

高経年77kV級CVケーブル用テープ式中間接続箱の現状把握

テープ式中間接続箱の絶縁テープの寿命評価

Understanding the Condition of Aged Tape Lapped Joints for 77kV Class XLPE cable

Estimation for Life of Insulation Tape Used in Tape Lapped Joints

(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)

高寿命が期待できる遮水層付きCVケーブルの導入に伴いテープ式中間接続箱についても、より長期間の使用が期待される。そこで、30年程度使用した77kV級テープ式中間接続箱の解体調査および主絶縁材料である絶縁テープの性能評価を行った結果、わずかな酸化劣化の進展が見られたものの性能に影響のない範囲であり、経年30年程度では問題ないことを確認できた。

In regard to the tape lapped joints, it is expected to maintain the performance for longer period with the introduction of 77kV class XLPE cable with waterproof layer which has long lifespan. A disassembly inspection was conducted for 77kV class tape lapped joints used for about thirty years, as well as a performance assessment of the insulation tape, which is the main insulating material. As a result, although minimal progression of oxidative degradation was found, we confirmed the usage of thirty years was at a level that will not affect its performance.

1 背景・目的

77kV級CVケーブルの接続部であるテープ式中間接続箱（以下、TJ）は高経年の設備が増加する。その上、高寿命が期待できる遮水層付きケーブル線路のTJにおいては、ケーブルと同じく長期間の使用が期待される。しかし、高経年のTJを調査した実績は少なく、内部の劣化状態は不明である。そこで、経年30年前後のTJを撤去し、解体調査および主絶縁材料である絶縁テープの性能評価を行った。

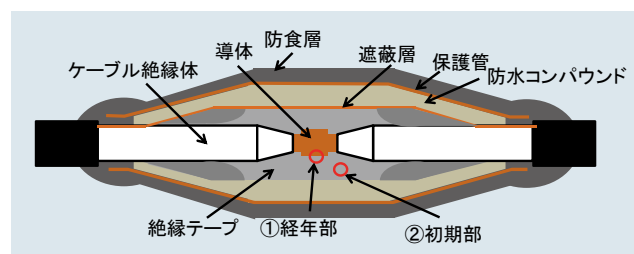
しかし解体の結果、第2図に示すように金属製である保護管内面や遮蔽層に錆や腐食が発生していた様子は見られず、絶縁テープ層についても、型崩れや裂けが発生した様子は見られなかった。また、ケーブル絶縁体についても、極端な細りや変色は見られなかった。

一方で、一部のTJでは過去の解体調査⁽¹⁾でも確認されたようにケーブル絶縁体が縮むシュリンクバックと呼ばれる現象が見られ、その縮み量は最大で1cm程度であった（第3図（b））。しかし、絶縁テープが導体と密着しており空隙が無かったことから、今回調査した範囲においては絶縁性能上、問題はなかったと考えられる。

2 調査試料

調査対象としたTJの一覧を第1表に示す。線路A～Eの5線路に対して各3試料ずつ、合計15試料のTJを調査した。

また、TJ内部のケーブル絶縁体に対して熱履歴測定を実施したところ、線路Dの試料が他の線路と比べて約70℃と比較的高負荷で運用されていることがわかった。



第1図 TJの模式図

第1表 調査対象としたTJ

対象TJの線路	ケーブルサイズ	製造年	経年	ケーブル絶縁体熱履歴
線路A	150mm ²	1978	35	58.9℃
線路B	150mm ²	1987	26	53.4℃
線路C	325mm ²	1989	24	58.6℃
線路D	80mm ²	1988	25	69.1℃
線路E	150mm ²	1979	35	56.0℃

3 解体調査

TJの模式図を第1図に示す。また、例として線路AのTJの解体写真を第2、3図に示す。いずれの試料もマンホール内で使用されており、防食層が水分を含有していたことから、湿潤環境下で設置されていたことがわかった。



第2図 TJの解体写真（線路A）



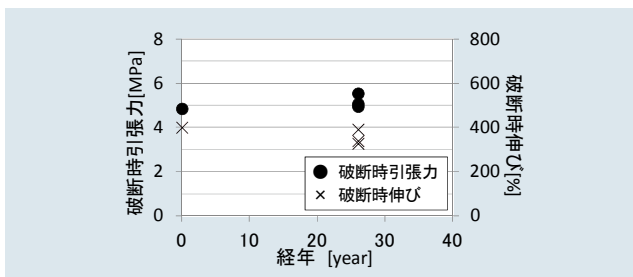
第3図 TJ内部のケーブル部(線路A)

4 絶縁テープの性能評価

解体調査により、TJ内部の絶縁テープを採取し、引張試験および酸化誘導期間測定を実施した。絶縁テープを採取した箇所は、第1図に示すように①導体からの熱・酸素の供給が最も多い導体直上、②熱・酸素の供給が最も少ない絶縁テープ層の中間部⁽²⁾⁽³⁾とし、①を経年部、②を初期部とした。

(1) 引張試験

TJから剥がした絶縁テープは、多少のたるみはみられたが新品と同程度の伸縮性が確認された。そこで、絶縁テープからJIS K6251ダンベル2号形試験片を作製し、100mm/minの速度で引張試験を実施した。試験結果の一例を第4図に示す。いずれの線路も、経年に対して破断時引張力が増加し、破断時伸びが低下する傾向にあったため、経年部は初期部に比べて絶縁テープが硬化していることがわかった。このことより、経年部は酸化が進展している可能性がある。しかし、絶縁テープをケーブルに巻く時の伸びは200%程度であり、それと比べると十分な機械的性能を保持している。

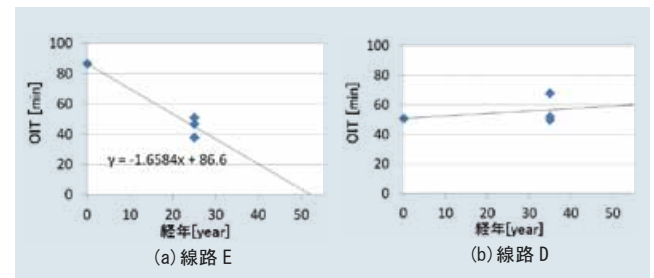


第4図 絶縁テープの引張試験結果(線路C)

(2) 酸化誘導期間測定

絶縁テープには酸化防止剤が含まれており、酸化防止剤を消費しきると絶縁テープの急激な酸化が始まる。絶縁テープが酸化すると発熱することを利用して、熱分析装置を用いて絶縁テープの酸化が始まるまでの時間(酸化誘導期間: OIT (Oxygen Induction Time))⁽²⁾を測定することで、酸化防止剤残量を調査した。OITの測定条件は酸素雰囲気中で200℃保持とした。測定結果の一例を第5図に示す。線路Eに代表する一部の線路では、第5図(a)に示すように初期部と経年部のOITがほとんど変わ

らなかったが、第5図(b)に示す線路Dにおいては、経年部のOITが初期部から大きく低下していることがわかった。これは、第1表に示すように線路Dが比較的高負荷で運用されていたために導体の発熱量が大きく、酸化防止剤の消費が進んだためと考えられる。しかし、OITが0になるまで、直線近似で見積もったとしても52年かかる計算になり、現在の使用期間である30年前後では十分な性能を保持している。



第5図 絶縁テープのOIT

5 考察

引張試験の結果から、絶縁テープの一部については酸化の兆候が見られたが、機械的性能に影響を与えるほどではなかった。これは、経年30年程度でも絶縁テープは酸化防止剤を十分に保持しており、完全に酸化しきって性能が低下するまで裕度があるためと考えられる。また、別途TJの交流破壊試験を実施した結果、破壊値は250~290kVと対地電圧に対して十分な裕度があり、総合的に見て経年30年程度ではほとんど劣化していないと考えられる。しかし、高寿命が期待できる遮水層付きケーブル線路で使用している場合はTJが先に寿命を迎える可能性があるため、今後は経年40年、50年とさらに高経年のTJを調査する必要がある。

6 まとめ

経年30年前後のTJを解体・目視観察したところ、内部に劣化した様子は見られなかった。

内部材料である絶縁テープを調査したところ、わずかに酸化が進展していたが、酸化防止剤が十分に残っており、性能低下には至っていないことがわかった。

参考文献

- (1) 山本 隆喜:「CVケーブル接続部における絶縁体シュリンクバック発生と絶縁性能に与える影響」、『電気現場技術』、Vol.53, No.623 (2014) pp.18-21
- (2) 中出 雅彦他:「テープ巻き絶縁形ケーブル接続部の酸化劣化特性」、『電力・エネルギー部門論文誌』、121巻11号 (2001) pp.1524-1531
- (3) 田中 敦他:「テープ巻き絶縁形接続部の寿命評価」、『電力・エネルギー部門論文誌』、121巻11号 (2001) pp.1532-1537



執筆/川原 徹