

400V級インバータで汎用モータを駆動する場合の
絶縁への影響について

1995年（平成7年）3月



社団法人日本電機工業会

はじめに

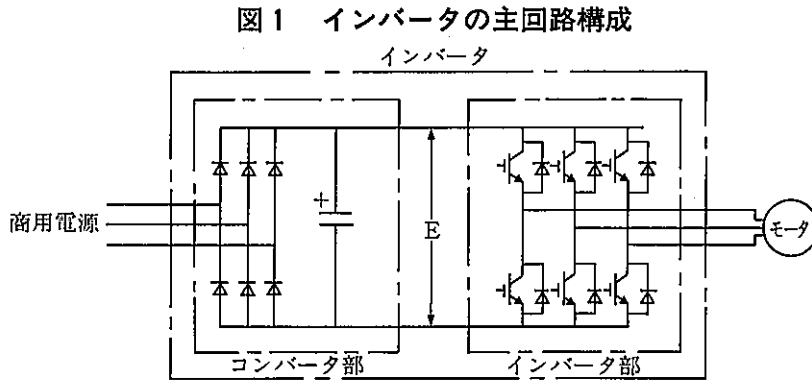
インバータでモータを駆動したとき、インバータ素子のスイッチングによって発生するサージ電圧がインバータの出力電圧に重畳され、モータの端子に印加されます。このサージ電圧が高い場合には、モータの絶縁に影響を与え、損傷に至った事例があります。

本資料は、この事例を未然に防ぐため、インバータのサージ電圧発生メカニズムとその対策について説明したものです。

1. インバータの動作原理

1.1 インバータの主回路構成

インバータの主回路は、商用電源を整流し、脈動分を平滑するコンバータ部と、トランジスタ等のスイッチング素子で構成された三相ブリッジで直流を交流に変換するインバータ部とからなっています。(図1参照)



1.2 インバータの制御方式

汎用インバータには、通常、PWM(Pulse Width Modulation)制御が採用されています。この方式はインバータ部で出力電圧と出力周波数を同時に制御するため、出力1サイクル中に複数回のスイッチングパルスが発生します。出力電圧の制御はパルス幅を変えることにより行われ、振幅は一定です。

1秒間に発生させるスイッチングパルス数をキャリア周波数と呼び、通常は0.7~16kHzと高いため、インバータ部の素子には高速スイッチングが可能なトランジスタ(IGBTなど)が使用されます。

2. サージ電圧発生メカニズム

インバータは、商用電源を整流し、平滑しているため、直流電圧 E は商用電源電圧の約 $\sqrt{2}$ 倍(AC440V入力の場合は約620V)となります。出力電圧の波高値は通常、この直流電圧程度です。

しかし、インバータとモータ間の配線にはインダクタンス(L)と浮遊容量(C)が存在し、インバータ素子のスイッチングによる電圧変化がLC共振によるサージ電圧を発生させて、モータ端子に高い電圧を印加させることとなります。(図2参照)

この電圧は、インバータ素子のスイッチング速度や配線条件などによって異なりますが、インバータ直流電圧の約2倍(620V×2=約1,200V)程度に達することがあります。

図2 各部の電圧波形

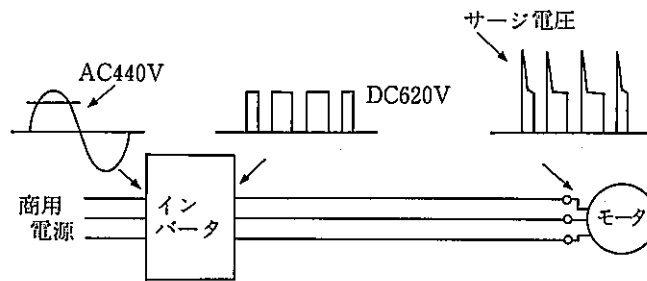
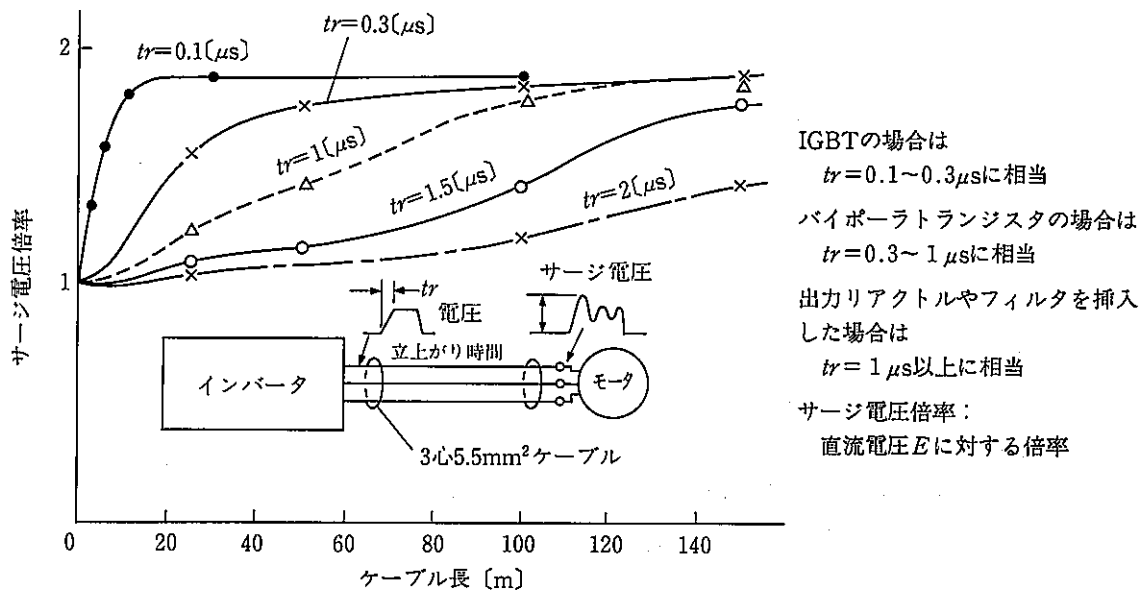


図3にインバータとモータ間の配線長に対するモータ端子電圧波高値の関係を実測した例を示します。

これから、モータ端子電圧の波高値は配線長が長くなるに従って上昇し、インバータの直流電圧の約2倍で飽和することが確認できます。

さらに、配線長が短くても立上がり時間が短いものほど、モータ端子電圧が高くなります。

図3 配線長とモータ端子電圧波高値の実測例



〔電気学会誌 107巻7号、昭和62年〕より抜粋

3. サージ電圧の影響

配線のLC共振などによって発生したサージ電圧は、モータの入力端子に印加され、このサージ電圧の大きさによっては、モータ絶縁の損傷に至る場合があります。

200V級インバータで駆動する場合は、直流電圧が約300Vであるため、サージ電圧によって、モータ端子電圧の波高値が2倍になっても絶縁強度上、問題ありません。

しかし、400V級インバータで駆動する場合は、直流電圧が約600Vとなるため、配線長によっては、サージ電圧が大きくなり、絶縁の損傷につながる場合があります。

4. サージ電圧の対策

400V級インバータでモータを駆動する場合のサージ電圧による絶縁の損傷対策として、以下の方法があります。

4.1 絶縁を強化したモータを使用する方法

モータの巻線の絶縁を強化して、耐サージ性を向上させることができます。

4.2 サージ電圧を抑制する方法

サージ電圧を抑制するには、電圧の立上りを抑制する方法と、波高値を抑制する方法があります。

(1) 出力リアクトル

配線長が比較的短ければ、インバータの出力側にACリアクトルを設置し、電圧の立上り(dv/dt)を抑制することによって、サージ電圧を低減することができます。(図4(1)参照)

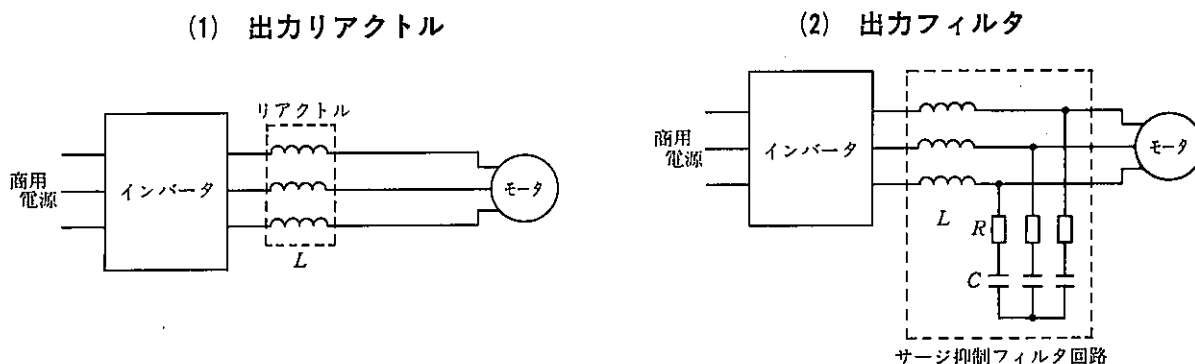
ただし、配線長が長くなると、サージ電圧の波高値の抑制は困難になることがあります。

(2) 出力フィルタ

インバータの出力側にフィルタを設置し、モータの端子電圧の波高値を抑制します。

(図4(2)参照)

図4 サージ電圧の抑制方法



5. 既設品について

5.1 既に400V級インバータで駆動しているモータの場合

インバータ素子のスイッチングによって発生するサージ電圧によるモータの絶縁損傷事例は、過去5年間の調査の結果、発生率は0.013%、その時のサージ電圧は1100V以上で、インバータ駆動の稼働後数ヶ月以内に集中しています。したがって、稼働後、数ヶ月を経過したモータの絶縁損傷の確率は極めて低いと考えられます。

5.2 既設のモータを新たに400V級インバータで駆動する場合

4.2の方法によって、サージ電圧を抑制することを推奨します。

社団法人日本電機工業会

〒100 東京都千代田区永田町2丁目4番15号 TEL(03)3581-4844