

# 33kV CVケーブルの劣化調査

布設環境に沿った劣化更新計画の構築を目指して

## Investigation of degradation of 33 kV XLPE Cable Operated under Dry Conditions

Aiming to establish replacement planning along the laid condition of facilities

(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ケーブルの劣化主要因はケーブル外部から絶縁体へ供給される水分により発生・成長する水トリーである。水没の可能性が低い洞道等に布設されたケーブルは経年による劣化速度が遅いと考えられるが、調査実績が少なく、劣化度合いが把握できていない。そこで、洞道に布設された33kV CVケーブルを撤去し調査を実施した結果、交流破壊電圧は管路部よりも高く、劣化が遅いことがわかった。

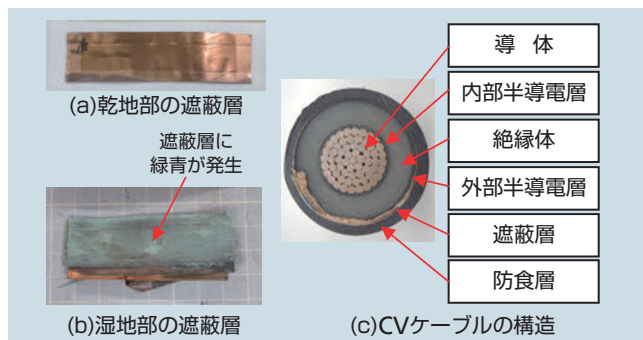
The main cause of deterioration of XLPE cables is water-trees that generate and grow due to water supplied to the insulation of the cable from outside. The degradation speed of cables laid in environments such as tunnels having a low risk of water immersion is therefore considered to be slow. However, few studies have been conducted on this and actual degradation situations are not understood. We have therefore conducted a study on aged 33 kV XLPE cables removed from the tunnels in which they were laid. As a result, it was clarified that the AC breakdown voltage of the cables in the tunnels was higher than that of the cables laid in ducts, and that the degradation speed of those in tunnels were slower than those in ducts.

### 1 背景・目的

地下水位より深い管路内（以下、湿地部）に布設されたCVケーブルは、水に浸される可能性がありケーブル外部から絶縁体へ水分が供給されることにより水トリーが発生・成長し、劣化する。この湿地部に布設されたCVケーブルの絶縁性能については、水トリー劣化による絶縁性能の低下を把握した<sup>(1)</sup>。一方で、洞道や変電所内のケーブル処理室等（以下、乾地部）ではCVケーブルが水没する可能性が低く、水トリーの発生・成長が湿地部よりも遅いことが期待されるが、調査実績が少なく水トリー劣化の実態や経年による劣化速度が把握されていない。そこで、乾地部に布設された33kV CVケーブルを撤去し、残存絶縁性能を評価した。

### 2 調査対象

調査対象は乾地部に布設されていた経年23～34年の33kV CVケーブル19試料とした。これらのケーブルを解体したところ、絶縁体を覆っている遮蔽層（銅テープ）には湿地部の多くの遮蔽層に見られる錆びがほとんど発生しておらず、金属光沢を保っていたため、絶縁体への著しい水分の浸入はほとんど無かったと考えられる（第1図(a)）。



第1図 湿地部と乾地部の遮蔽層の違い

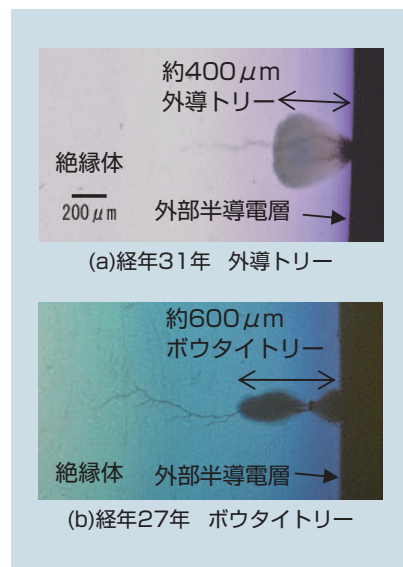
### 3 水トリー調査

#### (1) 破壊起点

撤去したCVケーブルに対して、交流電圧印加試験中にケーブル絶縁体中の放電を検出すると同時に課電を速やかに停止する前駆遮断試験<sup>(2)</sup>を実施することで破壊起点を特定し、破壊起点を観察した。

第2図に破壊起点の写真を示す。破壊起点にて200～600 $\mu$ mの水トリーが認められており、これが絶縁破壊電圧低下の主要因であると考えられる。過去に実施した金属被に覆われた遮水性能が高い275kV CVケーブルの絶縁体の調査<sup>(3)</sup>では、経年30年以上であっても検出された水トリーは最大100 $\mu$ m程度で、これはケーブル製造時の残留水分に起因して発生したものと評価している。今回検出された破壊起点の水トリーは275kV CVケーブルで検出されたものよりも長いことから、上記の残留水分に加えて、運用中に防食層を通じて微量の水分が浸入したと考えられる。

また、これらの破壊起点は内部半導電層、外部半導電層を起点とした内外導トリーもしくはボウタイトリーが内部半導電層、外部半導電層に到達したものであり、電氣的に最弱点部となるのは、電界が集中する半導電層に接した水トリーであると考えられる。

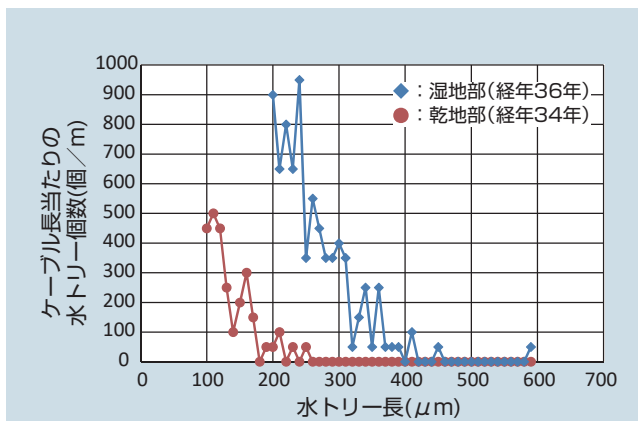


第2図 破壊起点の水トリーの例

## (2) 水トリー密度

破壊起点近傍の絶縁体中に存在する水トリーについてケーブル長当たりの発生個数を調査した(第3図)。比較対象として、同年代、同一メーカーの湿地部の結果も併記した。なお、湿地部については、200 $\mu\text{m}$ 未満の水トリーが無数に存在していたため、調査対象は200 $\mu\text{m}$ 以上とした。

第3図より、乾地部からは260 $\mu\text{m}$ 以上の水トリーは全く検出されておらず、湿地部と比較すると200 $\mu\text{m}$ 前後の水トリーの密度も低いことがわかった。この2線路のケーブルは同年代、同一メーカーであることから、絶縁体の製造方法は同じであり、水トリーの発生原因である絶縁体中の異物、ポイド量は同程度であると考えられる。従って、布設環境に起因する水分量の違いにより、水トリーの長さ・発生数に相違があると考えられる。

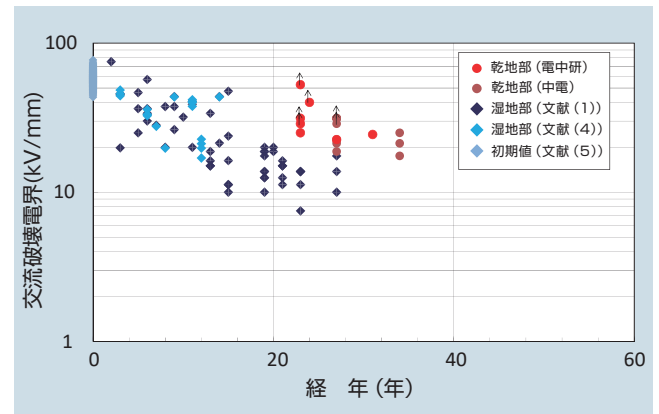


第3図 湿地部と乾地部の水トリー密度の違い

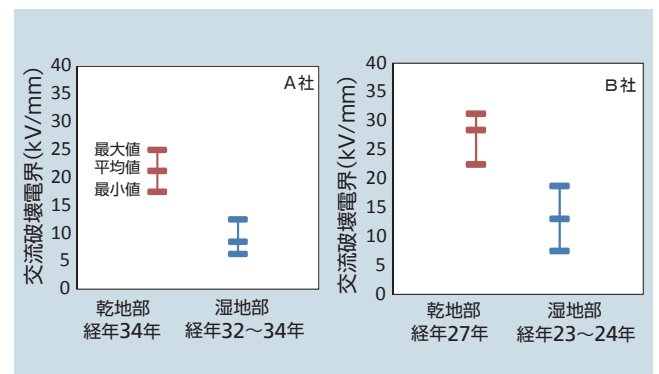
## 4 乾地部布設CVケーブルの残存性能評価

前駆遮断試験結果を基に乾地部布設CVケーブルの経年による劣化傾向を評価した。課電試験は放電信号が検出されるか絶縁破壊が発生するまで実施した。その時の電圧を絶縁体厚さで除した平均電界(交流破壊電界[kV/mm])とCVケーブルの経年との関係を第4図に示す。なお、CVケーブルは放電が発生すると短時間で破壊するため本研究では放電発生電圧と破壊電圧は同等であるとみなした。また、同図には過去に実施した湿地部の結果および文献から得た初期値も併記している<sup>(1),(4),(5)</sup>。この結果より、乾地部の破壊電界はいずれも湿地部よりも高いことがわかった。また、劣化速度も湿地部より遅いと予想される。

経年が近い年代の乾地部と湿地部の破壊電界をメーカー別に比較した例を第5図に示す。結果よりメーカー別で比較しても乾地部と湿地部の破壊電界には顕著な差が見られた。



第4図 CVケーブルの交流破壊電界の経年劣化傾向



第5図 布設環境の違いによる交流破壊電界の比較

## 5 まとめ

経年23～34年の33kV乾地部布設CVケーブルを撤去し、前駆遮断試験を実施したところ、湿地部と同様に劣化主要因は水トリーであることがわかった。しかし、湿地部と比較すると水トリーの成長は遅いことから、経年によるCVケーブルの劣化速度は遅いと予想される。

今後はデータを充足するとともに、77kV級乾地部布設CVケーブルについても、同様に劣化速度を調査していく予定である。

なお、本研究の一部は東京電力株式会社、関西電力株式会社と共同で一般財団法人電力中央研究所依頼研究として実施した。

### 参考文献

- (1) 林, 他:「乾式架橋CVケーブルの経年劣化特性調査」平成19年電気学会電力エネルギー部門大会(2007)
- (2) 岡本, 他:「特別高圧CVケーブルの高経年運用」, 電気評論, Vol.97, No.4, pp.59-63(2012)
- (3) 若林:「275kV CVケーブル線路の残存絶縁性能評価」, 中部電力技術開発ニュース, Vol.152, pp.19-20(2015)
- (4) 電気学会:「特別高圧CVケーブル絶縁劣化形態と絶縁診断技術の動向」, 電気学会技術報告, 第668号(1998)
- (5) 電気協同研究:「CVケーブルおよび接続部の高圧試験法」, Vol.51, No.1(2007) p.13,28



執筆者/川原 徹