

S2-4-4.

レール電位抑制アレスタの開発

[電] ○岡井 政彦 (東海旅客鉄道(株))、 島田 一郎 (株指月電機製作所)

Development of Rail Potential Suppression Arrester
Masahiko Okai, Member (Central Japan Railway Company)
Ichiro Shimada (Shizuki Electric Co.,Inc)

At DC feeding railway system, it has not been employing Gap or Arrester for protection at Negative line. In Shinkansen system it was adapted Discharge gap between rail and grounding for reducing the rail potential voltage caused by a short circuit fault in feeding line. Recently it becomes to increase a fault by lightning surge on rail conductor. Now a day we started to develop to protect a substation from lightning surge influence propagating from rail conductor. This paper proposes Rail Potential Suppression Arrester (RPSA) as a protection method for surge propagation from rail conductor.

キーワード：雷サージ、雷防護、アレスタ、直流き電、変電所、短絡事故

Keywords: Lightning surge, Lightning protection, Arrester, DC feeding, Substation, Short circuit fault

1. はじめに

DC1, 500V 式の電気鉄道で、レール部分について雷サージ抑制としての避雷器が用いられる例は、極一部の電鉄会社を除いて数少ない。新幹線鉄道では、主として電車線地絡時のレール過電圧抑制を目的に、変電所においてレールと変電所接地電極間に放電ギャップを設備している。しかし、直流電鉄回路では DC1, 500V と電圧が低いことから、新幹線のような保護ギャップ等の設備は今まで有していなかった。

本文では、電気鉄道のレールへ雷撃した場合のレールを伝播するサージによる直流変電所への過電圧抑制を目的として、直流変電所のレール側に取り付ける避雷器の考え方と、さらに雷サージ抑制効果の他に、変電所構内における直流母線の地絡や主回路の閃絡等による構内事故による過電圧・過電流抑制も防護する機能も併せ持つ装置の仕様について述べる。名称は電車線側に設備する避雷器との差異を明確にするために、Rail Potestial Suppression Arrester (レール電位抑制アレスタ 略称 RPSA) として区別した。

2. レールへの雷撃による変電所過電圧

レールに雷撃があった場合に、レールを伝搬する雷サージによって、変電所にどの程度の過電圧が生じるかについて EMTP による試算を行った。

図 1 は等価回路を示す。レールに雷サージ電流が流れた場合には、レールの特性インピーダンスで決定されるレール電位が現れる。直流変電所には、高調波の低減を目的として 1, 500V 回路にフィルタが設備されているが、レールの雷サージ電圧は、このフィルタを通して 1, 500V

回路の+側に伝搬する。

雷撃電流を 5, 000A、変電所から 1km 離れた位置でレールへ落雷したとすると、図 2 に示すように、1, 500V の高圧側に 10kV 程度の振動する電圧が発生することが予想される。振動の原因は、主回路配線に存在する対地静電容量があるためである。汚損や経年などで変電所機器の絶縁が低下しているような場合に、変電所近傍のレールに雷撃があると、このような電圧が、機器の絶縁破壊を招くことにつながると考えられる。また、このような高周波振動を伴った過電圧は、変電所に設備されている各種電子機器にも少なからず電磁気的な影響を与える恐れがあり、何らかの防護手段を採る必要がある。

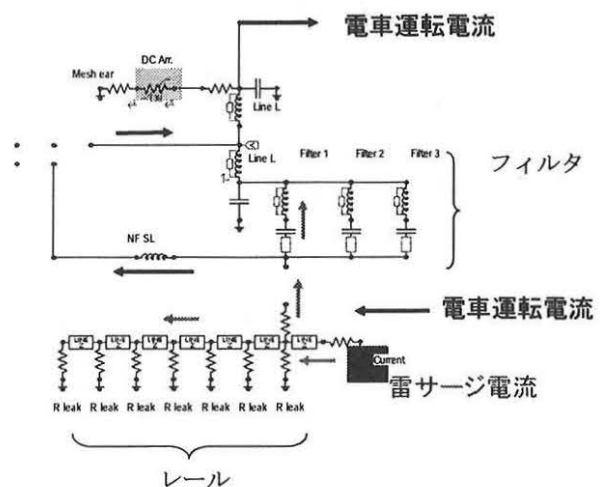


図 1 レールへの雷撃 EMTP 等価回路

3. 基本仕様

図 3 に装置の基本構成を、図 4 はバリスタを実装したタイプの試作品を示す。

3. 1 構成部品

1) 放電ギャップまたはバリスタ

放電開始電圧 1,000～1,200V

2) 抵抗器

セラミック抵抗器 40mΩ

3) 表示・動作出力接点

電流が流れたことを検知し、動作表示器と外部への出力接点

3. 2 使用条件等

1) 使用環境、温度

屋内用

-5～+40℃

2) 制御電源

AC100V

または DC100V

図 3 RPSA 基本構成

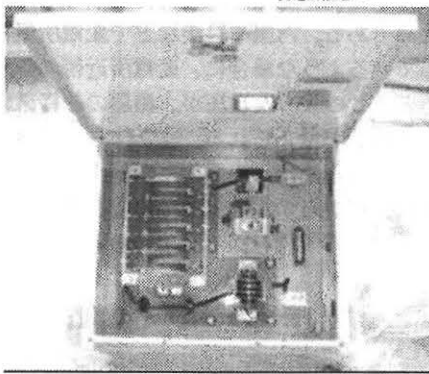
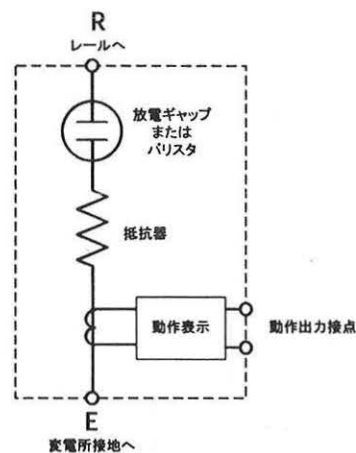


図 4 RPSA 試作品

4. RPSA の働き

4. 1 レールから伝播してくる雷サージ抑制

本装置が接続されている場合には、レールから伝播して侵入してくる雷サージを、放電ギャップ（バリスタ）の動作により、セラミック抵抗器を通して変電所の接地マット、あるいはその他の近傍に設備された接地回路へ放流して、接続されたレール部分の電位上昇を抑える。この働きは、高圧部に設備される一般の避雷器と全く同様の原理である。

4. 2 直流変電所構内地絡の場合の動作

直流変電所構内における直流+側の地絡（短絡）事故

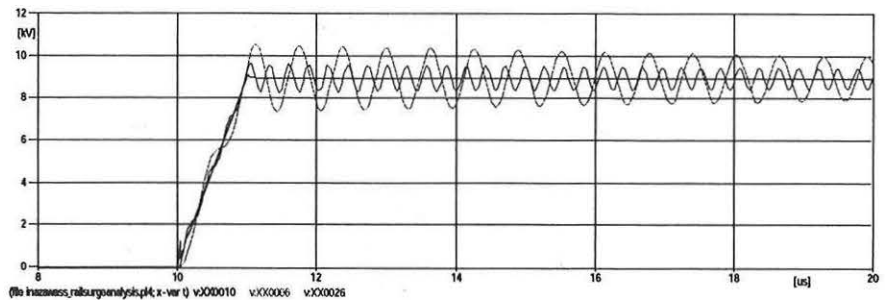


図 2 レール雷撃により DC1500V 回路に現れる電圧

では、この時に発生する変電所接地とレール間の電位差によって本装置は放電動作し、直流の地絡回路を 1,500V～本 RPSA～電極の短絡回路へ移行させ、本装置のサージ電流検知機能で RPSA に電流が流れたことの検出を行う。その後、バリスタの電流制限により RPSA を流れる電流は制限され、DC 成分を続流として流すことはない。よって、以下に述べるように既設 64P 継電器と同等に電力機器設備への事故波及を抑えることが期待できる。

5. 64P（直流高圧接地継電器）との関連・保護連動

本 RPSA は直流 1500V の変電所構内地絡事故が発生した場合に、接地電位上昇によりギャップ（バリスタ）が働き、接地電極とレールを抵抗器で短絡する回路を構成する。またこの場合の接地電極とレール間の電位差は、整流器変圧器内部抵抗と本装置の抵抗の比率で DC1500V が分圧されることになる。変圧器容量が 6000kVA 程度であれば、RPSA 動作後には、電圧は 1,500V の半分程度となり、バリスタの非線形特性から RPSA 動作直後には自己で電流を絞ることになり、RPSA 自身を流れる電流は大きく制限される。

このことから既設の 64P 継電器も同時に動作することが考えられるので、保護連動としては、既設の 64P 保護連動回路と並列に接続し、RPSA あるいは 64P どちらの動作によっても変電所を停止する連動とするのが望ましい。

6. まとめ

レールへの雷撃電流に対する直流変電所防護用としてのレール電位抑制アレスタ（RPSA）の仕様について、概略の性能目標に従いプロトタイプを試作した。

今後は、現地試験等によりその効果を明確にする予定である。なお、EMTP 計算は ATP 版 Ver3.5 による。

文献

川原他 「直流電鉄用変電所における帰線 Δ I を利用した母線地絡保護システムの検討」 H15電気学会全国大会