

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2回

半導体の進歩によってメンテナンス性の良い
交流モータが主流になった

千倉 ぱるす

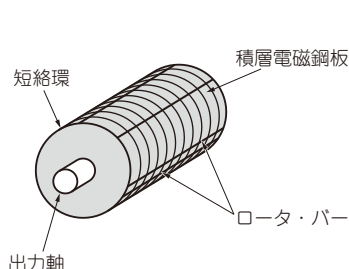


図1 誘導モータ回転子の構造

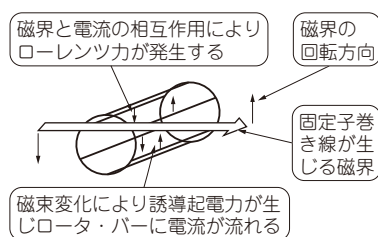


図2 誘導モータが回転するしくみ



(b) 電流/磁束/力の関係

本連載では、鉄道車両を駆動するモータ制御技術にテーマに制御方式の変遷について解説します。さらに乗車できる小型電車を製作し、実際の電車と同じ仕組みで制御する方法も紹介します。

今回は交流モータについて概観します。

電車のモータが直流から交流へ変わった理由

● メンテナンス・コストが直流モータの弱点だった

直流モータ (DC ブラシ付きモータ) は入力電圧を調整することで容易にモータに流れる電流を制御できることから、電車の駆動用に古くから用いられてきました。しかし、ブラシと整流子が摺動する構造なので、摩耗したブラシを定期的に交換しなければなりません。そのためメンテナンス・コストがかさみます。また、整流子の状態が悪化すると、放電により極間がショートしてしまうフラッシュ・オーバなどの故障につながります。さらに、長期的にみると整流子側にも偏心や荒損が生じます。数年おきに行われる車両工場での分解検査では、ブラシの追従性や絶縁性能を維持するために、整流子摺動面の切削やアンダーカット^{注1}などの大掛かりな作業が行われます。

注1: 整流子セグメント間の溝を切り下げること。

● 半導体の進歩で交流モータが使えるようになった

直流モータをブラシレス構造の交流モータに置き換えると保守に要するコストを低減できるなどのメリットがあります。しかし、交流モータの可変速制御を行うには、モータに供給する電圧や周波数をきめ細かく調整する必要があります。そのために車上に電力変換装置 (インバータ) を装備する必要がありますが、従来はこれが難しく、車両駆動に交流モータを採用するのが困難でした。

しかし、パワー半導体やマイコン技術の発達に伴って、交流モータで必要とされる電圧や周波数を出力可能なVVVFインバータ方式が登場しました。これにより鉄道車両の主電動機として誘導モータや同期モータといった交流モータが適用可能となりました。VVVFというのはVariable Voltage Variable Frequencyの頭文字をとったものです。可変電圧可変周波数制御を行うことを表しています。

電車で使われる交流モータの種類

● その1: 交流モータでは最も一般的なかご型誘導モータ

誘導モータは構造が単純かつ堅牢で、安価に製造できることから産業用途などでも多用されているモータです。一次巻線を持つ固定子と、金属材をかご状に組み立てた回転子から構成され、かご状の部品の内側には電磁鋼板を重ねた鉄心と出力軸が収められた構造