

電気車制御とは

電気車(電車)が走行するためには、電動機(モータ)を駆動して加速力を得たり、運動エネルギーを消費して減速力を得る必要があります。電気車制御とは、そのような加速力や減速力を得るために、電気回路(主回路)の状態を調整する具体的な手法であり、大別すると、抵抗制御、チョッパ制御、インバータ制御などがあります。何れの方式も、乗務員からの指令(力行ノッチや制動ノッチ)やセンサ情報等に従って、細かい調整を自動的に行うことができます。

電気車制御の移り変わり

電車で使用される電動機は、直流で駆動されるものと、交流で駆動されるものがあります。当初は直流電動機を使用し、抵抗制御やチョッパ制御等で運転をして

いましたが、近年はブラシがなく保守上のメリットが大きい交流誘導電動機を使用し、インバータ制御で運転する方式が主流となっています。

抵抗制御(図1)

抵抗制御は、主回路に挿入された抵抗の値を変化させて電動機に流す電流を調整する方式で、実際の車両では、電動機を直並列に組み合わせて制御を行うだけでなく、界磁制御も併用する場合があります。この方式では、低速時には主電動機の構成を直列にし、速度が上昇するにつれて抵抗を順次短絡(進段)して電流を一定値(限流値)以上に保つように制御します。抵抗が全て短絡されると、主電動機の構成を直列から並列に切り替えて、再び同様に抵抗を順次短絡していきますが、再度全ての抵抗が短絡された後は、界磁電流を順次減少させて加速力を得ます。ブレーキ時には、電動機を発電機として使用し、運動エネルギーを抵抗で熱として消費し(発電ブレーキ)、減速力を得ます。電流が減少してくると抵抗を順次短絡していくのは加速時と同様です。

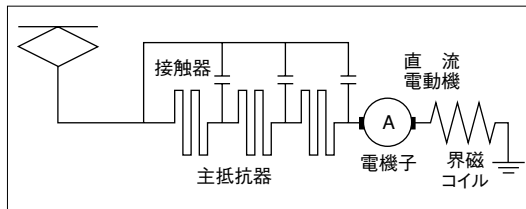


図1 抵抗制御

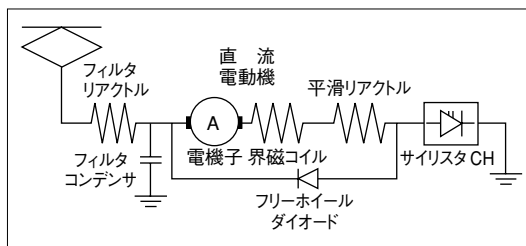


図2 電機子チョッパ制御

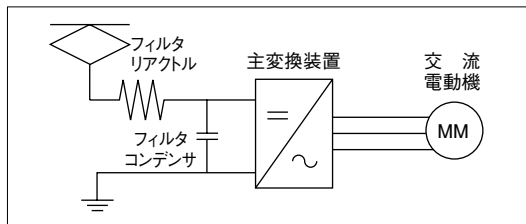


図3 インバータ制御

ブレーキ時にも、力行時と同様に通流率を変化させていきますが、抵抗制御と異なり、運動エネルギーを電力として架線に戻して他の列車の加速に利用することで減速力を得ます(回生ブレーキ)。但し、他の列車が力行していない時には減速力を得ることができません(回生失効)。チョッパ制御は、抵抗制御の様な接触器で回路を切り換える制御ではないため、保守が容易になります。

インバータ制御(図3)

この制御方式は、インバータ出力の3相交流電力によって交流誘導電動機を駆動する方式で、インバータ電圧とインバータ周波数、すべり周波数を調整すること(V/F一定・すべり周波数制御)で加速力や減速力を得ます。低速時にはインバータ電圧とインバータ周波数の比率を一定(V/F一定)にしたまま増加させて加速力を得ますが、インバータ電圧が一定値となった後は、電圧値を固定したまま電流が一定値となるようにすべり周波数を増加させ、更に、すべり周波数が一定値に達した後は、インバータ電圧とすべり周波数を固定して加速力を得ます。回生ブレーキが使用できる点は、チョッパ制御と同様です。なお、交流き電区間では、架線からの電力を安定した直流電力に変換してインバータに供給するためのコンバータという装置が必要です。インバータと併せて主変換装置(CI)と呼んでいます。インバータ制御には、更に応答性能に優れたベクトル制御という制御方式もあり、最近の車両には多く適用されています。

(車両制御技術研究部 駆動制御 長田実)

チョッパ制御(図2)

チョッパ制御は、架線から供給される電力を、サイリスタ等のスイッチング素子のON/OFF時間のONの割合(通流率)を変化させて電動機の端子電圧を調整する方式です。チョッパ制御には電機子チョッパと界磁チョッパがありますが、例えば、電機子チョッパの場合、通流率を低い値(低速時)から高い値(高速時)まで滑らかに変化させることでトルク変動の少ない加速力を得ることができます。

※記事に関するお問合わせ先

車両制御技術研究部(駆動制御)

NTT: 042-573-7284,7429

J R: 053-7284,7429