

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4回

直流モータの電流制御…抵抗による直接制御器

千倉 ぱるす



ハンドル操作で内部のカムが回転する

(a) 外観



筆者の製作したカム

主回路の抵抗値切り替え用のマイクロスイッチを3つ内蔵している

(b) 内部

写真1 モータ出力を切り替えるための直接制御器
3Dプリンタで製作したカムとマイクロスイッチで電気回路を切り替える

3つの主抵抗器で8段階の制御

今回は、実際の鉄道に用いられる制御装置の中で最も単純な直接制御器による抵抗制御システムを製作し、直流モータを制御してみます(写真1)。

直接制御器というのは、運転士が主回路接点を手動で切り替えることで、主抵抗器の短絡やモータの直並列切り換えなどを行い、電車を加速させる制御装置です。抵抗ステップを切り替えるタイミングは、運転士が車両の走行抵抗や速度などを体感しながら判断します。一部の路面電車では現在もこの方式が使われています。

実際の電車に用いられている直接制御器には、数百A程度の電流が流れます。高電圧・大電流を扱うため、直接制御器の内部には大型の電気接点や絶縁性を確保するためのセパレータが収められており、最近の電車に使われるマスタ・コントローラ(マスコン)のハンドルと比べてかなり大型です。メンテナンス面では、大電流が流れる接点の電気的消耗が激しく、溶着などの故障を防ぐためには荒損した接点を修正しなければなりません。そのため、定期的実施する検査において接触面の状態をチェックし、必要に応じて接触子の研磨や交換を行います。

今回製作する主回路の仕様

製作する主回路システムではモータの直並列切り換えは行わず、8段階の抵抗ステップを直接制御器により切り替える仕様とします(図1)。

抵抗ステップごとの速度-電流特性は図2のような関係です。一定の電流を維持するように直接制御器を操作すればスムーズに加速することができます。

抵抗ステップ数を増やせば切り替え時のトルク変動を抑えられますが、運転時の操作性を考慮すると極端に多段化するのには実用的ではありません。

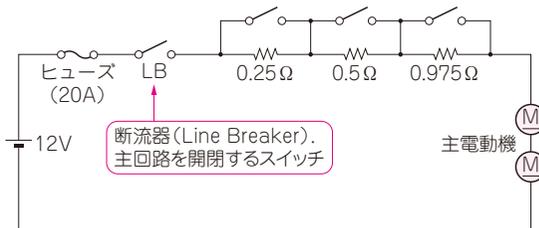


図1 3つの抵抗の組み合わせで8段階の制御ができる
モータOFFを入れると9段階になるため、マイクロスイッチは4つ使用している