

鉄道マニアがVVVFインバータ方式  
制御システム搭載車両の製作に挑戦!

# 電鉄用モータ制御の旅

第3回

周波数と電圧を制御するVVVFインバータ

千倉 ぱるす



写真1 鉄道車両の下部を見るとVVVFなどの銘板が見つけれられる

本連載では、鉄道車両を駆動するモータ制御技術をテーマに制御方式の変遷について解説します。今回は誘導モータの制御で使われるVVVF(可変電圧可変周波数)インバータについて解説します。

## VVVFインバータの回路とスイッチング方法

基本的な3相インバータの回路は、図1のように6つのスイッチング素子から構成されます。スイッチング素子にはGTO(Gate Turn Off)サイリスタやIGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor, 絶縁ゲート型バイポーラ・トランジスタ)と呼ばれるパワー半導体などが用いられています。これらのON/OFFを高速で切り替えることで、モータに供給する3相交流電圧を生成します。モータ制御用のマイコンなどはこれらのスイッチング素子をON/OFFさせるゲート信号のパターンを変化させることで、インバータが出力する電圧や周波数を自在に設定できます。

インバータが実際に電圧を出力する際には、PWM(パルス幅変調)が使われます。三角波などの搬送波と正弦波状の出力電圧指令値を比較することで、各スイッチング素子に送るゲート信号を生成します(図2)。

## VVVFインバータの出力電圧と周波数

誘導モータのトルク制御における重要なパラメータ

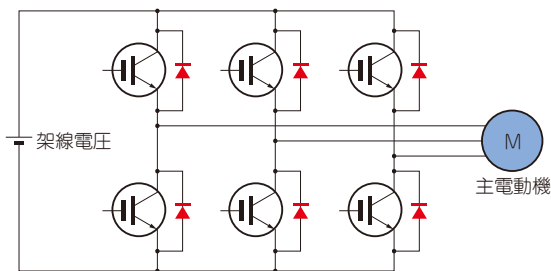


図1 3相ブリッジを用いたモータ駆動回路

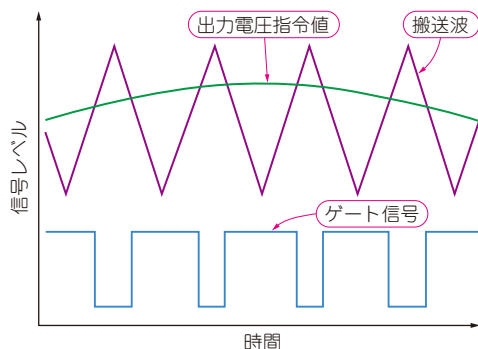


図2 PWM変調では搬送波と指令値を比較してゲートのON/OFFパターンを制御する

には、モータに入力する電圧や周波数、固定子巻き線が生じる磁束、回転子に流れる2次電流、すべり周波数などがあります。特に車両駆動用のモータでは、広い運転速度領域で常に必要なトルクを出力できるように制御することが重要です。そのためには各パラメータを適切に調整する必要があります。具体的には、インバータでは次のような処理を行います。

### ● V/f一定制御

列車の加速に伴ってインバータの出力周波数が上がると、モータ巻き線のインピーダンスが増大して電流が流れにくくなります。そのため、モータが低速で回転しているときにはインバータの出力電圧と周波数を低く設定し、速度の上昇とともに出力電圧と周波数の両方を上げていきます(図3)。電圧と周波数の比率を