

直流き電方式の特徴

変電所から、架線(パンタグラフが接する線をトロリ線, 全体として電車線ともいいます)等を用いて電車や電気機関車(合わせて電気車)に電気を供給することを「き電」といいます。電車線を伝わった電気は、電気車のモータを回し、車輪からレールを通過して変電所に帰ってきます。

JRの首都圏・中部・西日本・四国・主要民鉄等では、直流き電方式を使っています。直流き電方式の特徴は、電気車が受け取った直流電気を直接、モータ駆動に使えることです。したがって、電気車を簡素・軽量かつ経済的に構成できるため、通勤線区のように車両数が多い線区に適しています。一方、列車本数が多い線区では供給する電流が数千A(アンペア)と大きくなるため、後述する電圧降下や保護・遮断に配慮することが必要です。

標準電圧と電圧降下

ここでは、直流き電方式を理解する上で必要な事項を説明します。JRの電車線標準電圧は1500V、地下鉄や路面電車等では600Vや750Vを使っています。一方、世界的には3000Vが広く用いられています。変電所と電気車の距離が離れると、架線の電流×電気抵抗×距離分

だけ電気車に到達する電圧が下がります(電圧降下といいます)。そこで、両側の変電所から電気車に電気を供給する並列き電を行い、さらに架線に並行してき電線という電線を設備して電気抵抗を小さくしています(図1)。変電所の間隔は、JRでは約3km～10数kmです。

整流器

電力会社や自営電力から受け取る電力は交流で、変電所に設置した整流器を用いて、乾電池と同様にプラスとマイナスの極性をもつ直流に変換します(図2)。現在の整流器の主流は材料名にちなんだ「シリコン整流器」です(図3)。一方、電気車の再生電力を有効活用するため、き電電圧を制御できるサイリスタ整流器や、再生電力吸収装置も実用化されています。

整流器の冷却方法として風冷、油冷、フロン冷却等が用いられていますが、最近では環境対策のため純水冷却の採用が始まっています。

保護継電器と遮断器

万一、電車線が垂れ下がってレールに接触した場合、大きな事故電流が流れます。このような事故を自動的に検出し、大電流用のスイッチ(遮断器)を切って、

速やかに電流を遮断することを保護と呼びます。この自動的に事故を検知する装置を保護継電器(リレー)と呼んでいます。

整流器と電車線の途中に設けた直流高速度遮断器は、アーク(火花)を吹き出すことによって直流大電流を遮断する気中式が主に使われています(図4)。最近では、変電所の小型化や安全のために、密閉可能な真空遮断器や半導体遮断器が実用化されています。なお、変電所の受電端から変圧器の間には交流遮断器が設けられています。

電食

レールを通過して変電所に帰る電流の一部は、レールからまくらぎやバラストを経由して大地に漏れ出します。この直流漏れ電流はレールやガス管、水道管等周辺埋設物を流れることにより、電食と呼ばれる一種の電気分解を引き起こします。この電食に対しては絶縁強化、電気防食等様々な対策が施されています。

(電力技術研究部 き電 兎東哲夫)

※記事に関するお問い合わせ先

電力技術研究部(き電)

NTT: 042-573-7334

J R: 053-7334

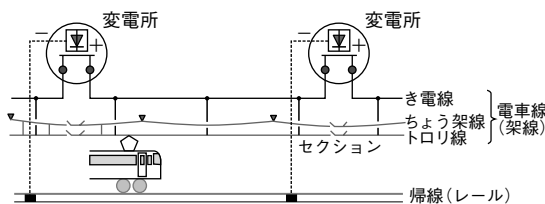


図1 並列き電方式

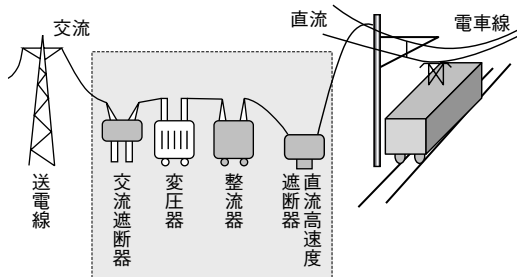


図2 直流き電変電所



図3 シリコン整流器



図4 気中式直流高速度遮断器
(電流遮断中)