

送電線用超高速保護リレー SEL-T400L

■ 五十嵐 諒
Ryo Igarashi

1 はじめに

SEL 社^{注1)} が 2017 年 3 月にリリースした SEL-T400L は、進行波^{注2)} やタイムドメイン^{注3)} によって、数 ms オーダの超高速動作を可能にした画期的な送電線保護装置であり、事故除去の迅速化に有効である。

その外観を図 1 に、機能概要を以下に紹介する。



図 1 SEL-T400L の外観

2 機能紹介

2.1 超高速送電線保護リレー

(1) 進行波差動保護要素

電流の進行波を利用した史上初の進行波差動保護要素（以降 TW87）は、送電線長さに応じて 1~5 ms の動作時間で故障を検出する。TW87 は従来形 CT から進行波電流を取り込み、相手端装置と光ファイバー通信することにより動作するが、電流データ同期のための外部時刻源は不要である。図 2 に送電線長さと TW87 の動作時間の関係を示す。

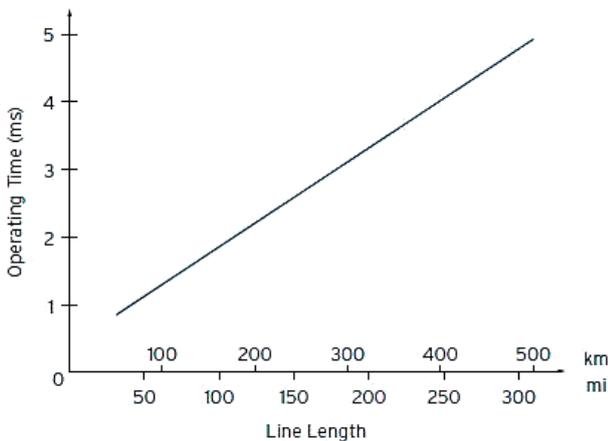


図 2 送電線長さと TW87 動作時間の関係

(2) 距離保護要素

距離保護要素（以降 TD21）は、電圧や電流の変化量を用いることによって相手端装置との通信の影響を受け

ずにトリップ判定を行う。この要素は、送電線長さの 80% に設定することが可能で、過渡オーバーリーチは 10% 未満である。また、故障位置、短絡電流値、故障抵抗および故障発生位相に応じて、2~7 ms で動作する。図 3 に各 SIR^{注4)} での故障点および TD21 の動作時間の関係を示す。

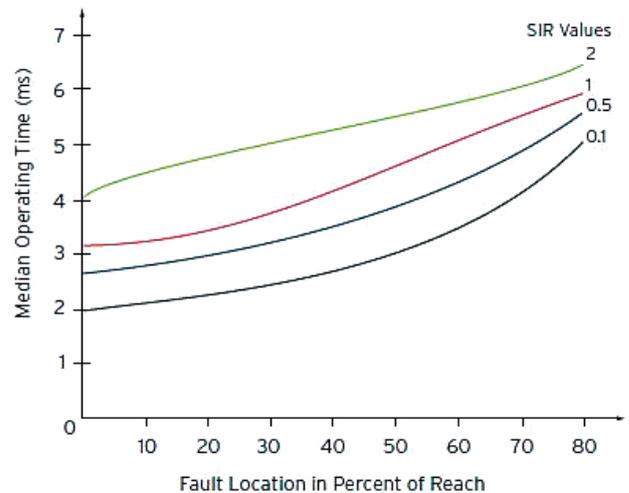


図 3 故障位置と TD21 動作時間の関係

(3) 転送トリップ要素

光ファイバー通信による転送トリップ要素（以降 POTT）は、超高速・高感度な方向要素によって故障方向を判別する。図 4 に送電線長と POTT の動作時間（TD32 の動作時間を含む）の関係を示す。進行波方

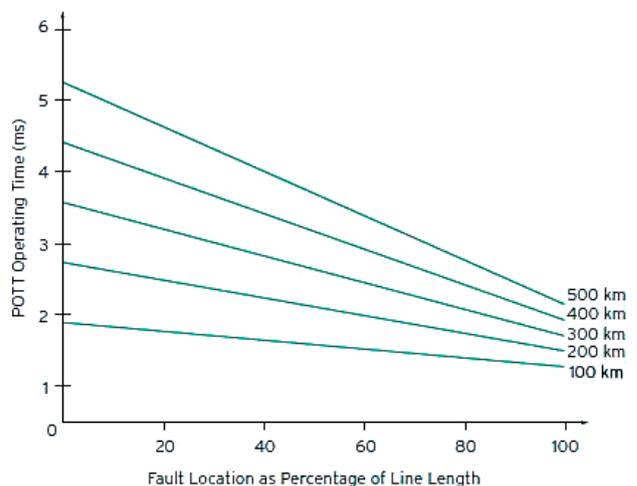


図 4 故障位置と POTT 動作時間の関係

向要素 (TW32) は 0.1 ms で動作し、増分量方向要素 (TD32) はシステム条件に応じて 1~3 ms で動作する。POTT はトリップ信号を相分離して送信するため、進展する相間故障に対して優れた性能を発揮する。

2.2 故障点標定

シングルエンド型の故障標定要素は通信を必要とせず、自端電流の進行波のみを解析するだけで故障位置を標定する。ダブルエンド型は差動保護用光ファイバー通信を使用して送電線両端に到達する第一進行波により標定する。SEL-T400L は故障発生後数十 ms 以内に標定計算を行い、架空・地中複合送電線では地中部分の故障点に対して自動再閉路キャンセル信号を発行する。SEL-T400L の故障点標定は送電線長さに関係なく、鉄塔の 1 スパン単位で正確に故障位置を標定できることがフィールド実証されている。

2.3 高解像度波形記録

SEL-T400L は 1 MHz のサンプリングレートで電流や電圧を記録可能である。連続記録機能は 50 のイベントを記録し、1 イベント当たり 1.2 秒の記録長を有する。また、10 kHz の COMTRADE ファイル^{注5)}には、10 kHz でサンプリングした電流や電圧、選択された保護動作量、リレーワードビット、設定、故障位置、およびイベント要約データが含まれている。

図 5 に高解像度波形記録による記録波形の例を示す。また、図 6 に 1 MHz サンプリングの進行波波形表示の例を示す。

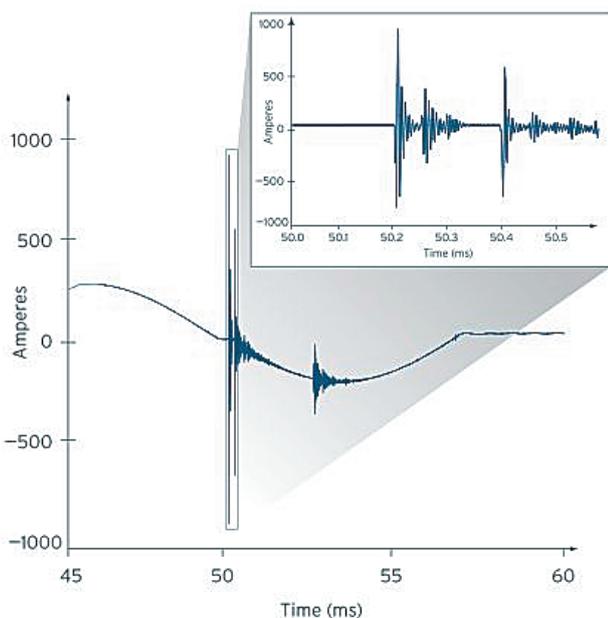


図 5 遮断器再点弧時の高解像度波形の例

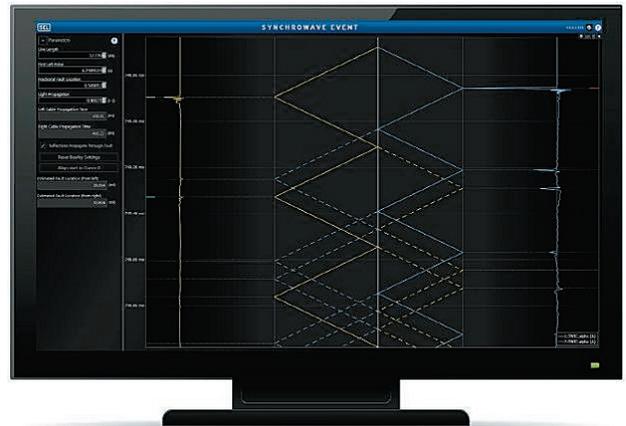


図 6 進行波波形表示の例

3 おわりに

現在、東光高岳は国内電力会社の送電線に SEL-T400L を設置して性能検証を行う計画を進めている。

なお、本稿は著作権者である SEL 社の許可を得て引用文献から内容の一部を翻訳して転載している。

■引用文献

(1) Schweitzer Engineering Laboratories, Inc : 『Flyer『SEL-T400L Time-Domain Line Protection』, SEL Home

■語句説明

注 1) SEL : 『Schweitzer Engineering Laboratories, Inc.』の略称。米国プルマンに本社。

注 2) 進行波 : 送電線路を伝搬する μs 単位の立上り時間を有するサージ。

注 3) タイムドメイン : 一つの波を時間的変化と見なすこと。

注 4) SIR : 『source-to-line-impedance ratio』の略。リレー設置点における電源インピーダンスと送電線インピーダンスの比。

注 5) COMTRADE ファイル : 電力系統の過渡現象を記録する IEEE 標準の COMTRADE (Common Format for Transient Data Exchange) 形式のファイル。

五十嵐 諒

電力プラント事業本部 システム製造部
IED システム設計グループ 所属 (執筆時)