

電車線路の異常電圧防護装置

電車に電気を供給するトロリ線は、コンクリート電柱や鋼管柱を支持物として懸架されますが、トロリ線には高圧電流が流れるため、電柱と電気的に絶縁しなければなりません。絶縁するための部品としてがいしを用いていますが、強風時に飛来物が絡まったり、カラス等の鳥が接触したりすることによってトロリ線と電柱が短絡（ショート）することがあります。この現象を地絡と呼んでいます。地絡故障が発生すると電柱に穴があくことや、高圧電流が大地に流れ出すことによって線路の沿線にある弱電設備を破壊してしまふことがあります。そのため新幹線などの交流電化区間では、地絡故障時に高圧電流が出来るだけ大地に流れ出さないようにする方式が採用されています。その方式の一つにS状ホーン方式があります。図1はS状ホーン方式において地絡故障が発生したときの高圧電流の流れ方を示しています。トロリ線を支持しているがいし部分で絶縁破壊が起きて地絡故障が発生すると、高圧電流が電柱に流れようとするため電柱の電圧が上昇し、S状ホーンと呼ばれるアークホーン（放電ギャップ）が放電し、高圧電流

は負き電線を介して変電所に戻ります。したがって高圧電流が大地に流れ出すことを防ぐことができます。しかしS状ホーンが放電する電圧は10kV以上なので、地絡故障時にコンクリート電柱に小さな穴があくことや、最近増えつつある鋼管柱では地絡故障時の電圧上昇が小さいためS状ホーンが放電しないという現象が起きるようになりました。それらの問題を改善するために考案したのがこの発明です。本発明の装置はS状ホーンに補助ギャップを取り付けて、放電する電圧を3kVに低減します。補助ギャップを取り付けるとS状ホーンは確実に動作し、またコンクリート柱の破損も防ぐことが出来ます。この装置は図2に示すように、3kVで放電する放電管とバリスタと呼ばれる抵抗で構成されています。S状ホーンが接続される負き電線には通常の電車走行時に4kV程度のパルス状の電圧（サージ電圧）が発生します。もしバリスタを無くして放電管だけの補助ギャップにすると、サージ電圧で高圧電流の放電が発生して補助ギャップは焼損してしまいます。バリスタはこれを防止するための部品で放電管と直列に接続してあります。

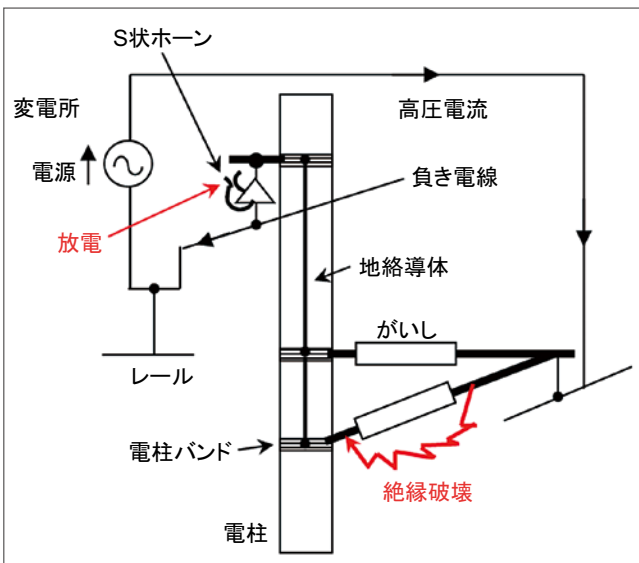


図1 S状ホーンによる地絡保護方式 (交流電化区間)

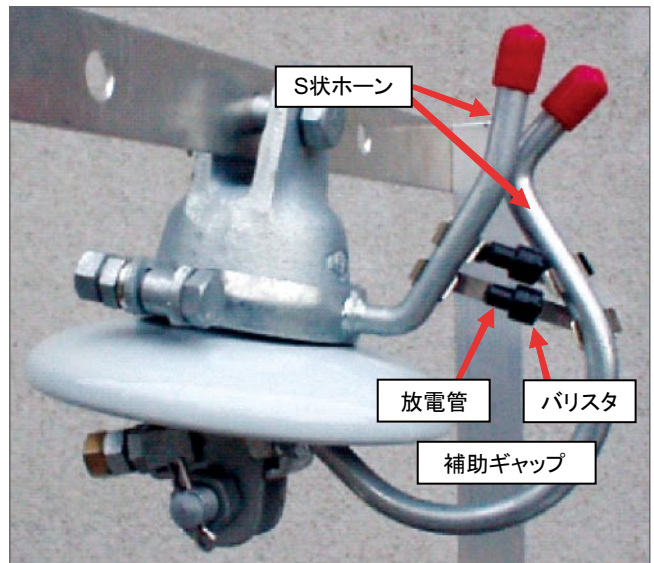


図2 S状ホーン補助ギャップ (電車線路の異常電圧防護装置)

発明余話

本発明を具体化するために数々の実験を行いました。そのいくつかを紹介いたします。本発明であるS状ホーン補助ギャップ（補助ギャップ）の目標の一つは、地絡故障時にコンクリート柱の破損を防ぐというものでした。そこでS状ホーンがなかったらどうなるのか、補助ギャップの放電電圧を何ボルトにしたらコンクリート柱は破壊しないのか、ということを調べるための実験を行いました。コンクリート柱は中に鉄筋が入っていて、電柱表面から鉄筋までのコンクリートの厚さは約20mmです。したがって地絡故障が起ると電柱バンドと鉄筋間にトロリ線の高圧電気が加わります。図3はその状態を模擬して実験棟で長さ1mに切断した試験用コンクリート柱の電柱バンドと鉄筋間に交流6600Vの電圧を加えた実験の写真です。コンクリートが絶縁破壊してアークが噴出しています。この実験の結果、コンクリート電柱に交流5000V以上の電圧が加わると、数ミリ秒以内、ほとんど瞬時に破壊して穴があくことが分かりました。この試験結果などから補助ギャップが放電する電圧を3000Vと決めました。

S状ホーンが接続される負き電線には、電車が走行すると条件によっては800V程度の交流電圧が発生します。また電車のデッドセクション通過時などに最大4000Vのサージ電圧が発生します。補助ギャップのバリスタは、サージ電圧で放電管が放電したときに、それを引き金とした交流電圧による放電を抑制し補助ギャップが焼損することを防止するためのものです。しかし、本当にバリスタがないと燃えてしまうのか、という疑問に答えるために、バリスタ



図3 コンクリート電柱絶縁破壊試験

《権利メモ》

発明の名称：電車線路の異常電圧防護装置

概要：交流き電回路の地絡保護装置であるS状ホーンに取り付け、放電開始電圧を従来の10kV以上から3kVに低減し、地絡保護能力を向上させる。

出願番号：特願2003-84193 (2003. 3.26)

公開番号：特開2004-291712 (2004.10.21)

特許番号：特許第4116912号 (2008. 4.25)

総研発明者：安喰 浩司, 川原 敬治, 森本 大観

共有権利者：(株)サンコーシヤ

のない放電管単体の補助ギャップを、現地に仮設したS状ホーンに取り付けて試験を行いました。ただし、じっと待っていても放電管が放電するような大きなサージ電圧は、1日に1回あるかどうかです。そこで、サージ電圧の模擬として雷インパルス電圧発生器を使って、交流電圧が高くなっているときに雷インパルス電圧を加えて放電させました。この試験方法は今回考案し初めて実施しました。その結果が図4の写真です。雷インパルス電圧による放電と同時に交流電圧の放電が発生して継続しました。そのため数秒で放電管は燃え尽きました。これに対し同じ条件でバリスタが有る補助ギャップの試験を行い、バリスタが交流電圧の放電を抑制し燃えないことを確認しています。この他にも地絡故障が発生し大電流が流れたときの安全性の確認や保護効果の確認のために、現地で実際に地絡故障を発生させる試験なども行っています。以上のように、本発明品である補助ギャップは現地の状況に即した様々な試験を行い、その結果に基づいて開発したものです。

(電力技術研究部 き電 安喰浩司)



図4 続流放電試験(バリスタなしの場合)