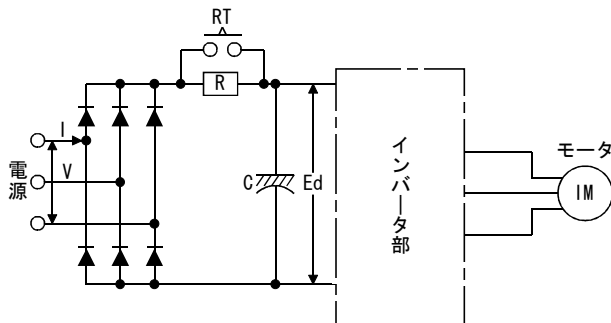


2.4 インバータの電源

2.4.1 インバータ入力電流と力率

汎用インバータのコンバータ部分は下図のように3相ブリッジのダイオードと、コンデンサインプットの平滑回路で構成されています。



コンバータ回路構成

直流平滑コンデンサの静電容量は非常に大きく、電源側からの入力電流Iは電源側の電圧Vが平滑コンデンサの端子電圧Edより高い場合にのみ電流が流入するため、コンバータ部での導通幅が非常に狭く入力電流の波高値が大きくなります。表は直流電圧の変動がないものとして入力力率を求めたもので、軽負荷状態で直流電圧Edが入力電圧Vの1.35倍よりも大きい場合、入力電流波形は半サイクルで二つのパルス電流が流れることになり、力率は58.7%以下に低下します。

通常、力率は電圧と電流の位相差で表現されますが、インバータ入力のように歪波形の電流が流れる場合には、皮相電力と3電力計法で求めた3相入力電力とから算出し、これを総合力率とよびます。

インバータのコンバータ部の交流電源電流と力率

Ed	力率	波形率	波高率
Ed > 1.35V	58.7%以下	1.99以上	2.16以上
Ed = 1.35V	58.7%	1.99	2.16
1.35V > Ed > 1.225V	58.7~83.5%	1.99~1.27	2.16~1.71
Ed = 1.225V	83.5%	1.27	1.71
1.225V > Ed	83.5~95.3%	1.27~1.23	1.71~1.28

$$\text{インバータの入力電流} I = \frac{\text{電源設備容量 [KVA]}^{(注)}}{\sqrt{3} \cdot V} \quad [\text{A}]$$

(注) 1ページ参照

$$\begin{aligned} \text{インバータの総合力率} &= \frac{\text{有効電力}}{\text{皮相電力}} \\ &= \frac{3 \text{電力法で求めた} 3 \text{相入力電力}}{\sqrt{3} \times V (\text{電源電圧}) \times I (\text{入力電流実効値})} \end{aligned}$$

(電圧と電流の位相差を指示するような3相力率計を用いて力率を測定した値はインバータの場合、正弦波電流でないため上記総合力率と異なります。)

インバータの入力総合力率は以上のように入力電流が歪波形であり、波形率が悪い(正弦波の波形率は1.11)ために電源電圧、負荷率によっては非常に悪くなり、通常汎用インバータでは75~80%程度となります。それに伴い入力電流(実効値)も大きくなります。

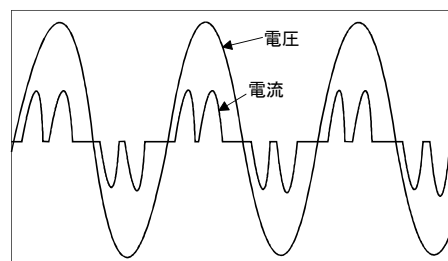
2.4.2 力率改善対策

力率を改善するためにはコンバータの交流側または直流側にリアクトルを挿入し、電流を平滑する方法が広く採用されています。(入力側に力率改善用進相コンデンサを挿入してもインバータ入力力率は改善されません。また出力側には絶対コンデンサを挿入しないでください。インバータの高調波電流によりコンデンサが破損します。)

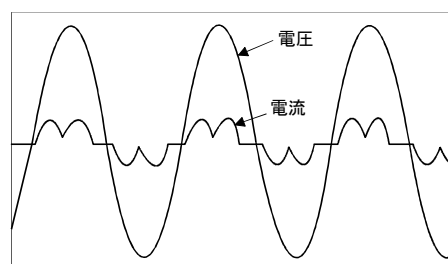
オプションの力率改善用リアクトルFR-BALまたはFR-BELをインバータに接続すると図(b)のように電流波形が良くなり、力率が改善されます。また入力電流実効値も小さくなります。

高力率コンバータ(FR-HC)を使用すると、入力電流波形が正弦波に改善されるため、力率をほぼ1(負荷100%の場合)に改善することができます。

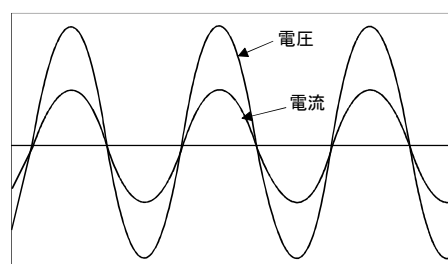
なお、インバータ入力電流は電源系統リアクタンスと入力変圧器のリアクタンスによって影響を受け、系統のリアクタンス分が大きければ力率が良くなり、入力電流も小さくなります。力率改善リアクトルを設置したときなど入力の力率が良いと、出力電流よりも入力電流の方が小さくなる場合があります。



(a) 力率改善リアクトルなし



(b) 力率改善ACリアクトル付



(c) 高力率コンバータ使用時
インバータ入力電流波形

2.4.3 突入電流

コンデンサインプットのフィルタ回路で構成されているPWMインバータでは、入力NFBの投入時、平滑用の大容量電解コンデンサへ突入電流が流れます。この突入電流はコンデンサの充電時間だけ流れるもので、短時間ですが非常に大きな値となります。突入電流の大きさは電源のインピーダンスに反比例するため、電源容量が大きくなる程、突入電力は大きくなります。

突入電流の抑制回路として、(A500)、(F500)では全容量、(E500)の400Vクラスでは全容量、200Vクラスでは2.2K~7.5Kに短時間定格の突入電流抑制抵抗器がコンバータ部

に入っています。

なおインバータ電源側でのひん繁な入切は投入時の突入電流の繰返しにより突入抵抗の劣化断線や整流回路を破損することなどがあるので教えてください。

特に電源容量が大きい場合はオプションの力率改善用リアクトル(FR-BALまたはFR-BEL)を選定条件に従って使用してください。

2.4.4 瞬時停電(瞬停)

瞬停した場合(15ms以上)はインバータの保護回路が働きモータはフリーラン停止となります。(24ページ(2)(3)参照)

約50~100ms未満で復電した場合は瞬停保護回路が保持しているためモータは再始動しません。瞬停時間が約100ms以上の場合には、復電時にインバータが初期リセットされるため、始動信号が入ったままになっているとインバータが再始動します。このときモータがフリーラン中であるとインバータ側に大電流が流れ電流制限機能が動作

することがあります。この場合はモータが急減速後に再加速するような運転となります。復電時フリーラン中のモータをスムーズに再始動させるときには瞬停再始動機能を使用してください。

(E500)の場合、10ms以上の停電で出力遮断します。出力遮断後に復電しても異常出力しないため、始動信号が入ったままになっていると、インバータが始動周波数から再始動します。

2.4.5 電源電圧変動

許容電圧変動範囲は定格電圧+10%～-15%の範囲内で使用してください。電源電圧が大幅に上昇すると半導体素子や電解コンデンサが破損することがあり、制御トランスや突入電流防止抵抗器の短絡用電磁接触器などに悪影響を及ぼします。また回生ブレーキ能力が低下し、回生過電圧 (0V1～3) になりやすくなります。

逆に電圧が大幅に低下した場合には、不足電圧保護

(UVT)が動作し、正常に運転できないことがあります。特にインバータの接続されている電源と同一電源に大容量の始動時間の長いモータが接続されている場合には、大容量モータの始動時に電源電圧が大幅に低下することがあります。電源不足電圧の詳細は、181ページを参照してください。

2.4.6 電源電圧不平衡

インバータの電源電圧にわずかな不平衡 (±3%程度)が生ずると、インバータ入力電流が大幅にアンバランスする場合があります。最悪の場合は1相のみ電流が流れないこともあります。これはインバータでモータを軽負荷あるいは低速で運転している場合に起こる現象で、負荷に流れる電流が少ないと平滑用大容量コンデンサの端子電圧がゆる

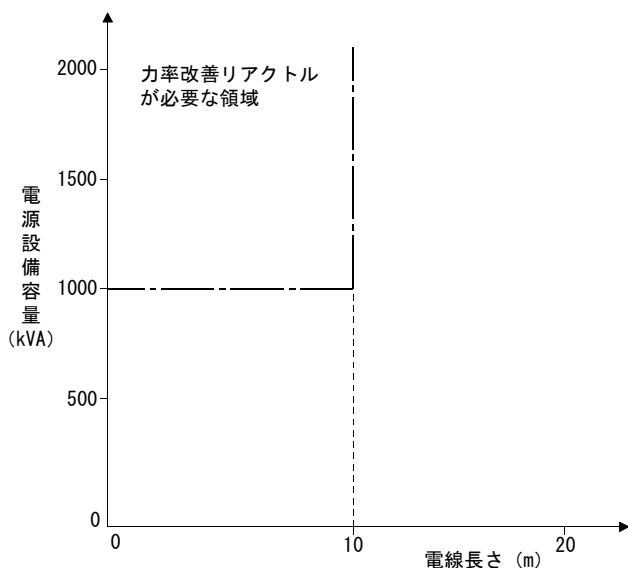
やかにしか低下しないため、交流電源電圧の最も低い相で、入力電流が流れない相が発生します。これは異常ではなく、負荷が増えたり、モータが高速範囲になり入力電流が増加すると電流もバランスします。入力電流を測定する場合は3相共測定して平均化します。

2.4.7 電源との協調

電源系統の総合インピーダンスが小さい場合や、同一電源系に進相コンデンサ切換装置がある場合にはインバータ入力電流のピーク値が大きくなりコンバータ部を破損させることがあります。このときには力率改善用リアクトルを使用し、リアクトルの限流作用で電流ピーク値を低減させる必要があります。特に電源変圧器の直下にインバータを設置するときには下図の選定条件に従って力率改善用リアクトル (DCまたはAC)を入れてください。

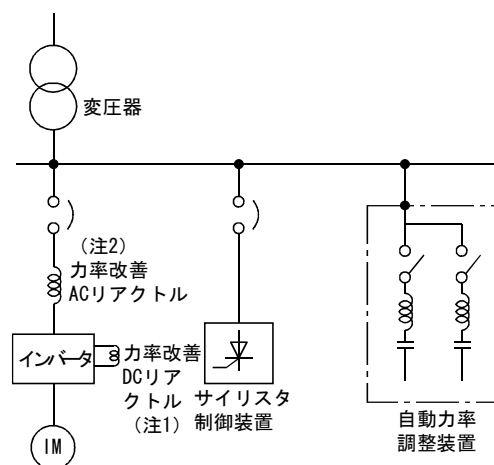
●インバータと同一の電源系統に、自動力率調整装置やサイリスタ方式制御装置が接続されている場合 (下図参照)

これら装置の運転により電源電圧の歪が生じるとインバータ入力電流のピーク値が大きくなりインバータ破損に至ることがあります。このような状況が予想される場合には、上記の電源変圧器の直下にインバータを設置する場合の対応と同様に入力側 (注1) に力率改善リアクトルを入れてください。



インバータ電源側電線長さ と 電源設備容量の許容値

(注) 電線サイズは228ページ「周辺機器の設定」に示す電線を使用するものとします。



サイリスタ制御装置や自動力率調整装置が接続されている場合

(注1) インバータ本体の直流側に接続する力率改善用DCリアクトルFR-BEL (オプション) を使用した場合は同様な効果を得ることができます。

(注2) ACリアクトルを使用すると電圧がインバータ定格負荷時に約6%低下し、トルクが減少しますので注意してください。