

回線電流方式高抵抗地絡検出システム

高抵抗地絡故障とは

直流電気鉄道では、電車線路等が支持柱や構造物に接触するなどの故障で、電氣的に電車線とレールが短絡されることがあります。このとき、構造物等の接地抵抗が高いと（高抵抗地絡）、変電所で検出される電流が小さくなり、電気車電流なのか故障電流なのか判別できなくなります。こうした高抵抗での地絡故障を高抵抗地絡故障といいます。従来の故障検出装置は、故障電流が一定の値以上で故障と判断するため、故障電流が小さい高抵抗地絡故障は原理的に検出が困難です。これまで高抵抗地絡故障を検出するために、幾つかの方式が検討されてきましたが、信頼性、保守、コスト面等の課題があり、長大橋梁や駅構内等の限られた箇所、一部の検出方式が導入されているにとどまっています。

回線電流方式高抵抗地絡検出システム

故障電流が電気車電流に比べて小さい場合でも故障検出が可能となる「回線電流方式高抵抗地絡検出システム」と呼ぶ検出方式を提案しました。通常、変電所で観測されるき電電流は、電気車が一定電流を消費している状態でも、変電所間の電気車の位置によって異なる値として観測されます。このような状況では、電流値の小さな高抵抗地絡故障と電流値の大きな電気車電流の区別をすることは困難です。そこで、図1に示すように、隣り合う2つの変電所で観測されるき電電流データを合算することで得られるき電回路内の全電流である「回線電流」を検出に利用するとともに、回線電流の統計的な違いにより電気車電流と故障電流を判別する「故障判定アルゴリズム」を提案しました。なお、この方式では、隣接変電所間のデータを伝送するために通信回線を新たに設ける必要があります。

故障判定アルゴリズムは、図2に示すとおり、予め一定時間観測した健全時の回線電流から電流値（電流区分）ごとの発生頻度を求め、さらに、発生頻度の逆数に相当する「重み」を算定しておきます。この重みが大きくなる回線電流値が観測されると、故障電流である可能性が高く、小さくなると電気車電流である可能性が高いといえます。

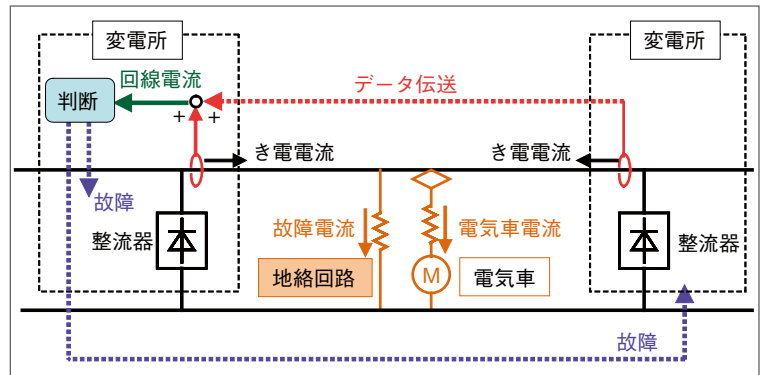


図1 回線電流による故障検出原理

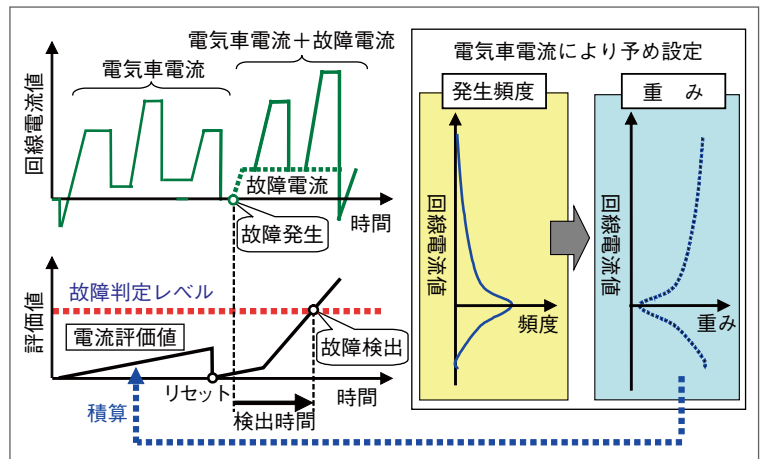


図2 故障判定アルゴリズム

実際に故障検出を行う場合には、逐次観測される回線電流に基づき、予め求めておいた重みを積算して行きます。この積算値（電流評価値）が一定レベル（故障判定レベル）に達した段階で故障と判定します。なお、電流評価値は、回線電流が零電流になった段階でリセットします。

適用する線区の列車密度や勾配条件によって異なりますが、この検出方式によると、故障電流の検出範囲は、概ね100 A～500 Aで、検出時間は、60秒～230秒程度となることわかりました。また、故障電流が電気車の補機電流（電気車内の電灯や空調で消費される電流）以下の値では、故障検出が困難であることわかりました。今後、多くの線区で基礎データの収集等を行うことで、検出時間、検出可能な電流値等を明らかにしたいと考えています。

（電力技術研究部 き電 奥井明伸）