

# パルス式残留電荷測定によるCVケーブルの劣化診断

新たな水トリー劣化診断法の確立を目指して

## Diagnosis for Water-Tree Deteriorated XLPE Cable by Residual-Charge Measurement using Pulse Voltages

For Establishing a New Diagnostic Method of Water Tree Degradation

(電力技術研究所 流通G 送変電T)

(Transmission and Substation Team, Power System Group, Electric Power Research and Development Center)

CVケーブルの水トリー絶縁劣化診断法のうち残留電荷法について、従来手法での問題を解決するため、課電電圧にパルス波形を用いた装置を製作し、現場より撤去した経年の乾式架橋CVケーブルに対して測定を実施した。その結果、水トリーからの劣化信号とケーブルの劣化度との相関性が認められたことから、新たな診断法の可能性が見出された。

Among diagnosis methods for water-tree deteriorated XLPE cable, in order to resolve problems with the conventional residual-charge measurement, we developed the equipment using the pulse voltages. And we measured for aged dry-cured XLPE cables removed from on-site. As a result, we found out the possibility of new diagnosis based on the good correlation between the signal detected from water-tree deterioration and the breakdown voltage.

### 1 背景と目的

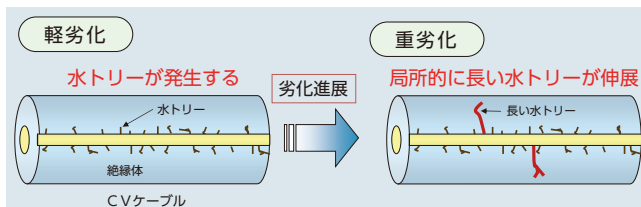
特別高圧CVケーブルにおける水トリー劣化の診断法として、残留電荷法が実用化されたが、GIS機器に終端接続部が設置されている線路で直流が課電できない、また交流電源を使用するため測定装置が大型化する等の問題がある。

そこで本研究では、従来手法の問題を解決するため、課電電圧にパルス波形を用いたパルス式残留電荷法について検討を実施した。

### 2 研究の概要

#### (1) 特別高圧CVケーブルの水トリー劣化

特別高圧CVケーブルの水トリー劣化は、第1図に示すように、絶縁体に短い水トリーのみが存在する「軽劣化」状態から長い水トリーも局所的に存在し始める「重劣化」状態へと進展していく。水トリーの伸展に伴い残存絶縁厚（健全な絶縁層の厚さ）は薄くなるため、重劣化状態の方が絶縁破壊電圧は低いと考えられる。劣化診断においては、この局所的に存在する長い水トリーからの劣化信号を検出することが重要である。



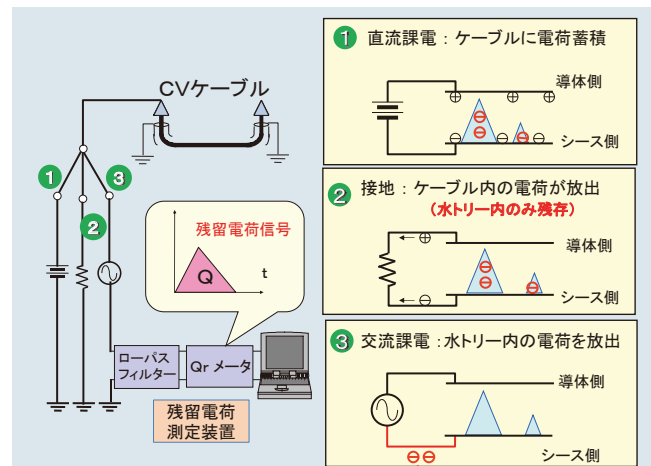
第1図 特別高圧CVケーブルの水トリー劣化

#### (2) 従来の残留電荷法

残留電荷法は絶縁破壊につながる水トリーからの信号を検出することで、ケーブルの劣化程度を判定する方法である<sup>(1)</sup>。従来の手法は、第2図のとおり3段階の手順を踏んで測定を行う。

まず、ケーブルに直流を課電し、絶縁体中に電荷を蓄

積させる。次にケーブルを接地する。このとき絶縁体中に水トリーが発生していると、水トリー部のみ電荷が長時間残留するが、この電荷は交流電圧を課電することにより容易に放出される。この信号を残留電荷測定装置により検出し、電荷量の大きさで劣化度を判定する。



第2図 従来の残留電荷法

#### (3) パルス式残留電荷法

従来の残留電荷法の問題に対して、第3図に示すように課電電圧を直流・交流の組み合わせから、電荷蓄積、電荷放出ともにパルス波形（パルス幅10ms程度）に変更することで、解決できる可能性がある。

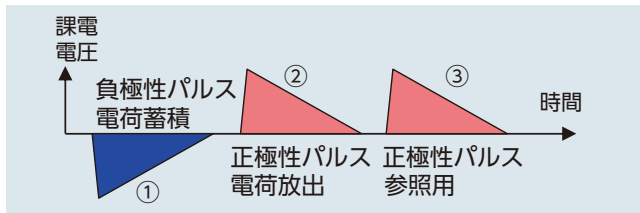
測定法	従来の残留電荷法	パルス式残留電荷法
課電方法	電荷蓄積：直流 電荷放出：交流	電荷蓄積：パルス（負極性） 電荷放出：パルス（正極性）
課電波形	直流課電（電荷蓄積） 接地 交流課電（電荷放出）	パルス課電（電荷蓄積） パルス幅10ms程度 接地 パルス課電（電荷放出）

第3図 残留電荷法の比較

### 3 撤去ケーブルを用いた検証

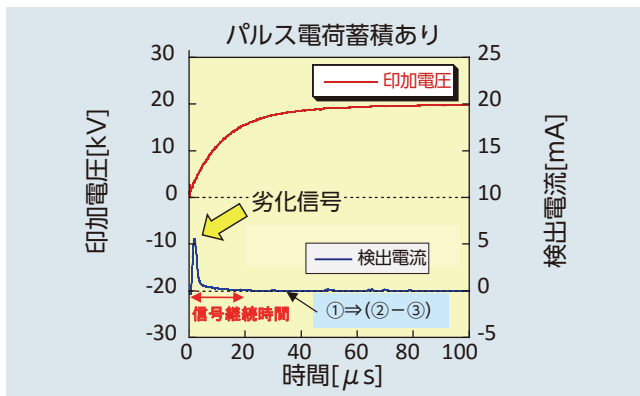
特別高圧CVケーブルに適用可能な高電圧パルス波形を発生できる残留電荷測定装置を製作した。この装置を用いて、現場撤去した77kVCVケーブルの試料（導体サイズ80mm<sup>2</sup> 1978年製 試料長17m）に対して、以下のシーケンスにてパルス波形を課電し、検出電流を計測した（第4図）。

- ①負極性のパルスを課電（水トリー部に電荷を蓄積）
- ②正極性のパルスを課電（水トリー部の電荷を放出）
- ③再度、参照用として正極性のパルスを課電

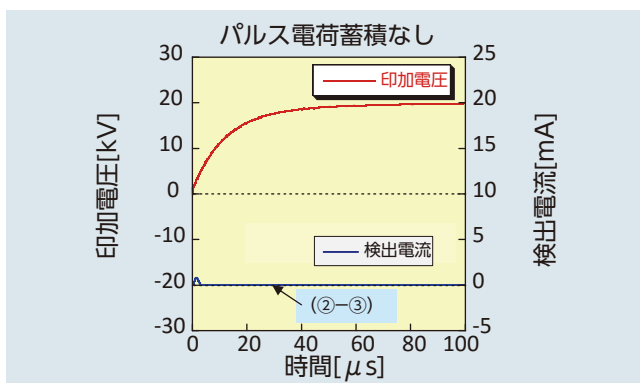


第4図 課電シーケンス

第5図の検出電流は、①にて電荷を蓄積し、②で電荷を放出させた後に③を課電し、②の電流と③の電流の差を求めた事例である。また、同グラフにパルス課電②の電圧波形も記載した。第6図は、①を課電しない場合での検出電流の事例である。両方を比較すると、第5図においてのみパルス立ち上がり部に電流の検出が認められたことから、残留電荷信号（水トリー劣化信号）を検出できることが分かった。



第5図 残留電荷測定結果  
（電荷蓄積用のパルス課電あり）

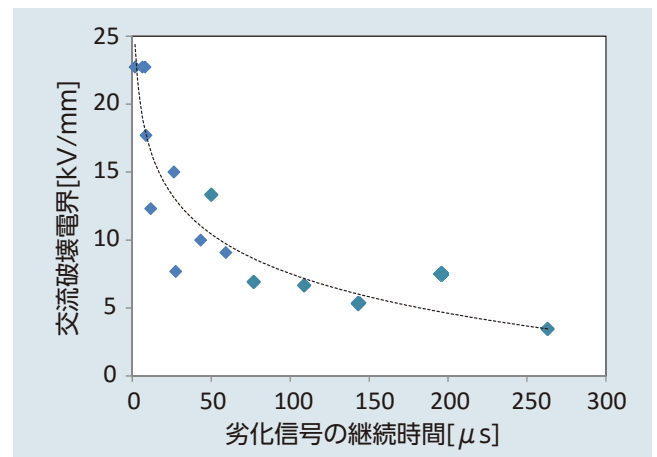


第6図 残留電荷測定結果  
（電荷蓄積用のパルス課電なし）

### 4 劣化信号と劣化度の相関性

国内の電力会社から提供された22～77kVCVケーブルの現場撤去品に対し、パルス式残留電荷測定および交流破壊試験を実施した。第7図に示すように劣化信号の継続時間（パルス電圧の立ち上がり部にて水トリー劣化信号が継続して検出される時間（第5図））が長い程、交流破壊電界が低くなる傾向が認められた。

第5図のとおり残留電荷は課電電圧の上昇中に放出されている。また、以前の試験結果より、長い水トリーに蓄積した電荷は高い電圧を課電しないと全ての電荷が放出されないことが分かっている<sup>(2)</sup>。このことから、劣化信号の継続時間が長い（パルス波形の課電電圧が高い）程、長い水トリーが存在し交流破壊電界が低くなる傾向を示すと推測される。



第7図 交流破壊電界と劣化信号の継続時間の関係

### 5 今後の展開

今回、特別高圧CVケーブルの水トリー劣化診断法としてパルス式残留電荷測定装置を製作し、現場撤去したCVケーブルに対して測定を実施した。その結果、劣化度と劣化信号との間に相関性があることが明らかとなり、水トリーの劣化信号の継続時間が劣化指標の一つとして適用できる見通しを得た。今後は、劣化診断技術の構築に向けて、診断装置の改善を行うとともに、データ蓄積を継続して実施する。

なお、本研究は当社と（一財）電力中央研究所（以下、電中研）および豊橋技術科学大学と共同で基礎研究を行い、当社および国内電力会社7社（北海道電力（株）、東北電力（株）、北陸電力（株）、関西電力（株）、中国電力（株）、九州電力（株）、電源開発（株））より提供された撤去ケーブルに対する測定を電中研にて実施したものである。

#### 参考文献

- (1) 池田他「CVケーブルの水トリー劣化診断法－残留電荷測定器の開発－」電中研研究報告W86008（1986）
- (2) 今他「新規残留電荷法によるCVケーブルの水トリー劣化診断」電気学会論文誌B125巻2号（2005）



執筆者／宮島和久