション 1		1-1
1.1	このガイドの内容	1-1
1.2	ダイナミックブレーキの動作	1-1
1.3	ダイナミック・ブレーキ・コンポーネント	1-2
1.3.1	チョッパ	1-2
1.3.2	レジスタ	1-3
セクション 2		2-1
2.1	ダイナミックブレーキ要件の決定方法	2-1
2.1.1	収集する情報	2-1
2.2	式の変数の値の決定	2-3
ステップ 1.	合計イナーシャ	2-3
ステップ 2.	ピークブレーキ電力	2-3
ステップ 3.	ダイナミック・ブレーキ・レジスタ用の 最小電力要件	2-4
ステップ 4.	内部ダイナミック・ブレーキ・レジスタの 平均負荷の割合 (%)	2-4
ステップ 5.	内部ダイナミック・ブレーキ・レジスタの ピーク負荷の割合 (%)	2-5
2.3	計算例	2-6
セクション 3		3-1
3.1	内部ダイナミック・ブレーキ・レジスタ容量の計算	3-1
3.1.1	PowerFlex 70 ドライブ	3-1
セクション 4		4-1
4.1	外部ダイナミック・ブレーキ・レジスタの選択方法	4-1
4.1.1	ピーク回生電力 (電力ワット数で示す)	4-1
4.1.2	ダイナミック・ブレーキ・レジスタの定格電力	4-1
4.1.3	セクション 2 で計算された値を記録する	4-1
4.1.4	最大ダイナミックブレーキの抵抗値を計算する	4-2
4.1.5	レジスタの選択	4-3

1.1 このガイドの内容

この選択ガイドには、ご使用のドライブアプリケーションにダイナミックブレーキが必要かどうかを判断し、適切なレジスタ定格を選択するために必要な情報が記載されています。

- セクション 1 では、ダイナミックブレーキの原理の概要を説明します。
- セクション 2 では、ご使用のドライブアプリケーションにダイナミックブレーキが必要かどうかを判断するための計算を、手順を追って説明します。
- セクション 3 では、内部のダイナミック・ブレーキ・オプションがご使用のドライブアプリケーションに適しているかどうかを判断するための計算を、手順を追って説明します。
- セクション 4 では、ご使用のドライブアプリケーションの外部取付けダイナミック・ブレーキ・レジスタを選択するために必要な計算を、手順を追って説明します。

1.2 ダイナミックブレーキの動作

誘導モータのロータの回転がドライブの出力電力によって設定されたシンクロナス速度より遅いときは、モータは、ドライブから得られた電気的なエネルギーをモータのドライブシャフトで使用できる機械的なエネルギーに変換します。このプロセスをモータリングといいます。ロータの回転がドライブの出力電力によって設定されたシンクロナス速度より速いときは、モータは、モータのドライブシャフトの機械的なエネルギーを電気的なエネルギーに変換します。この電気的なエネルギーは、ドライブに転送して戻すことができます。このプロセスを回生といいます。

ほとんどの AC PWM ドライブは、固定周波数ユーティリティグリッドからの AC 電力を、ダイオード整流器ブリッジまたは制御 SCR ブリッジによって DC 電力に変換します。その後、この DC 電力が可変周波数の AC 電力に変換されます。ダイオードおよび SCR ブリッジはコストパフォーマンスの良い装置ですが、モータリング方向のみの電力しか処理できません。したがって、モータが回生運転されている場合、ブリッジは必要な負の DC 電流を伝えることができず、DC バス電圧が上昇して、ドライブで過電圧フォルトが発生します。より複雑なブリッジ構成では、DC 回生電力を固定周波数ユーティリティの電気エネルギーに変換できる、SCR またはトランジスタが使用されます。このプロセスをライン回生といいます。

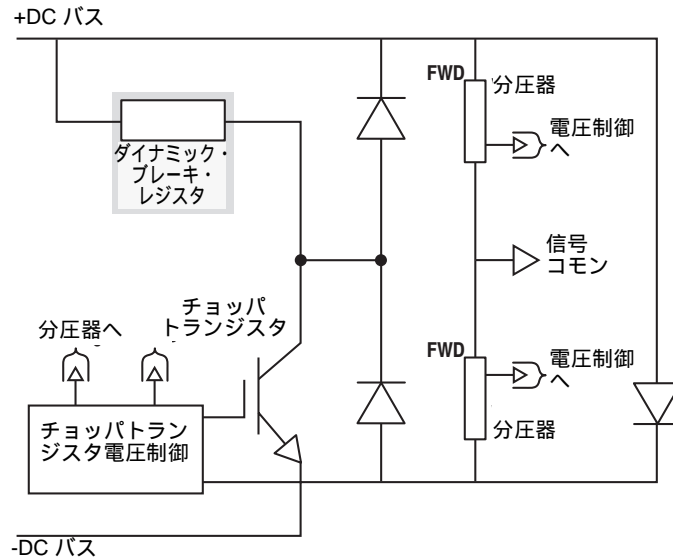
さらにコストパフォーマンスの優れたソリューションとして、回生電力がレジスタに流れるようにドライブを設定し、そのレジスタで電力を熱エネルギーに変換する方法があります。これをダイナミックブレーキといいます。

1.3 ダイナミック・ブレーキ・コンポーネント

ダイナミックブレーキは、チョッパ(チョップトランジスタとそれに関連する制御コンポーネントが PowerFlex ドライブに組み込まれている)およびダイナミック・ブレーキ・レジスタから構成されています。

図 1.1 に、ダイナミックブレーキの配線略図を示します。

図 1.1 ダイナミックブレーキの配線略図



1.3.1 チョッパ

チョッパは、上昇する DC バス電圧を感知して、ダイナミック・ブレーキ・レジスタへの過剰なエネルギーを遮断するダイナミックブレーキ回路です。チョッパには、以下に説明する 3 つの重要な電力コンポーネントがあります。

チョップトランジスタは、絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ (IGBT) です。チョップトランジスタにはオンまたはオフがあり、ダイナミック・ブレーキ・レジスタを DC バスに接続して電力を放散するか、または DC バスからレジスタを絶縁します。最も重要な定格は、チョップトランジスタのコレクタ定格電流で、これによってダイナミック・ブレーキ・レジスタに使用する最小抵抗値を決定することができます。

チョップトランジスタ電圧制御は、回生時の DC バスの電圧を調整します。DC バス電圧の平均値は、以下の通りです。

- DC375V (AC240V 入力用)
- DC750V (AC480V 入力用)

分圧器は、DC バス電圧を信号回路の絶縁と制御で使用できる値に低下します。分圧器からの DC バスフィードバック電圧がリファレンス電圧と比較されて、チョップトランジスタが作動します。

フリーホイールダイオード (FWD) はダイナミック・ブレーキ・レジスタと並列で、その回路の寄生インダクタンスに蓄積された磁気エネルギーを、チョップトランジスタがオフの間に安全に放散できるようにします。

1.3.2 レジスタ

レジスタは、回生エネルギーを熱として放散します。PowerFlex ファミリーのドライブでは、内部ダイナミック・レジスタ・オプションまたはドライブに配線された外部取付けダイナミック・ブレーキ・レジスタのいずれかを使用できます。

ドライブの内部レジスタキットは、必要なエネルギー、減速時間、およびデューティのすべてがそのレジスタの能力の範囲内に収まるほど小さい場合に使用できます。

内部レジスタは、そのデューティサイクル能力を超えないように、ドライブソフトウェアによって保護されています。デューティサイクルは、サーマル・モデル・アルゴリズムから送信される 'DB Suppress' 信号の大きさによって減減衰されます。サーマル・モデル・アルゴリズムでは、レジスタのサーマル特性の定数を使用して、既知の DB トランジスタのデューティサイクル (DutyDB) を基に計算された印加レジスタ電力から DB レジスタの温度を計算します。サーマルモデルによって DB レジスタ温度が許容される最大の温度上昇に近づいていると計算されると、'DB Suppress' 信号が上昇し始め、最大温度上昇に到達したときには信号も最大値に達します。

内部レジスタでは必要なブレーキ能力を提供できないときは、ユーザが、より能力の高い外部レジスタを取付けることができます。DB 抵抗自動検出アルゴリズムが使用されます。このアルゴリズムは、「電源投入」時の自己診断の一部として実行され、ドライブの電力が完全にオフになるまで再度有効にすることはできません。このアルゴリズムは、DB 端子間で測定された抵抗値が、パワーボード EEPROM に格納されている制限の範囲内であることをチェックします。

アルゴリズムは、以下のように動作します。

- リレーがまだオープンしていないときは、プリチャージリレーをオープンする。
- 一連の幅を拡大するパルスとして、パルスを印加して DB トランジスタをオンにする。
- 各パルスで生じる、コンデンサバンクの電圧降下を測定する。
- 降下が許容範囲内 (パワーボード EEPROM に格納される) であることを確認する。

測定された抵抗が範囲外で、DB レギュレータが有効なときは、'DB Resistance Out of Range' フォルトがセットされます。このような範囲外の状態でも DB レギュレータが有効になっていないときは、フォルトがセットされません。しかし、電源投入後のある時点で、DB レギュレータを有効にするように [Bus Reg Mode] パラメータを設定すると、その時点でフォルトがセットされます。

Notes:

2.1 ダイナミックブレーキ要件の決定方法

ドライブが常に回生モードで動作するときは、電気的なエネルギーを変換して固定周波数ユーティリティグリッドに戻す装置について慎重に検討する必要があります。

一般的には、ダイナミックブレーキは、回生エネルギーを随時または定期的に放散する必要があるときに使用できます。また、必要なダイナミック・ブレーキ・レジスタ値を概算するには、モータ定格電力、速度、トルク、および回生動作モードに関する詳細が必要となります。

ダイナミック・ブレーキ・レジスタの最大抵抗値を決定するには、ドライブのピーク回生電力を計算する必要があります。ダイナミック・ブレーキ・レジスタ定格電流の最大抵抗値がわかると、必要な定格とダイナミック・ブレーキ・レジスタの数を決定できます。ピーク回生電力の選択によって強要される最小値より大きいダイナミックブレーキ抵抗値を作成して適用すると、DC バスの過渡過電圧の問題によってドライブがトリップオフすることがあります。ダイナミック・ブレーキ・レジスタの大まかな抵抗値が決まったら、必要なダイナミック・ブレーキ・レジスタの定格電力を計算することができます。

ダイナミック・ブレーキ・レジスタの定格電力は、ドライブのモータリング動作モードおよび回生動作モードについてわかっている数値を使用して概算します。平均消費電力を概算して、その平均より大きな定格電力のダイナミック・ブレーキ・レジスタを選択する必要があります。ダイナミック・ブレーキ・レジスタの熱力学的熱容量が大きければ、抵抗素子の温度を動作温度定格以下に抑えながら、大量のエネルギーを吸収することができます。熱時定数が 50sec 以上であれば、このようなアプリケーションの熱容量基準を満たしています。レジスタの熱容量が小さい場合（熱時定数が 5sec 未満の場合）は、抵抗素子の温度が最大値を超えるおそれがあります。

ピーク回生電力は、以下のように計算できます。

- 馬力 (英国の単位)
- W (国際単位系、SI)
- 単位法 (pu), 値に対して相対的

最終的には、ダイナミック・ブレーキ・レジスタの抵抗値は W 単位の電力で計算しなければなりません。以下の計算では、SI 単位を使用しています。

2.1.1 収集する情報

- モータ銘板からの定格電力 (単位: W, kW, または馬力 (HP))
- モータ銘板からの定格速度 (単位: rpm または rps (ラジアン /sec))
- モータイナーシャおよび負荷イナーシャ (単位: $\text{kg}\cdot\text{m}^2$ または $\text{lb}\cdot\text{ft}^2$)
- ギヤがモータと負荷の間にあるときは、ギヤ比 (GR)
- ドライブアプリケーションのモータシャフト速度、トルク、および電力プロファイル

図 2.1 に、ドライブの速度、トルク、および電力プロファイルを t_4 sec 周期のある特定の周期的なアプリケーションの時間の関数として示します。希望する減速時間は既知、または計算可能で、ドライブの性能の限界範囲内にあります、図 2.1 に、以下の変数を定義します。

$$\omega(t) = \text{モータシャフト速度 (単位: ラジアン /sec (rps))} \quad \omega = \frac{2\pi N}{60}$$

$$N(t) = \text{モータシャフト速度 (単位: 回転数 /min (RPM))}$$

$$T(t) = \text{モータシャフトのトルク (単位: ニュートン・メートル (N-m))}$$

$$1.0 \text{ ポンドインチ} = 1.355818 \text{ N-m}$$

$$P(t) = \text{モータシャフト電力 (単位: W)}$$

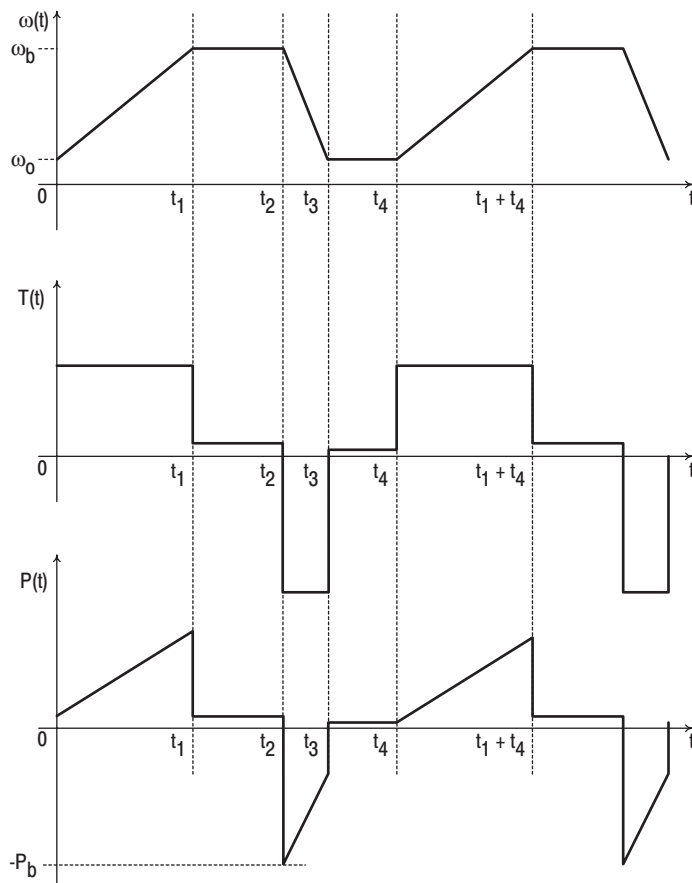
$$1.0 \text{ HP} = 746 \text{ W}$$

$$\omega_b = \text{定格回転角度速度} \frac{\text{Rad}}{\text{s}}$$

$$\omega_o = \omega_b \text{ 未満の回転角度速度 (0 の場合もあり) } \frac{\text{Rad}}{\text{s}}$$

$$-P_b = \text{モータシャフトのピーク回生電力 (単位: W)}$$

図 2.1 アプリケーション速度、トルク、および電力プロファイル



2.2 式の変数の値の決定

ステップ 1. 合計イナーシャ

$$J_T = J_m + (GR^2 \times J_L)$$

J_T = モータシャフトに反映される合計のイナーシャ ($\text{kg}\cdot\text{m}^2$ または $\text{lb}\cdot\text{ft}^2$)

J_m = モータイナーシャ ($\text{kg}\cdot\text{m}^2$ または $\text{lb}\cdot\text{ft}^2$)

GR = モータと負荷の間にあるギヤのギヤ比 (次元なし)

J_L = 負荷イナーシャ ($\text{kg}\cdot\text{m}^2$ または $\text{lb}\cdot\text{ft}^2$)
 $1.0\text{lb}\cdot\text{ft}^2 = 0.04214011\text{kg}\cdot\text{m}^2$

合計のイナーシャを計算します。

$$J_T = [\quad] + (\quad \times \quad)$$

合計のイナーシャを記録します。

$J_T =$

ステップ 2. ピークブレーキ電力

$$P_b = \frac{J_T[\omega_b(\omega_b - \omega_o)]}{(t_3 - t_2)}$$

P_b = ピークブレーキ電力 (W)
 $1.0\text{HP} = 746\text{W}$

J_T = モータシャフトに反映される合計のイナーシャ ($\text{kg}\cdot\text{m}^2$)

ω_b = 定格回転角度速度 $\frac{\text{Rad}}{\text{s}} = \frac{2\pi N_b}{60}$

ω_o = 定格速度未満の回転角度速度 (最小 0) $\frac{\text{Rad}}{\text{s}}$

N_b = 定格モータ速度 (RPM)

$t_3 - t_2$ = ω_b から ω_o への減速時間 (sec)

ピークブレーキ電力を計算します。

$$P_b = \frac{[\quad] \times [\quad] \times (\quad - \quad)}{(\quad - \quad)}$$

ピークブレーキ電力を記録します。

$P_b =$

ピークブレーキ電力を定格モータ電力と比較します。ピークブレーキ電力がモータ電力の 1.5 倍よりも大きいときは、減速時間 ($t_3 - t_2$) を長くして、ドライブが電流制限状態にならないようにします。

ステップ 3. ダイナミック・ブレーキ・レジスタ用の最小電力要件

アプリケーションが、加速および減速の周期関数を示すと仮定します。(t₃ - t₂) を定格速度から速度 0 まで減速するのに必要な時間として、t₄ をプロセスがもう一度繰返されるまでの時間とした場合に、平均デューティサイクルは (t₃ - t₂)/t₄ になります。時間の関数としての電力は、ピーク回生電力に等しい値 (t₃ - t₂) sec 経過後のいくらか小さい値まで、直線的に減少する関数です。(t₃ - t₂) sec 間に回生される平均電力は、以下のようになります。

$$\frac{P_b}{2} \times \frac{(\omega_b + \omega_o)}{\omega_b}$$

P_{av} = ダイナミック・ブレーキ・レジスタの平均消費電力 (W)

t₃ - t₂ = ω_b から ω_o への減速時間 (sec)

t₄ = 合計サイクルタイムまたはプロセスの周期 (sec)

P_b = ピークブレーキ電力 (W)

ω_b = 定格回転角度速度 $\frac{\text{Rad}}{\text{s}}$

ω_o = 定格速度未満の回転角度速度 (最小 0) $\frac{\text{Rad}}{\text{s}}$

周期 t₄ で回生される平均電力 (W) は、以下の通りです。

$$P_{av} = \left[\frac{(t_3 - t_2)}{t_4} \right] \frac{P_b}{2} \left[\frac{(\omega_b + \omega_o)}{\omega_b} \right]$$

周期 t₄ で回生される平均電力 (W) を計算します

$$P_{av} = \left[\frac{(\quad - \quad)}{[\quad]} \right] \times \left[\frac{\quad}{2} \right] \times \left[\frac{(\quad + \quad)}{[\quad]} \right]$$

周期 t₄ で回生される平均電力 (W) を記録します。

P _{av} =

ステップ 4. 内部ダイナミック・ブレーキ・レジスタの平均負荷の割合 (%)

外部ダイナミック・ブレーキ・レジスタを使用しているときは、このステップはとばしてください。

$$AL = \frac{P_{av}}{P_{db}} \times 100$$

AL = ダイナミック・ブレーキ・レジスタの平均負荷の割合 (%)

P_{av} = ステップ 3. で計算されたダイナミック・ブレーキ・レジスタの平均消費電力 (W)

P_{db} = 表 2.A からのダイナミック・ブレーキ・レジスタの定常状態の電力消費容量 (W)

ダイナミック・ブレーキ・レジスタの平均負荷の割合 (%) を計算します。

$$AL = \left[\frac{\quad}{\quad} \right] \times 100$$

ダイナミック・ブレーキ・レジスタの平均負荷の割合 (%) を記録します。

AL =

AL の割合 (%) は、ダイナミック・ブレーキ・レジスタ負荷を割合 (%) で示したものです。P_{db} は、ダイナミックブレーキ電力消費容量の合計であり、表 2.A から得られます。これは、セクション 3 で提供する曲線の 1 つに描く線のデータポイントとなります。

表 2.A 内部 DB キット用の定格連続電力

ドライブ電圧	フレーム	P _{db} 内部レジスタ連続電力 (単位: W)
230	A	48
230	B	28
230	C	40
230	D	36
460	A	48
460	B	28
460	C	40
460 (15HP)	D	36
460 (20HP)	D	36

ステップ 5. 内部ダイナミック・ブレーキ・レジスタのピーク負荷の割合 (%)

外部ダイナミック・ブレーキ・レジスタを使用しているときは、このステップはとばしてください。

$$PL = \frac{P_b}{P_{db}} \times 100$$

PL = ダイナミック・ブレーキ・レジスタのピーク負荷の割合 (%)

P_{av} = ステップ 2. で計算されたピークブレーキ電力 (W)

P_{db} = 表 2.A からのダイナミック・ブレーキ・レジスタの定常状態の電力消費容量 (W)

ダイナミック・ブレーキ・レジスタのピーク負荷の割合 (%) を計算します。

$$PL = \left[\frac{\quad}{\quad} \right] \times 100$$

ダイナミック・ブレーキ・レジスタのピーク負荷の割合 (%) を記録します。

PL =

PL の割合 (%) は、レジスタの定常状態の消費電力容量に対する、ダイナミック・ブレーキ・レジスタの瞬間消費電力の割合 (%) を示します。これは、セクション 3 で提供する曲線の 1 つに描く線のデータポイントとなります。

2.3 計算例

10HP, 4 極の 480V モータとドライブは、図 2.1 に示すように加速および減速します。

- サイクル周期 t_4 は、40sec です。
- 定格速度は 1785RPM で、15.0sec で速度 0 に減速する。
- モータ負荷は純粋なイナーシャとして考慮でき、モータによって消費または吸収される電力はすべてモータと負荷イナーシャによって吸収される。
- 負荷イナーシャは $4.0\text{lb}\cdot\text{ft}^2$ で、モータに直接結合されている。
- モータ・ロータ・イナーシャは、 $2.2\text{lb}\cdot\text{ft}^2$ です。

適切なダイナミックブレーキを選択するために、必要な値を計算します。

$$\text{定格電力} = 10 \text{ HP} \times 746 \text{ watts} = 7.46 \text{ kW}$$

この情報は与えられており、計算を始める前にわかっている必要があります。元の単位は HP でもかまいませんが、W に変換しなければ方程式で使用することはできません。

$$\text{定格速度} = \omega_b = 1785 \text{ RPM} = 2\pi \times \frac{1785}{60} = \frac{186.98 \text{ Rad}}{\text{s}}$$

$$\text{低速} = \omega_o = 0 \text{ RPM} = 2\pi \times \frac{0}{60} = \frac{0 \text{ Rad}}{\text{s}}$$

この情報は与えられており、計算を始める前にわかっている必要があります。元の単位は、RPM 単位でもかまいませんが、ラジアン/sec に変換しなければ方程式で使用することはできません。

$$\text{合計イナーシャ} = J_T = 6.2 \text{ lb}\cdot\text{ft}^2 = 0.261 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$$

元の単位は $\text{lb}\cdot\text{ft}^2$ または Wk^2 単位でもかまいませんが、 $\text{kg}\cdot\text{m}^2$ に変換しなければ方程式で使用することはできません。

$$\text{減速時間} = (t_3 - t_2) = 15 \text{ seconds}$$

$$\text{サイクル周期} = t_4 = 40 \text{ seconds}$$

$$V_d = 750 \text{ Volts}$$

これは、ドライブの定格が 480Volts rms であることがわかっています。ドライブの定格が 230Volts rms のときは、 $V_d = 375\text{V}$ になります。

これまでに記載したデータおよび計算は、対象のアプリケーションに関する情報に基づいて作成されています。合計イナーシャが与えられているため、ステップ 1. に説明する計算は必要ありません。

$$\text{ピークブレーキ電力} = P_b = \frac{J_T[\omega_b(\omega_b - \omega_o)]}{(t_3 - t_2)}$$

$$P_b = \frac{0.261[186.92(186.92 - 0)]}{15} = 608.6 \text{ watts}$$

これは定格電力の 8.1% で、最大ドライブ制限である 150% 電流制限より小さいことに注意してください。この計算はステップ 2. の結果であり、ダイナミック・ブレーキ・レジスタが消費するピーク電力を決定します。

$$\text{平均ブレーキ電力} = P_{av} = \left[\frac{(t_3 - t_2)}{t_4} \right] \frac{P_b}{2} \left[\frac{(\omega_b + \omega_o)}{\omega_b} \right]$$

$$P_{av} = \left(\frac{15}{40} \right) \left(\frac{608.6}{2} \right) \left(\frac{186.92 + 0}{186.92} \right) = 114.1 \text{ watts}$$

これは、ステップ 4. に説明する平均消費電力を計算した結果です。ステップ 3. で選択されたダイナミック・ブレーキ・レジスタの定格電力の合計がステップ 4. で計算された値より大きいことを確認します。

表 2.A を参照して、使用しているドライブフレーム用のレジスタの連続定格電力を決定してください。平均負荷の割合とピーク負荷の割合を決定するために、この値が必要です。

$$\text{平均負荷の割合(\%)} = AL = 100 \times \frac{P_{av}}{P_{db}}$$

$$AL = 100 \times \frac{114.1}{40} = 285\%$$

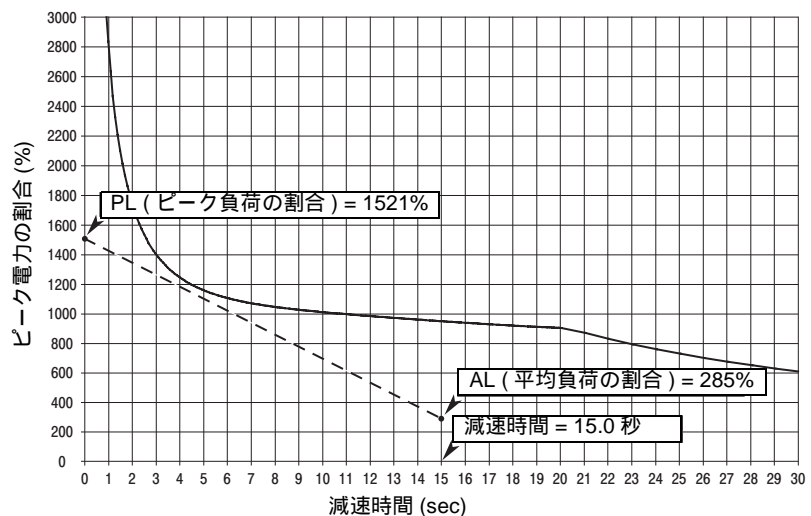
これは、ステップ 5. に説明する計算の結果です。このポイントは、アプリケーションの減速時間でこの割合まで垂直に上昇してプロットされます。

$$\text{ピーク負荷の割合(\%)} = PL = 100 \times \frac{P_b}{P_{db}}$$

$$PL = 100 \times \frac{608.6}{40} = 1521\%$$

これは、ステップ 5. に説明する計算の結果です。このポイントは、0sec でこの割合まで垂直に上昇してプロットされます。

図 2.2 レジスタの電力曲線



AL および PL がプロットされ、点線で結ばれています。これは、モータの電力曲線です。この曲線の一部でもダイナミック・ブレーキ・レジスタの定温度電力曲線よりも右にある場合は、抵抗素子の温度が動作温度の制限値を超えることとなります。ドライブはレジスタを保護して、チョップトランジスタをシャットダウンします。ドライブは、過電圧フォルトでトリップオンする傾向があります。

Notes:

3.1 内部ダイナミック・ブレーキ・レジスタ容量の計算

セクション 2 で計算された値を記録します。

AL =

PL =

$t_3 - t_2 =$

3.1.1 PowerFlex 70 ドライブ

PowerFlex 70 ドライブ定格に対応する図を見つけてください。

ドライブ電圧	フレーム	図
240	A および B	図 3.1
240	C	図 3.2
240	D	図 3.3
480	A および B	図 3.4
480	C	図 3.5
480	D	図 3.6

1. ステップ 4. で計算された AL (平均負荷) 値と希望する減速時間 ($t_3 - t_2$) が交差するポイントをプロットします。
2. 垂直軸 (0sec) 上に、ステップ 5. で計算された PL (ピーク負荷) の値をプロットします。
3. 0sec のときの PL と ($t_3 - t_2$) のときの AL を直線で結びます。この線が、モータが最小速度まで減速するときの電力曲線です。

電力曲線がダイナミック・ブレーキ・レジスタの定温電力曲線の左にあるときは、対象のアプリケーションに問題はありません。電力曲線の一部でもダイナミック・ブレーキ・レジスタの定温電力曲線より右にあるときは、アプリケーションに問題があります。内部ダイナミック・ブレーキ・レジスタは、過渡電力曲線がレジスタ電力曲線容量の右にある間は、定格温度を超えることとなります。

図 3.1 PowerFlex 70 – 240V, A および B フレーム

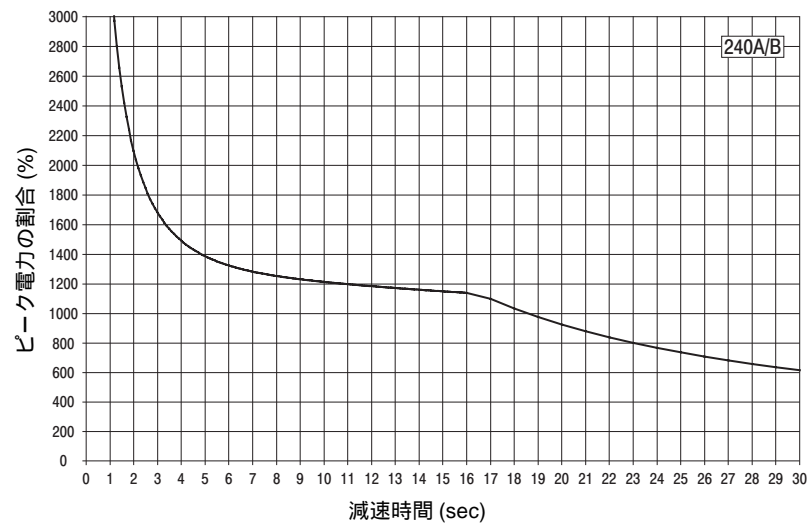


図 3.2 PowerFlex 70 – 240V, C フレーム

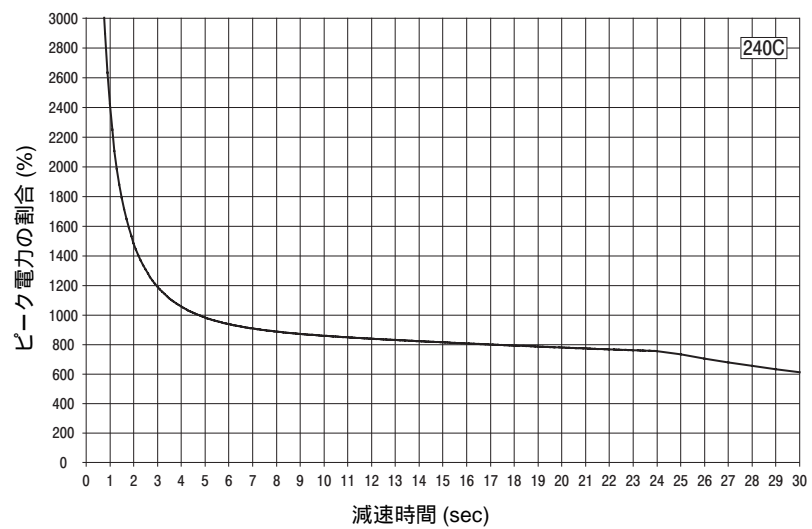


図 3.3 PowerFlex 70 – 240V, D フレーム

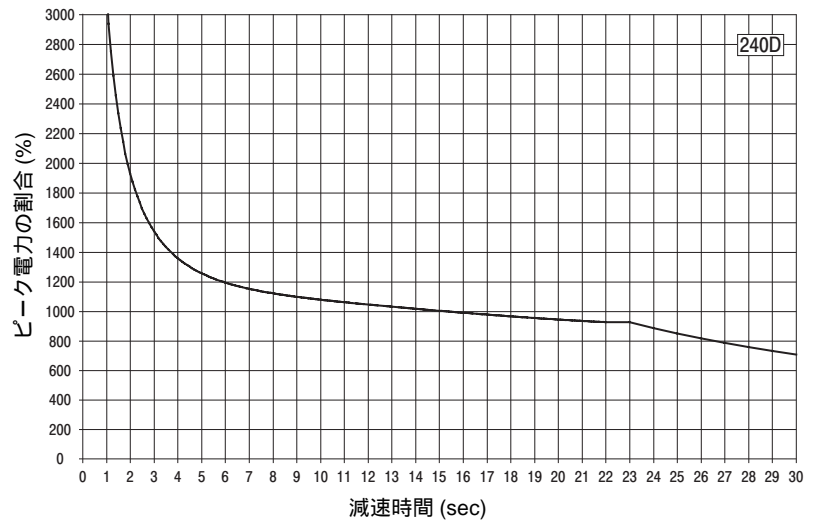


図 3.4 PowerFlex 70 – 480V, A および B フレーム

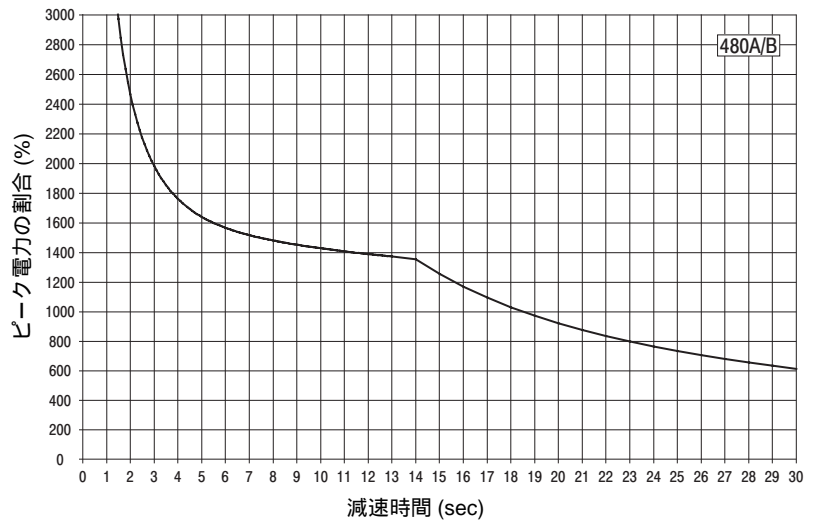


図 3.5 PowerFlex 70 – 480V, C フレーム

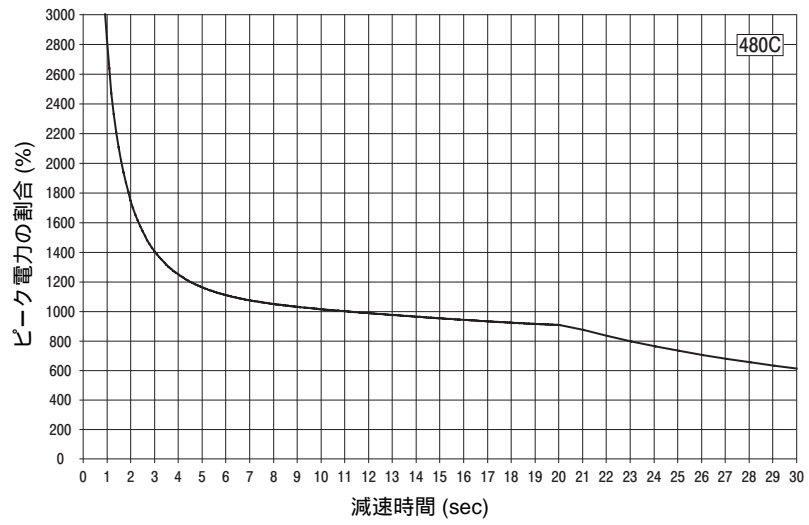
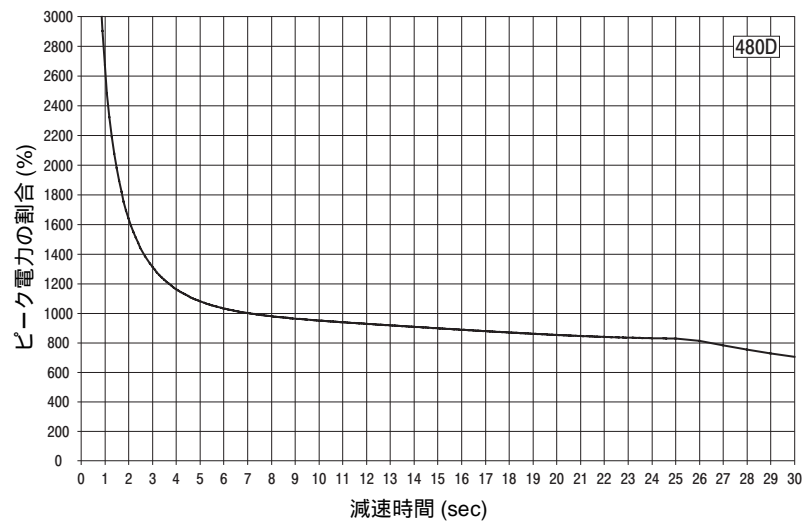


図 3.6 PowerFlex 70 – 480V, D フレーム



4.1 外部ダイナミック・ブレーキ・レジスタの選択方法

ご使用のアプリケーションに対応する外部ダイナミック・ブレーキ・レジスタを選択するには、以下のデータを計算する必要があります。

4.1.1 ピーク回生電力 (電力ワット数で示す)

この値を使用して、ダイナミック・ブレーキ・レジスタの最大抵抗値を決定します。この値がドライブのピーク回生電力によって示された最大値より大きいときは、ドライブは、DC バスの過渡過電圧の問題によってトリップすることがあります。

表 4.A PowerFlex 70 ドライブの最小ダイナミックブレーキの抵抗値

ドライブ電圧	フレーム	外部抵抗の最小値 (± 10%)
230	A	32.9
230	B	32.9
230	C	28.7
230	D	21.7
460	A	63.4
460	B	63.4
460	C	71.1
460 (15HP)	D	42.3
460 (20HP)	D	29.1

4.1.2 ダイナミック・ブレーキ・レジスタの定格電力

回生モードの平均電力消費を計算して、ダイナミック・ブレーキ・レジスタの定格電力がドライブの平均回生消費電力より大きくなるように選択しなければなりません。

4.1.3 セクション 2 で計算された値を記録する

$P_b =$

$P_{av} =$

4.1.4 最大ダイナミックブレーキの抵抗値を計算する

$$R_{db1} = \frac{0.9 \times (V_d)^2}{P_b}$$

R_{db1} = ダイナミック・ブレーキ・レジスタの最大許容値 ()

V_d = チョップモジュールによって調整される DC バス電圧
(DC375V または DC750V)

P_b = セクション 2 のステップ 2. で計算されたピークブレーキ電力 (W)

最大ダイナミックブレーキの抵抗値を計算します。

$$R_{db1} = \frac{0.9 \times (\quad)^2}{[\quad]}$$

最大ダイナミックブレーキの抵抗値を記録します。

$R_{db1} =$

このステップで計算された値より小さいダイナミックブレーキの抵抗値を選択してください。値が大きいときは、DC バス過電圧によってドライブがトリップすることがあります。モータとインバータで推定される損失に基づいて P_b を低下させないでください。これは、抵抗値の製造公差におけるオフセットの増加と、抵抗素子の温度係数による抵抗値の増加を考慮したものです。

4.1.5 レジスタの選択

表 4.B または表 4.C から、または以下の値を持つレジスタのサプライヤからレジスタバンクを選択します。

- 計算された値より小さい抵抗値 (R_{db1} (単位:))
- 表 4.A に示す最小抵抗値より大きい抵抗値
- ステップ 3. で計算された値より大きい電力値 (P_{av} (単位: W))



注意：レジスタバンクの抵抗値がドライブの最小抵抗値より小さいときは、内部ダイナミックブレーキ IGBT が損傷します。表 4.A を使用して、選択したレジスタバンクの抵抗値がドライブ最小抵抗値より大きいことを確認してください。

表 4.B AC240V ドライブ用のレジスタ選択

	W	Cat. No.		W	Cat. No.
154	182	222-1A	45	617	222-5A
154	242	222-1	45	827	222-5
154	408	225-1A	45	1378	225-5A
154	604	225-1	45	2056	220-5A
154	610	220-1A	45	2066	225-5
154	913	220-1	45	3125	220-5
110	255	222-2A	32	875	222-6A
110	338	222-2	32	1162	222-6
110	570	225-2A	32	1955	225-6A
110	845	225-2	32	2906	225-6
110	850	220-2A	32	2918	220-6A
110	1278	220-2	32	4395	220-6
85	326	222-3A	20	1372	222-7A
85	438	222-3	20	1860	222-7
85	730	225-3A	20	3063	225-7A
85	1089	220-3A	20	4572	220-7A
85	1094	225-3	20	4650	225-7
85	1954	220-3	20	7031	220-7
59	473	222-4A			
59	631	222-4			
59	1056	225-4A			
59	1576	225-4			
59	1577	220-4A			
59	2384	220-4			

表 4.C AC480V ドライブ用のレジスタ選択

	W	Cat. No.		W	Cat. No.	
	615	242	442-1	128	874	442-6A
	615	404	445-1A	128	1162	442-6
	615	602	440-1A	128	1951	445-6A
	615	605	445-1	128	2906	445-6
	615	915	440-1	128	2912	440-6A
	615	180	442-1A	128	4395	440-6
	439	254	442-2A	81	4629	440-7A
	439	339	442-2	81	6944	440-7
	439	568	445-2A	81	4592	445-7
	439	847	445-2	81	1837	442-7
	439	848	440-2A	81	1389	442-7A
	439	1281	440-2	81	3102	445-7A
	342	329	442-3A	56	6702	440-8A
	342	1645	440-3	56	2010	442-8A
	342	1096	440-3A	56	10045	440-8
	342	1088	445-3	56	6642	445-8
	342	435	442-3	56	4490	445-8A
	342	734	445-3A	56	2657	442-8
	237	473	442-4A	44	3381	442-9
	237	628	442-4	44	5720	445-9A
	237	1057	445-4A	44	8454	445-9
	237	1570	445-4	44	8537	440-9A
	237	1577	440-4A	44	12784	440-9
	237	2373	440-4	44	2561	442-9A
	181	2068	440-5A	29	5130	442-10
	181	2055	445-5	29	8487	445-10A
	181	620	442-5A	29	12667	440-10A
	181	822	442-5	29	12826	445-10
	181	3108	440-5	29	19396	440-10
	181	1385	445-5A	29	3800	442-10A



Reach us now at www.rockwellautomation.com

Wherever you need us, Rockwell Automation brings together leading brands in industrial automation including Allen-Bradley controls, Reliance Electric power transmission products, Dodge mechanical power transmission components, and Rockwell Software. Rockwell Automation's unique, flexible approach to helping customers achieve a competitive advantage is supported by thousands of authorized partners, distributors and system integrators around the world.



Americas Headquarters, 1201 South Second Street, Milwaukee, WI 53204, USA, Tel: (1) 414 382-2000, Fax: (1) 414 382-4444
European Headquarters SA/NV, avenue Herrmann Debroux, 46, 1160 Brussels, Belgium, Tel: (32) 2 663 06 00, Fax: (32) 2 663 06 40
Asia Pacific Headquarters, 27/F Citicorp Centre, 18 Whitfield Road, Causeway Bay, Hong Kong, Tel: (852) 2887 4788, Fax: (852) 2508 1846

**Rockwell
Automation**