

3.3 各種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を留意する必要があります。

■ 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

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

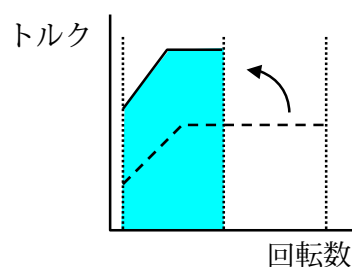
したがって、ギヤモータ出力軸トルクは

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

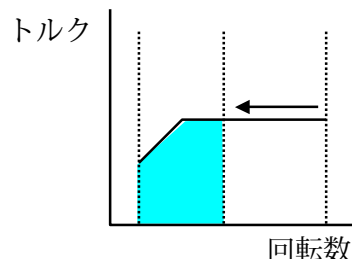
$$= T_M \times \text{ギヤ比 (n)} \quad (\text{N} \cdot \text{m})$$

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

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。もしギヤを外す場合は、ギヤ比（n）倍のモータ出力が必要となります。

■ 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。

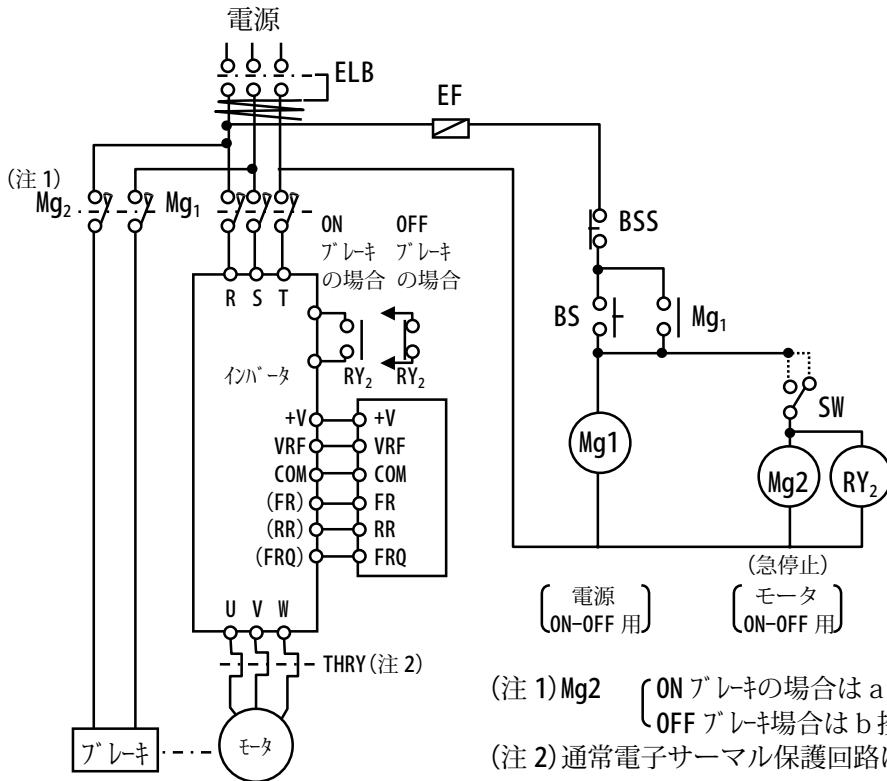
- ・ グリース潤滑機種
グリースの潤滑能力はモータの回転数が低下しても変わらないため使用には制限がありません。ただしモータ部についてはモータの注意事項をご参照ください。
- ・ オイル潤滑機種
オイル潤滑方式の場合はモータの回転数が低下しますといちじるしく潤滑能力が低下しますので減速比、変速範囲を参照ください。

ブレーキ付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。

		機械ブレーキ	ソフトストップ
SW(運転・停止スイッチ)	OFF	ON	OFF
Mg1	OFF	ON	ON
Mg1	ON ブレーキの場合	ON	OFF
	OFF ブレーキの場合	OFF	ON



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機種、1対1での組合せによる検定（「労働省産業安全研究所」の防爆検定）が必要です。そのため 既設の耐圧防爆形モータでもインバータで運転する場合は再度組合せ検定が必要となります。
- ・インバータ本体は非防爆構造ですので非危険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、周波数<50Hz、60Hz>（変動率）
 - ・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（モータ定格回転数）
 - ・周囲条件 : 設置環境など

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のに適していませんので、三相モータを使用ください。

コンデンサ始動単相モータはモータ内の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、分相始動、反発始動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ことがあるためです。

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(50Hz)となるように選定してください。

ただし、次のような場合は加速、減速時の電流容量を大きくする必要からインバータ(又は、モータも含めて)の容量を上げる必要があります。

- ・ 負荷慣性モーメント(負荷 GD²)の大きい負荷を短い時間で始動する場合
- ・ 加減速運転を頻繁に行う場合

■ 200V、1.5kW 4極の場合

モータの定格電流 I_f (50Hz)が 6[A]の場合はインバータ標準仕様表の定格出力電流より

SF3202-1A5 (定格出力電流 7.1A)

HF3202-1A5 (同 8A)

となります。

■ 200V、1.5kW 8極の場合

モータの定格電流 I_f (50Hz)=9.2A の場合、インバータの容量は

SF3202-2A2 (定格出力電流 10A)

HF3202-2A2 (同 11A)

となります。

以上のようにモータの出力は同じでも、極数・機種(特殊モータ)により定格電流が異なりますので電流値にご注意ください。

一般的に汎用モータの場合

- ・ 2極、4極、6極(60Hz)は標準の組合せとなります。
- ・ 6極(50Hz)及び8極以上はモータ定格電流または負荷電流により選定してください。

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モータの定格電流 I_M の合計がインバータ定格出力電流 I 以下になるように選定してください。

$$I_{M1} + I_{M2} + \dots < I$$

ただし、加速時電流がインバータの過負荷電流定格を超えないように注意してください。

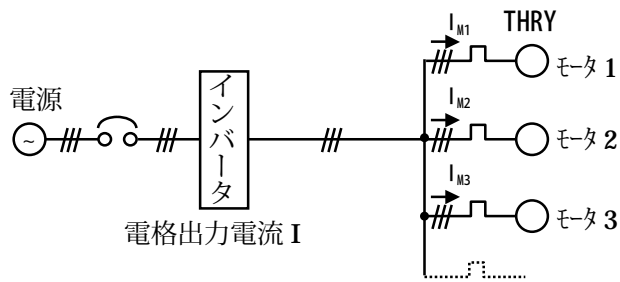
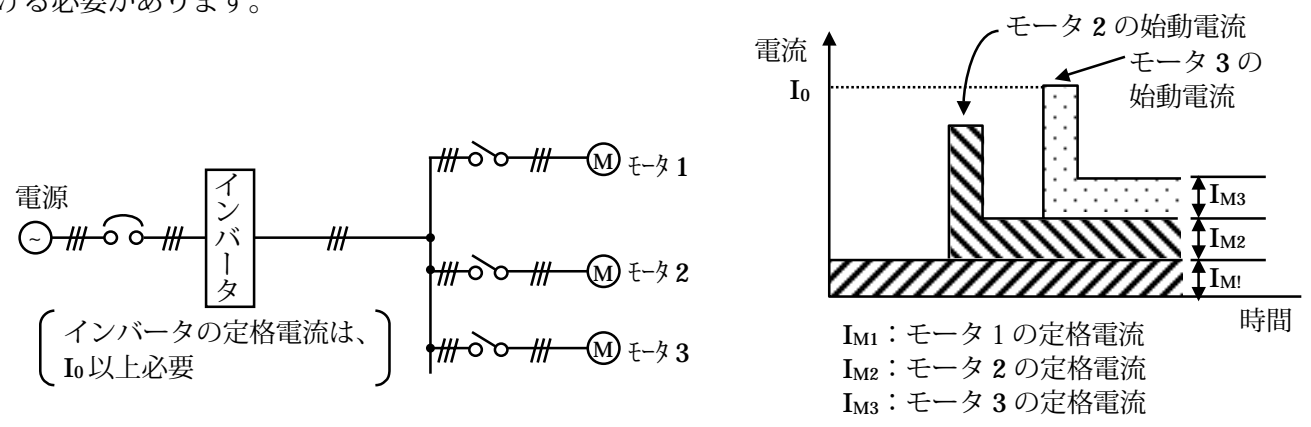


図3-13 2台以上の電動機の同時始動

■ 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、十分に容量を上げる必要があります。



一般にモータの始動電流は、定格電流の約10倍流れますので、モータ容量（合計）に比べ、この場合のインバータ容量は非常に大きくなり非経済的です。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）ご使用ください。

加速時間

加速時間の設定

モータの加速時間は下式となりますので、インバータの加速時間を t_a より大きくなるよう設定してください。

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

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

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 × $\left\{ \begin{array}{l} 1.0 \quad (\text{SF シリーズ}) \\ 1.5 \sim 2 \quad (\text{HF シリーズ}) \end{array} \right\}$ [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、加速時間を短くしたいときは加速時間 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容量アップを意味し、この場合インバータの容量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。
(加速時過電流トリップ)

(注2) 加速時間に対する要求が厳しい (1秒以下など、極端に短い場合) 場合、運転指令及び速度指令に対する立上り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。(機種により遅れ時間は異なります。)

減速時間

減速時間の設定

モータの減速時間は下式 t_b となりますので、インバータの減速時間を t_b より大きくなるよう設定してください。

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

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

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 : モータの運転速度差 [r/min (rpm)]

T_B : ブレーキトルク ≒ モータ定格トルク × α [N・m] (注 1)

(T_B' : 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])

(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。

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

～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、制動ユニット放電抵抗値により決ります。

※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 を大きくできる)、インバータの許容電流以上になりますと、回生電流が大となり、過電流によりトリップします。(減速時過電流トリップ)

(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、減速時間が短い時は、コンデンサの許容電圧を超え、一般的にインバータの過電圧保護動作が働きます。