

サージ受信形ケーブル事故点標定装置

■ 榎木 陽一
Yoichi Naraki

■ 椎野 有貴
Yuki Shiino

1 はじめに

地中送電線は、街の景観向上や、地震・台風など自然災害への対策のため、都市部を中心に導入が進められてきた。これに伴い、事故時の早期復旧を目的として、地中送電線の事故点を標定^{注1)}する技術が重要視されている。

このたび、地絡事故時に発生するサージ電流を光電流センサで検出し、事故点の標定を行う装置として、サージ受信形ケーブル事故点標定装置（以下、本装置）を、関西電力送配電株式会社と共同開発したので紹介する。

2 装置構成と原理

(1) 装置構成

地中送電線 1 回線用の装置構成を図 1 に示す。電流を検出する光電流センサは、地中送電線の両端に設置し、光ファイバ伝送路で検出盤と接続されている。また、地中送電線が複数回線や、Y 分岐回線の場合でも、光電流センサの数を増やすことで装置の適用が可能である。

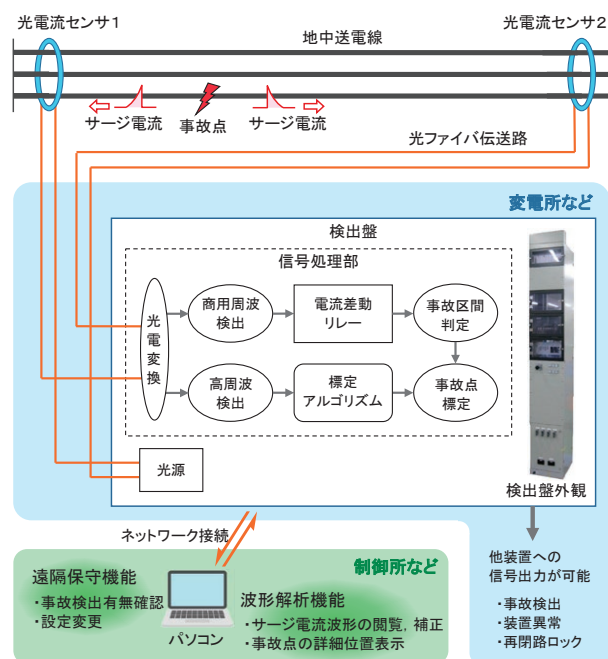


図 1 装置構成

(2) 原理

事故点の標定は、事故時のサージ電流が地中送電線の両端に到達した時間差をもとに算出している。具体的な標定の流れを①～④の順に示す。

- ①地絡事故発生時、事故点で発生したサージ電流が地中送電線両端に向かって進行する。
- ②光電流センサでサージ電流を検出し、光ファイバ伝送路を介して検出盤へサージ電流の情報を伝送する。
- ③検出盤内にある信号処理部の標定アルゴリズムによりサージ電流波形から、到達時間を算出する。
- ④地中送電線の両端に到達したサージ電流の時間差、地中送電線の長さ、光ファイバ伝送路の長さ、およびサージ伝搬速度から事故点を標定する。

3 仕様

本装置の仕様を表 1 に示す。

表 1 仕様

項目		仕様
適用対象	送電線種別	275 kV, 154 kV 地中送電線
	送電線距離	20 km 以下
標定性能	標定精度	± 50 m 以内
	防水保護等級	IPX7（一次的な水没に耐える）
光電流センサ	寸法（接続部）	縦：126 × 横：244 × 厚さ：60 mm
	質量	約 1.5 kg
	検出盤	幅：350 × 奥行：450 × 高さ：2,300 mm
光ファイバ伝送路（お客さま設備）	種別	シングルモードファイバ 2 心（光電流センサ 1 台あたり）
	伝送距離	20 km 以下

4 外観

光電流センサの外観を図 2 に示す。

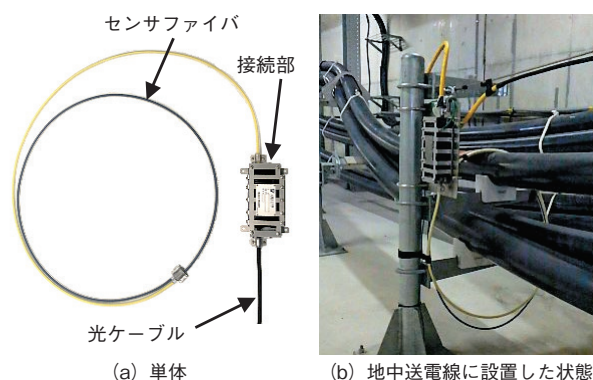


図 2 光電流センサ外観

5 特長

本装置の特長を項目ごとに以下に示す。

(1) 光電流センサ

- ・小型・軽量であるため、設置スペースをとらず、壁面や架台などへ容易に設置が可能
- ・センサファイバの周回部は先端が開放可能なため、地中送電線を切り離すことなく設置が可能
- ・ファラデー効果^{注2)}を利用して電流を検出するため、電磁ノイズの影響を受けない
- ・信号伝送には光ファイバ伝送路を使用しているため、地中送電線両端にある光電流センサ間の時刻同期用GPSを必要とせず、電源設備が不要

(2) 検出盤

- ・電流差動リレーによる事故区間判定機能を搭載しており、地中送電線区間の事故を検出することが可能
- ・上記により、サージ電流を検出した際、事故区間判定結果と照合することで、サージ電流が地中送電線区間の内部で発生したものか、開閉サージ^{注3)}等の外部で発生したものかを区別することが可能
- ・サージ電流波形から到達時間を算出する処理には独自のアルゴリズムを採用しており、複雑な形状をしたサージ電流波形に対しても検出が可能
- ・サージ電流検出時、波形を自動保存することが可能

(3) 遠隔保守機能

専用ネットワークに接続したパソコンから、事故検出の有無などの状態確認や設定の変更を実施することが可能である。

(4) 波形解析機能

パソコン上で動作する専用アプリケーション「波形解析ツール」により、以下の解析が可能である。

①波形の閲覧・補正

サージ電流波形の拡大・縮小表示や、任意の設定値を使用した再標定が可能。画面表示例を図3に示す。

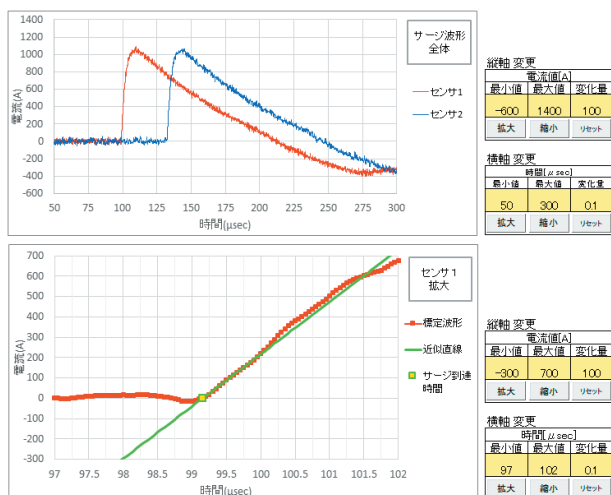


図3 サージ電流波形閲覧画面

②事故点の詳細位置表示

地中送電線は地下の洞道や管路内に敷設されており、メンテナンス用として地中送電線区間の複数箇所に、マンホールが設けられている。

事故点の詳細表示機能では、事故点がどのマンホールに近いのかを視覚的に確認することが可能である。これにより、事故復旧時の初動対応の一つである、事故点位置の確認に要する時間を大幅に短縮することができる。

画面表示例を図4に示す。

注1) 事故点距離は0.5m単位で算出されます。

詳細表示シート	系統名	○○○系統	図号名	□□□□光線	事故点情報	自測からの事故点距離	1234 m
ケーブルNo.	名称	ケーブル長 (m)	自測からの距離 (m)		マンホール-03 から	マンホール-04 方向へ	197 m
1	入電電所	自測	0				
2	マンホール-01	295.0	295.0				
3	マンホール-02	277.0	572.0				
4	マンホール-03	465.0	1037.0				
4	事故点	345.0	1234.0		事故点距離	1234.0m	
5	マンホール-04	418.0	1582.0				
6	分岐点	287.0	1788.0				
7	マンホール-05	481.0	2085.0				
8	マンホール-06	434.0	2566.0				
	末端	3000.0					

図4 事故点の詳細表示画面

6 おわりに

本装置は、2021年に関西電力送配電株式会社へ初号機を納入し、開閉サージの検出確認試験において、良好な結果を得ている。また、今後も他回線への適用が予定されている。

関係者各位の多大なるご指導ご鞭撻を賜りましたことに感謝いたします。

■語句説明

注1) 標定：位置を特定すること。

注2) ファラデー効果：磁場中に置かれた透明な物質に、磁場と平行な方向に直線偏光を透過させたとき、磁場の強さに応じて偏光面が回転する現象。磁場の強さは電流値に比例するため、偏光面の回転角を検知することで、電流値の測定ができる。

注3) 開閉サージ：送電線路へ遮断器などの開閉装置を投入・遮断する際に発生するサージ。

植木 陽一

電力プラント事業本部

電力システム製造部 保護制御装置設計グループ 所属

椎野 有貴

電力プラント事業本部

電力システム製造部 保護制御装置設計グループ 所属