

3.3 モータ運転の留意点

ギヤモータをインバータで運転する場合

ギヤモータをインバータで運転する場合、以下のような注意事項があります。

- 出力軸トルク特性に対する注意事項
ギヤモータの出力軸トルク

$$\text{SI 単位系} \quad T_G = \frac{9544 \times \text{モータ出力 (kW)}}{\text{出力軸回転数 (r/min)}} \quad (\text{N} \cdot \text{m})$$

モータ出力軸トルク

$$\text{SI 単位系} \quad T_M = \frac{9544 \times \text{モータ出力 (kW)}}{\text{モータ出力軸回転数 (r/min)}} \quad (\text{N} \cdot \text{m})$$

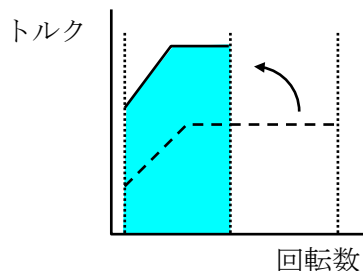
したがって、ギヤモータ出力軸トルクは

$$T_G = \frac{9544 \times \text{モータ出力 (kW)}}{\text{モータ出力軸回転数 (r/min)} / \text{ギヤ比 (n)}} \quad (\text{N} \cdot \text{m})$$

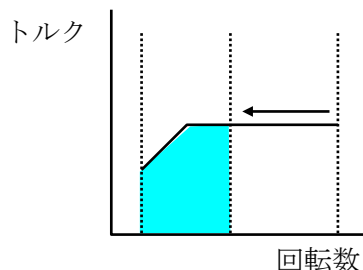
$$= T_M \times \text{ギヤ比 (n)} \quad (\text{N} \cdot \text{m})$$

$$\left[\text{従来単位系 } T' = \frac{974 \times \text{モータ出力 (kW)}}{\text{出力軸回転数 (r/min)}} \quad (\text{kgf} \cdot \text{m}) \right]$$

<ギヤで回転数を変えた場合>



<インバータで回転数を変えた場合>



ギヤモータで回転数を変えた場合、ギヤ比分だけトルクがアップし面積（出力：kW）は、変わりませんが、インバータで回転数を変えるとトルクが一定で面積（出力：kW）が変化します。

- 潤滑方式による使用範囲の制限

ギヤ部分の潤滑方式により使用範囲に制限があります。

<グリース潤滑機種>

グリースの潤滑能力はモータの回転数が低下してもあまり変わらないため、低速での使用には制限がありません。

<オイル潤滑機種>

オイル潤滑方式の場合はモータの回転数が低下すると、潤滑能力が低下しますのでギヤの仕様を確認ください。

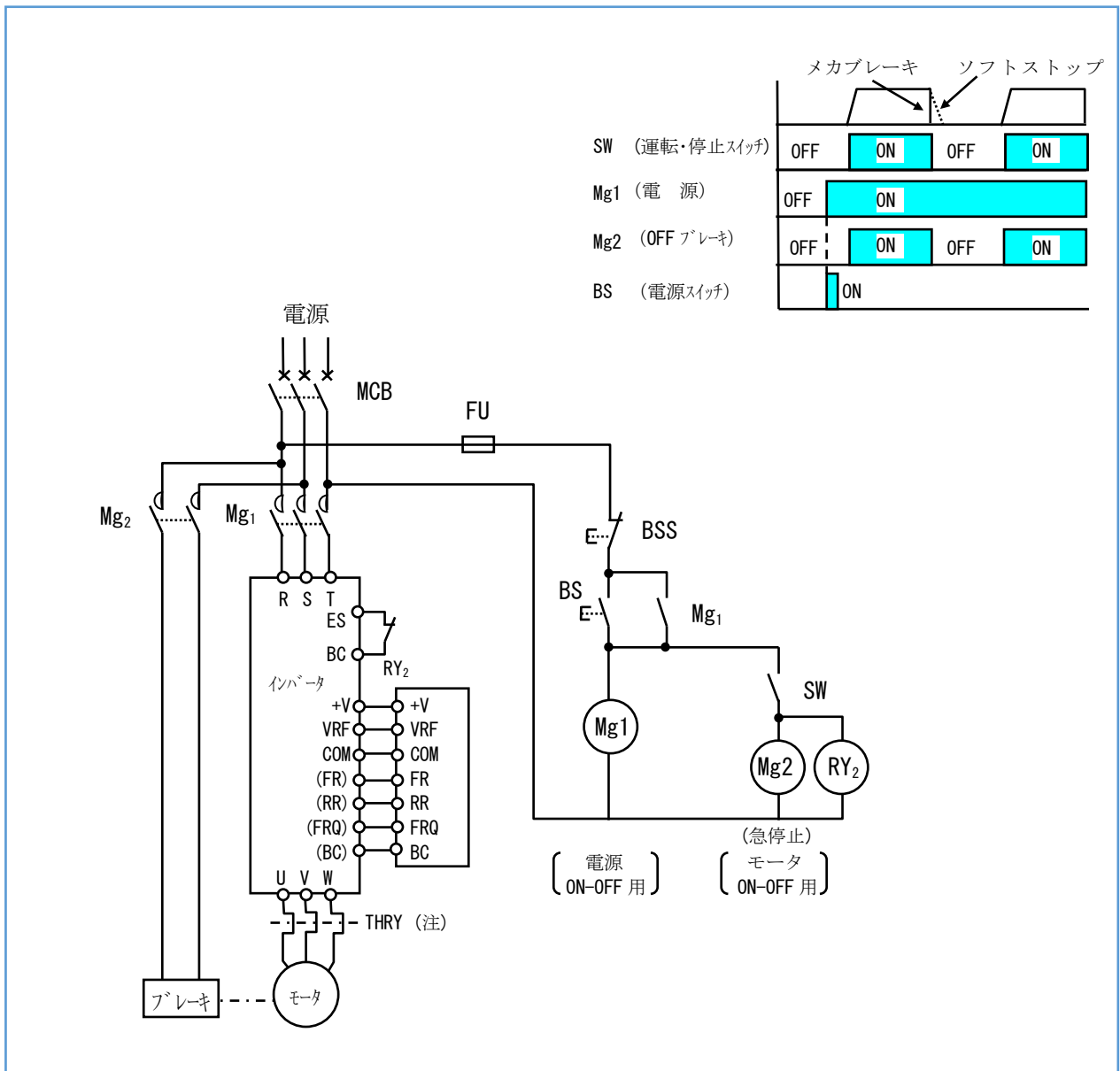
特に、立形サイクロ減速機のオイル潤滑機種（プランジャーポンプ使用）を選定される場合、潤滑する部品が異なるため、インバータ駆動（AP）と指定する必要があります。

ブレーキ付ギヤモータをインバータで運転する場合

■ ブレーキ部の電源

ブレーキ部の電源はインバータの一次側（電源側）から給電してください。インバータの二次側（モータ側）は、周波数の変化とともに電圧が変化するため使用しないでください。

また、制動時はインバータの一次側電磁接触器を OFF にした後、ブレーキ回路を動作させてください。



(注) サーマルリレーは、必要に応じて設置してください。

インバータの電子サーマル機能でも、モータ過負荷保護が可能です。

耐圧防爆形モータをインバータで運転する場合

■ 耐圧防爆形モータ

耐圧防爆形モータをインバータで運転する場合は、モータとインバータが、1対1での組み合わせによる検定（「公益社団法人 産業安全技術協会」の耐圧防爆検定）が必要です。

そのため、既設の耐圧防爆形モータ用のインバータで、型式認定されていない機種に交換することは認められていませんので、注意してください。

なお、インバータ本体は、非防爆構造ですので非防爆場所に設置してください。

耐圧防爆形モータとインバータをセットで発注される場合には、次の事項も合わせて照会ください。

- ・電源仕様 : 電圧 (200V、400V)、周波数 (50Hz、60Hz)
- ・モータ仕様 : 出力容量、回転数範囲、出力特性
- ・適用機械 : 機械仕様
- ・周囲条件 : 設置環境など
- ・インバータ : HF-X20 (0.2~3.7 kW)
HF-430、HF-430α (5.5~55 kW)

単相モータをインバータで運転する場合

単相モータはインバータで可変速運転することができませんので、三相モータを使用してください。

コンデンサ始動の単相モータは、コンデンサに高周波電流が流れるため、コンデンサが破損する恐れがあります。

分相始動の単相モータは、内部の遠心力スイッチが動作しないため、始動コイルが焼損する場合があります。

1台のインバータで1台のモータを運転する場合

インバータ定格出力電流 \geq モータ定格電流となるように選定してください。

ただし、次のような加減速運転の場合は、インバータ(モータも含めて)の容量アップを検討する必要があります。

- ・ 負荷慣性モーメント(負荷 GD^2)の大きい負荷を短時間で始動する場合
- ・ 加減速運転を頻繁に行う場合

■ プレミアム効率 I E 3 モータ 200V 5.5kW 4極の場合

モータの定格電流 $I_f(60\text{Hz})$ が 21.8 (A) の場合は、インバータ仕様の定格出力電流より以下の選定となります。

HF-430 α 型式 : HF4312-5A5 (定格出力電流 24A)

HF-430 型式 : HF4302-5A5 (定格出力電流 24A)

1台のインバータで2台以上のモータを運転する場合

■ 同時始動の場合

低周波数から徐々に加速する同時始動の場合は、インバータ定格出力がモータの定格電流 I_M の合計の1.1倍以上の電流となるように選定してください。

$$1.1 \times (I_{M1} + I_{M2} + \dots) < I$$

ただし、加減速時の電流で、インバータの過電流、過負荷アラームが発生しないように加減速時間を調整してください。

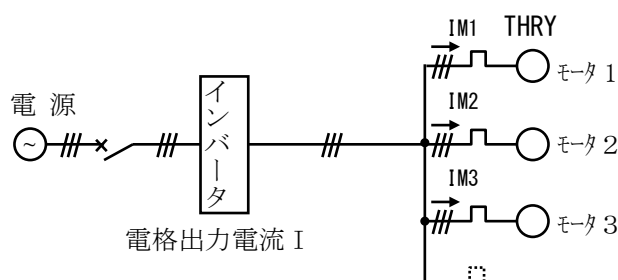
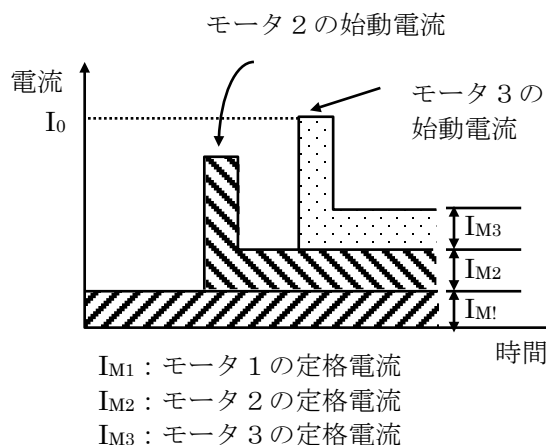
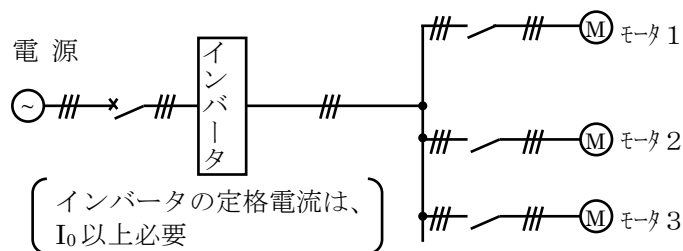


図3-12 2台以上の電動機の同時始動

■ 順次始動の場合

インバータがある周波数で運転しているときに、モータを順次始動すると、「直入れ」の状態と同等になります。したがって、インバータの定格電流がモータ直入れ（始動）電流に耐えられるように、容量を検討する必要があります。



モータの始動電流は、定格電流の約5～10倍程度、流れますので、モータ容量（合計）に比べ、この場合のインバータ容量は、大きくなります。そのため、できるだけ同時始動できるグループに分けて（複数台のインバータで制御する方法）使用ください。

加速時間

<加速時間の設定>

モータの加速時間を下式に示します。

インバータの加速時間は、 t_a より大きくなるように設定してください。

$$\boxed{\text{SI 単位系}} \quad t_a = \frac{\Sigma J \times \Delta N}{9.55 (T_M - T_L)} \quad (\text{秒})$$

$$\boxed{\text{従来単位系}} \quad t_a' = \frac{\Sigma GD^2 \times \Delta N}{375 (T_M' - T_L')} \quad (\text{秒})$$

ΣJ : モータ+負荷 (モータ軸換算) の慣性モーメント [kg・m²]

(ΣGD^2 : モータ+負荷 (モータ軸換算) のはずみ車効果 [kgf・m²])

ΔN : モータの回転速度差 [r/min (rpm)]

T_M : 加速トルク ≒ モータの定格トルク × $\left\{ 1.5 \sim 2 \quad (\text{HF シリーズ}) \right\}$ [N・m]

(T_M' : 同上 [kgf・m])

T_L : モータ軸換算負荷トルク [N・m]

(T_L' : 同上 [kgf・m])

また、加速時間を短くする場合は、加速時間 t_a の式より T_M を大きくする必要があります。

T_M を大きくすることは、モータの容量アップとなるためインバータもアップする必要があります。

(注1) 加速時間 t_a より短くインバータの加速時間を設定すると、過電流によりトリップすることがあります。

(注2) 加速時間が短い (1 秒以下) 場合、運転指令及び速度指令に対する立上りの遅れ時間が問題となる場合がありますのでご注意ください。

減速時間

<減速時間の設定>

モータの減速時間は下式 t_b となります。

インバータの減速時間を t_b より大きくなるように設定してください。

$$\text{SI 単位系} \quad t_b = \frac{\Sigma J \times \Delta N}{9.55 (T_B - T_L)} \quad (\text{秒})$$

$$\text{従来単位系} \quad t_b' = \frac{\Sigma GD^2 \times \Delta N}{375 (T_B' - T_L')} \quad (\text{秒})$$

ΣJ : モータ+負荷 (モータ軸換算) の慣性モーメント $[\text{kg} \cdot \text{m}^2]$

(ΣGD^2 : モータ+負荷 (モータ軸換算) のはずみ車効果 $[\text{kgf} \cdot \text{m}^2]$)

ΔN : モータの運転速度差 $[\text{r}/\text{min} (\text{rpm})]$

T_B : ブレーキトルク \equiv モータ定格トルク $\times \alpha$ $[\text{N} \cdot \text{m}]$ (注1)

(T_B' : 同上 $[\text{kgf} \cdot \text{m}]$)

T_L : モータ軸換算負荷トルク $[\text{N} \cdot \text{m}]$

(T_L' : 同上 $[\text{kgf} \cdot \text{m}]$)

(注1) 制動ユニットを使用しない場合の T_B (T_B') は、インバータとモータとの組合せ運転時の損失をトルクに換算した値です。

0.2 ~ 3.7kW : $\alpha = 0.15 \sim 0.3$ (15~30%)

5.5 ~ 11kW : $\alpha = 0.1 \sim 0.15$ (10~15%)

15 ~ 55kW : $\alpha = 0.1$ (10%)

(注2) 減速時間を短くしたい場合は、外部に制動ユニットや制動抵抗器を設置します。

制動ユニットを使用した場合の T_B は、制動ユニットの放電抵抗値により算出できます。

(HF-430 は、15 kW 以上、HF-430 α は、30 kW 以上で制動ユニットが必要となります。)

制動ユニット、制動抵抗値の選定方法は、4章 用途別モータ・インバータの選定例や取扱説明書を参照してください。

(注3) 制動ユニットを設けると T_B は大きくできますが (α を大きく)、インバータの許容電流以上になると、回生制動電流が増大し過電流によりトリップする場合があります。

(注4) 減速時は回生エネルギーがインバータの直流回路に帰還し、内部のコンデンサに蓄積されるため減速時間が短い場合は、コンデンサの許容電圧を超えるためインバータの過電圧保護動作が働きます。