

変電・地中送電設備の劣化診断・高経年運用

背景・目的

変電機器や地中送電設備では高経年運用の増加が至近年に迫りつつある。また、送電鉄塔では塩害・塵埃等による腐食の発生・進展が懸念される。そのため、電力流通設備の保守管理戦略の高度化・合理化による設備投資・保守コストの削減が重要課題となっている。

本課題では、変電・地中送電設備の合理的な高経年運用を支援するため、大型変圧器、高電圧CVケーブル、ガス絶縁開閉装置（GIS）などの主要電力機器に対する診断技術の開発とその現場適用を目指すとともに、アセットマネジメント技術を応用した個別機器の経年運用支援ならびに更新時期最適化のための保守管理手法を開発する。また、送電鉄塔などの金属部分の補修塗装の効率化を図るために必要となる塗膜劣化評価法を開発する。

主な成果

1. 変電機器および地中送電設備の診断技術の開発

経年変圧器の更新計画に必要となる、絶縁紙の熱劣化診断の大幅な簡易化を目指し、変圧器の負荷状況からこの劣化を診断する手法を開発してきた[W99033][W00031]。その診断精度を向上させるため、60kV級の実変圧器の温度上昇試験を行い、負荷と絶縁油や巻線の温度上昇の関係式を改良し（図1）、劣化を表す絶縁紙の重合度の低下率を実用的な誤差内（±10%）で推定可能にした。さらに、周波数応答解析（FRA）手法[H09008]を応用し、現場ニーズの高い柱上変圧器等の再利用判定に有効な、簡易で精度の高い携帯型の巻線短絡判定器を開発した（図2）。

また、経年設備の多い20～60kV級CVケーブルの劣化状況を正確に把握するため、絶縁性能の評価と水トリー発生様相の把握が可能な前駆遮断試験のノイズ識別精度を高めた。その結果、従来不可能であった0.3mm程度の微小な水トリー欠陥の検出に成功し、ケーブルの構造や布設環境による劣化の違いを十分な精度で把握できるようになった（図3）[H10015]。

2. 電力流通設備の保守管理・更新計画策定支援

経年電力流通設備の合理的な保守管理・更新計画策定手法の構築に向けて、変圧器などの単一設備や、ガス絶縁開閉装置や架空送電線のような複合設備を対象に、機器の経年に伴う修繕費の変化や補修効果を考慮した更新計画支援プログラムを順次開発してきた[H06014][H07013][H08011][H09010]。これらのプログラムをカスタマイズして、電力会社で運用中の変電機器、送電設備などに対する更新計画策定の支援をした。

3. 送電鉄塔の塗膜劣化評価法の開発

塗膜劣化に伴う塗膜中水分の増加等によるインピーダンス低下を利用した劣化診断手法を検討している[Q08031]。2010年度は、多様な試料形状に対応可能なアルミニウム箔電極を用いた方法で、試料形状が限定される標準的な白金電極と同等の精度でインピーダンス測定が可能であることを示し、本手法の実塗装構造物への適用性を高めた（図4）。

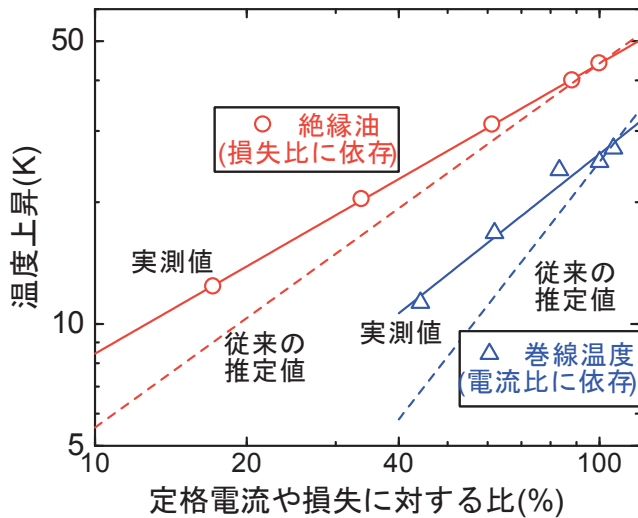


図1 60kV級変圧器による絶縁油と巻線の温度実測結果
絶縁紙の温度による劣化推定に大きな影響がある絶縁油と巻線の温度を表す新推定直線は、従来の計算手法で推定される点線の値よりも高いことが判明した。この違いを補正することにより絶縁紙の劣化推定精度を向上させた。



図2 柱上変圧器の携帯型巻線短絡判定器
この装置の測定線を柱上変圧器の巻線につなぐだけで巻線短絡の有無を即座に判定できる。
(試作：(株)電力テクノシステムズ)

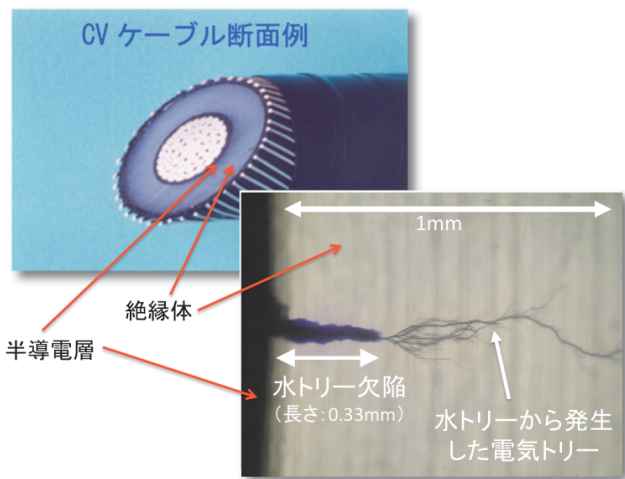


図3 CVケーブルに対する前駆遮断試験により検出された微小水トリー欠陥の例

60kV級以下のCVケーブルでは水トリーによる絶縁劣化が懸念されている。撤去CVケーブルを用いて経年による劣化進行状況を詳細に把握するためには、微小な水トリー欠陥を検出することが重要となる。この写真は77kV CVケーブル中の微小な水トリー（長さ0.33mm）から前駆遮断試験中に絶縁破壊（電気トリー）が始まっているところを捉えている。

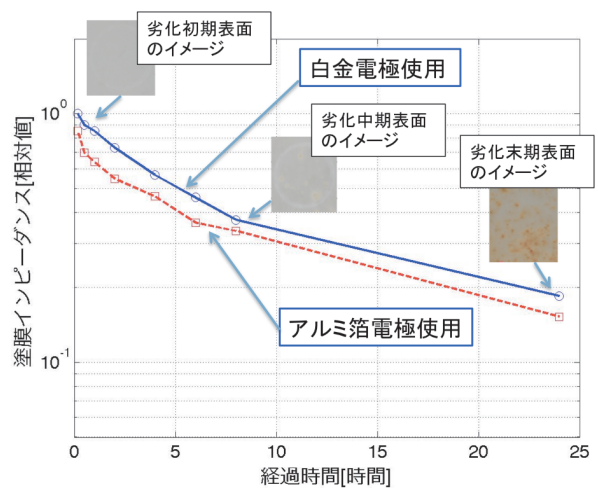


図4 屋外に曝露した塗装鋼板試験片の塗膜劣化による塗膜インピーダンスの変化（周波数1kHz）
添加剤を加えて粘度を高めた電解液と形状可変なアルミニウム箔電極を用いて測定した塗膜インピーダンスは標準的な白金電極の場合とほぼ一致した。この成果により、多様な測定対象形状が想定される現場診断手法の目処が付いた。試料はブラスト鋼板に湿気硬化形ポリウレタン樹脂塗料を下塗りしたものを用いた。