

経年CVケーブルに対する水トリー劣化診断 ～活線検出のための微小信号高感度検出手法の検討～

背景

都市景観や用地確保の問題などから、これまで送配電線の地中化が進められている。その中で架橋ポリエチレンを絶縁体を使用したCVケーブルは布設、保守の簡便さから地中系統の主流となっている。初期に導入されたCVケーブルは想定寿命の30年を越えるものが出てきている一方、近年のコストダウン要請、設備投資抑制の流れから、より一層の有効利用が求められており、ケーブルについても適切な劣化診断をして残存寿命を使い切りたいという要望が強い。そのためには信頼性が高く活線で適用可能な劣化診断技術が必要である。

目的

6万Vクラス以下のCVケーブルを対象に、主要な劣化要因とされている水トリー進展を、活線で監視するために必要な微小信号検出手法を提案し、モデル実験により原理実証を行う。

主な成果

1. 活線監視システムの提案

CVケーブル中に局所的に進展する水トリーに起因して、第三次高調波電流*¹が発生することが知られており、この信号に注目した診断方法が考えられる*²。第三次高調波を確実にとらえることや既設線路への取り付け施工性を考え、図1のような、光ファイバ電流センサを用いた監視システムを考案した。

導体電流から劣化信号を分離する電流センサには、基本波負荷電流に重畳している非常に微小な第三次高調波信号を検出するために、5～6桁程度のダイナミックレンジ（最小検出信号と最大検出信号の識別能力に10万～100万倍の幅）が要求される。本システムでは基本波信号をキャンセルする基本波補償器を導入し、等価的なダイナミックレンジの拡大（比較的狭い実ダイナミックレンジで微小信号を検出する工夫）を行う。

2. モデル実験による基本波補償方式の検証

基本波補償方式の効果を検証するため、ファンクションジェネレータによる模擬信号を使って第三次高調波検出の模擬実験を行った。本手法によって得られた出力を図2に示す。図2より、基本波電流に対して5桁下の第三次高調波までリニアな出力が得られており、等価的なダイナミックレンジ5桁を実現できることが検証できた。図3にその適用イメージを示す。

今後の展開

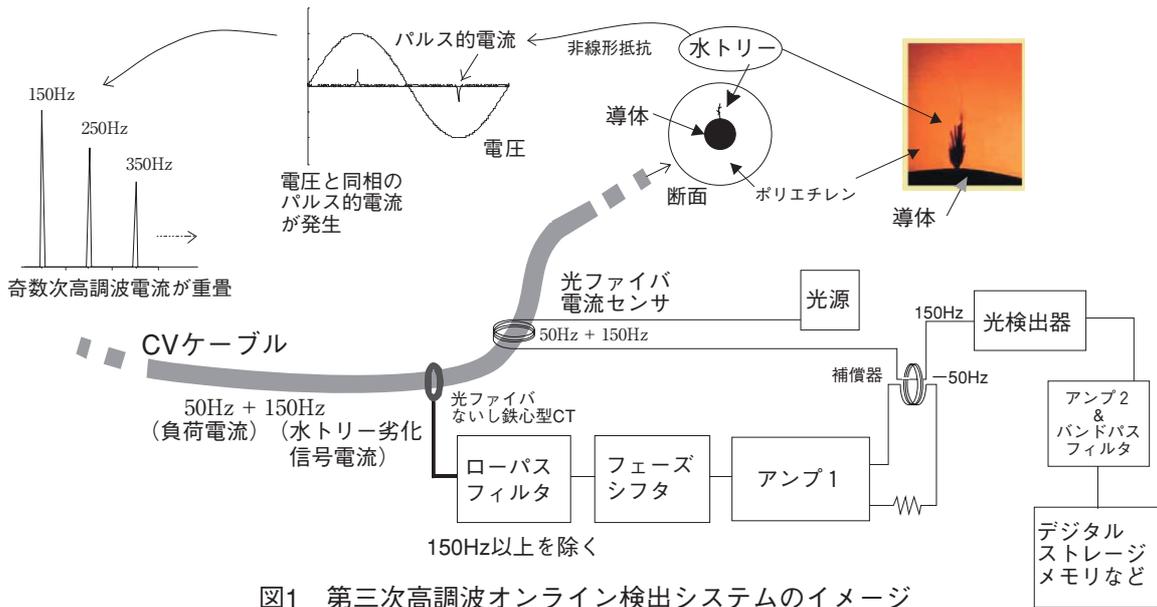
実フィールドで要求される水トリー信号の識別能力（5～6桁のダイナミックレンジ）を一応達成したので、今後は実ケーブルサンプルによる通電実験に適用していく。併せて、識別ダイナミックレンジ向上手法についても引き続き検討を進めるほか、基本波負荷電流の変動に自動的に追従して補償するシステムについても検討し、実系統での実用化を図る。

主担当者 電力技術研究所 機器絶縁領域 主任研究員 高橋 紹大

関連報告書 「経年CVケーブルに対する水トリー劣化微小信号のオンライン検出手法の開発～模擬劣化信号による基本波補償手法の検証～」 電力中央研究所報告：H04016（2005年印刷予定）

*1：水トリーが発生すると商用周波に対して3倍の高調波電流が発生する。

*2：たとえば、八木ほか、「損失電流高調波成分によるCVケーブル劣化診断法の検討」、電学論B、Vol.119、No.4（1999）



経年CVケーブルの絶縁体（ポリエチレン）中に進展していることが懸念される水トリーは、非線形抵抗としてふるまうので、劣化が進んでいる場合電圧と同相の奇数次高調波（第三次が最も大きい）が導体電流に重畳する。これを光ファイバ電流センサでオンライン検出するシステムを提案した。ポイントは第三次高調波信号に比べて通常5～6桁大きい基本波（負荷電流）信号をキャンセルする補償器の導入で、これにより微小信号の高感度検出を可能にした。第三次高調波を接続部ごとに検出し、差分をとることにより劣化信号が発生している区間を特定できる。

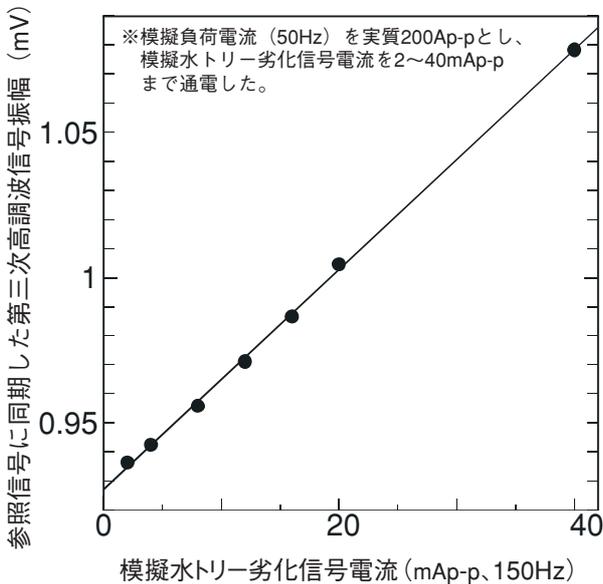


図2 基本波補償方式を用いた微小信号検出結果

200Ap-p相当の模擬負荷電流と模擬水トリー信号を光ファイバプローブに通し、ロックインアンプによる平均化（一点で15～30分程度）を行った結果、最小で2mA-p-pまで、すなわち模擬負荷電流の5桁下の信号まで直線性よく検出できた。本方式による等価的ダイナミックレンジの拡大効果が確認されている。



図3 ケーブル接続部への適用イメージ

ケーブル接続部等へのセンサ取り付けは、光ファイバを巻き付けるだけなので、基本的にはこの図のようなイメージとなる。