

非接地系送電線用地絡点表示器の開発

故障箇所の検出が困難な送電線の保守効率化を目指して

Development of Ground Fault Finder for Transmission Lines of Isolated Neutral Systems

Aiming to Improve Maintenance Efficiency of Transmission Line Where Fault Points are Difficult to Detect.

(電力技術研究所 電気G)

架空送電線路の地絡故障時において故障箇所の早期発見および復旧の迅速化を図るため、中部電力パワーグリッド(株)の多くの送電鉄塔に故障箇所を特定する装置(地絡点表示器、以下GF)が設置されている。

本研究では、これまで地絡故障の検出が難しく、GFを適用できなかった非接地系送電線路用GFを開発し、フィールド検証等により実用性を評価した。

(Electrical Engineering Group, Electric Power Research and Development Center)

For quick detection of fault points and recovery, a ground fault finder (GF) is installed on most transmission line towers in Chubu Electric Power Grid Company.

In this research, we have developed GF for transmission lines of isolated neutral systems that is difficult to find ground faults and cannot apply the conventional GF, and have evaluated practicality by field verification

1 背景・目的

送電線路系統のうち電圧階級の低い一部線路では中性点非接地方式(以下、非接地方式)が採用されている。非接地方式は地絡故障時の故障電流が小さいことから周囲の通信線への誘導障害の影響が小さいなどの利点がある一方、故障検出が困難となり、他の送電鉄塔に設置されている従来のGFが適用できない。しかし、非接地方式の送電線路は山間地に多く、雷はじめ鳥獣類の接触による故障も発生し、故障発生後に行う巡視業務の効率化の観点から非接地方式に対応可能なGFの開発が望まれている。

2 GFの概要

GFは第1表に示すとおり設備条件によって各型式が開発されている。GFは送電鉄塔の架空地線や鉄塔部材に取付けたAC電流センサにより故障電流の検出を行い、地絡故障が発生した鉄塔を特定する装置である。第1表に示す各GF製品については故障電流を電源として出力動作するため、無電源で使用することが可能である。

非接地方式の線路に対応したGFは、コンクリート柱用のG0が開発されているものの、検出感度が低いため適用範囲が亘長の長い線路に限定されること、検出に必要な時間が長くなることから、すべての故障を検出できない課題があった。また、鉄塔用GFに関しては故障電流が鉄塔部材に分流するため故障検出がより困難であり、製品開発されていない状況にあった。

第1表 GF型式製品一覧

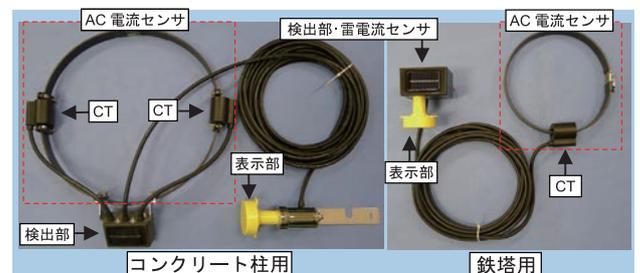
設備条件	電圧	超高压 275kV以上					負荷系 154kV以下		
	送電線路 接地方式	直接接地		抵抗接地		非接地			
	架空地線	あり		なし					
支持物	鉄塔	鉄塔	鉄塔	コンクリート柱	鉄塔	コンクリート柱			
GF型式製品	G50	G15	G3HS	G3HC	なし	G0(一部)			
検出電流	200A ~	75A ~	5A ~	10A ~	-	0.5A ~			
検出時間	50ms	50ms	200ms	250ms	-	600ms			

3 非接地系送電線用GFの開発

今回開発した非接地系送電線用GFの仕様を第2表に、外観を第1図に示す。非接地系送電線へ広く適用するため、検出部に増幅回路と、これを駆動させるための太陽電池とリチウムイオンキャパシタを搭載し検出感度を0.2Aまで高めた。

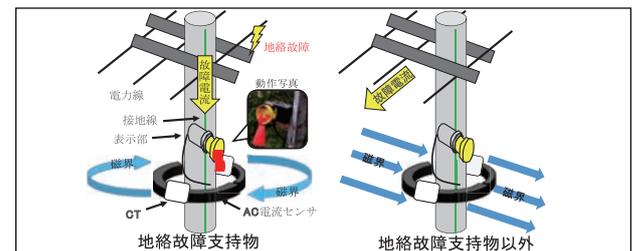
第2表 非接地系送電線用GFの仕様

		コンクリート柱用	鉄塔用
動作条件	AC電流センサ	検出電流0.2A以上 検出時間83ms以上	検出電流0.2A以上 検出時間850ms以上
	雷電流センサ	-	雷電流1kA以上 (8/20 μs)



第1図 非接地系送電線用GFの外観

GFの検出感度を高めることは、他箇所が発生した故障により電力線に大きな電流が流れた際、誘導によって誤動作が発生する恐れが増すことにもなる。このため、コンクリート柱用GFでは故障電流の方向の違いに着目し、AC電流センサ上に2個のCTを対向設置することによりその影響をキャンセルし、当該支持物での地絡故障のみを検出する仕様とした。第2図に検出原理を示す。



第2図 コンクリート柱用GFの検出原理

鉄塔用GFは、部材等の影響のため前述の手法により誘導をキャンセルすることが困難である。このため、大きな誘導を発生し得る短絡故障の影響を排除するため、短絡故障リレーが動作し線路遮断するまでの850ms間は動作しない仕様とした。ただし、故障継続時間の短い雷による地絡故障を検出するため、別途雷電流センサを組み込んだ。

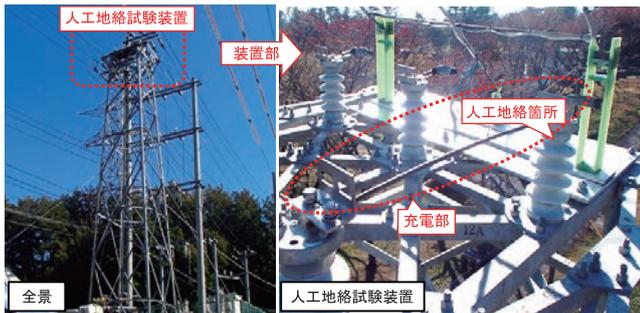
4 動作検証

(1) 人工地絡試験

開発したGFの動作検証のため、(一財)電力中央研究所赤城試験センターの模擬配電線設備を利用し、人工地絡試験を実施した。試験状況を第3図に示す。

AC電流による試験の結果、コンクリート柱用GF、鉄塔用GFともに、地絡故障時に故障発生支持物でのみ正常動作することを確認した。

一方、鉄塔用GFの雷電流センサが正常に動作することは、別試験設備を用いて確認した。



第3図 人工地絡試験状況

(2) フィールド検証

(a) 検証線路の概要

非接地系送電線の地絡電流は対地充電電流であるため極めて小さく、最大でも数A程度である。このため検証線路の選定にあたっては、線路故障の発生頻度が高いことに加え、非接地系送電線用GFの動作条件の下限值に近い地絡電流が流れる線路を選定した。検証線路の概要を第3表に、検証状況を第4図に示す。



第4図 検証状況

第3表 検証線路の概要

項目	内容
送電線路	22kV送電線路 (中部電力パワーグリッド(株)長野支社管内)
支持物基数	62基 (鉄塔(鉄柱含む)59基, コンクリート柱3基)
巨長	8.19km
回線数	1回線
地絡電流(計算値)	1A ※鉄塔(鉄柱)は1脚あたり0.25A

(b) 検証結果

検証期間中(2016年7月～2019年11月)における送電線路故障件数およびGF動作実績を第4表に示す。

第4表 送電線路故障件数およびGF動作実績

送電線路の故障状況	GF動作件数/送電線路故障件数 [件]				
	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	
故障あり	地絡故障(MG-Trip)	0/0	0/1	0/0	0/0
	短絡故障(MS-Trip)	1/1	0/0	0/0	0/0
	微地絡(OVG)	20/26	0/0	0/3	0/4
故障なし	2/0	8/0	3/0	7/0	

2016年度は雷故障が多発し、短絡故障が1件、鳥獣害や雷による微地絡が26件発生した。2017年度以降は鳥害と推定される地絡故障が1件、微地絡が7件発生した。一方で、送電線路故障を伴わないGF動作(誤動作)は計20件発生した。

2016年度の短絡故障は、雷多発後の点検でGFが動作した支持物にアーク痕が発見されたことから、当該支持物への落雷により短絡故障が発生し、その時に雷電流センサが感知した正常動作と推定する。

2017年度の地絡故障は、故障継続時間2,000msとGF動作条件の850ms以上を満たしていたが、GF不動作となった。この原因として、地絡電流がAC電流センサ取付脚以外の部材へ多く分流し、AC電流センサの検出電流が動作条件0.2A未満となったことが考えられる。

20件発生した誤動作は、電力線より生じる誘導電流や外部ノイズ(刈払機等のエンジン)がAC電流センサに影響を与えたことが原因であった。これら誤動作事象とその対策結果より、AC電流センサの取付方法に関する運用上の注意点について以下の知見を得た。

- ① AC電流センサは電力線より10m以上離す。
- ② AC電流センサ上のCTは塔体内側に設置する。
- ③ 隣接する径間状況から高低差が大きい支持物は、引上脚にAC電流センサを設置する。
- ④ 農業機械(刈払機等)が接近する支持物では、AC電流センサの取付位置を考慮(高く)する。

今回の検証において非接地系送電線用GFに誤動作や不動作が見られたものの、すべて原因解明できており、上記知見により安定動作への見通しが得られた。またGFに求められる動作特性の多くに問題のないことが確認出来たことから、今後の実線路における運用には支障のない仕様であると考えられる。

5 まとめ

本研究では、非接地系送電線用GFの仕様を検討し、試作品製作・フィールド検証等により非接地系送電線用GFが実用化可能であることを確認した。今後は、中部電力パワーグリッド(株)において非接地系送電線用GFの対象設備への適用方法について検討する予定である。



執筆者/鈴木規仁