

### プロジェクト課題 - 設備運用・保全技術の高度化

# 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高経年運用支援と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

経年変圧器における絶縁紙の熱劣化診断の大幅な簡易化を目指し、変圧器の負荷履歴からこの劣化を外部診断する手法を開発してきた。これを改良し超高压変圧器を対象に、劣化を表す絶縁紙の重合度の低下率を実用的な誤差程度（ $\sim \pm 10\%$ ）で推定可能とした（図1）[H11026]。さらに、電力用変圧器の巻線異常診断法として、周波数応答解析法（FRA）を応用し、異常部位を推定できる回路モデル

を実変圧器巻線構造から構築して、巻線異常を外部診断する目的を得た（図2）[H11027]。

また、高経年特別高圧CVケーブルの劣化診断データベースを充実させ、効率的な更新を支援するために、当所で開発した長尺前駆遮断試験における部分放電識別手法を高度化するとともに、可搬型減衰振動高電圧電源による現場診断の際の部分放電測定手法を提案した[H11031]。

### 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更新計画策定手法の構築に向けて、変圧器やガス遮断器（GCB）のような単体機器、ならびにGIS等複合設備を対象に、アセットマネジメント技術を適用して、修繕費の経年変化や部分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。

これらに加え設備の経年情報や診断情報を活用した維持管理法の違いによる設備保守コストの違いや、設備の劣化状況・使用環境の違いに基づくグループ別推定による設備保守コストの評価が可能な更新計画支援プログラムを開発した（図3）[H11032]。

### 3 送電鉄塔の塗膜劣化評価法の開発

塗膜の劣化評価法として、塗膜インピーダンスを計測する手法（測定周波数1kHz）を適用した。代表的な塗装鋼板（熔融亜鉛めっき鋼板/エポキシ樹脂下塗）を用いた55ヵ月間の大気暴露試験により、塗膜の

設置面が垂直に比べ、水平や傾斜の方が劣化の進行を示すインピーダンス低下が速いことを検出でき、目視では判別し難い劣化進行を的確に評価できる目的を得た。

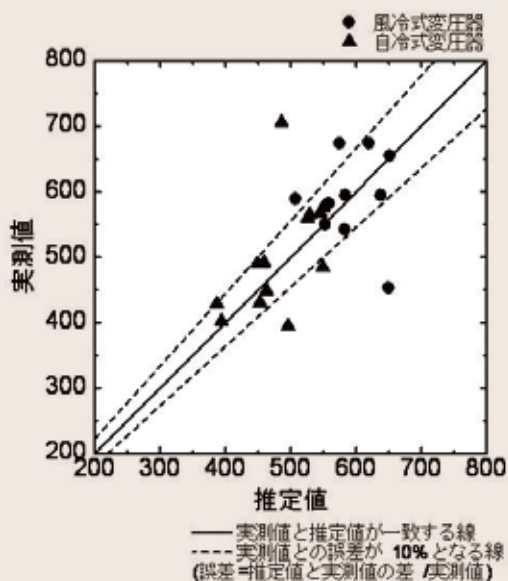


図1 66kV~275kV変圧器24台を対象とした  
 負荷履歴による巻線絶縁紙の平均重合度の  
 推定値と実測値の比較

負荷履歴をもとに平均重合度を推定した結果、24台の平均誤差は10%以下であった。

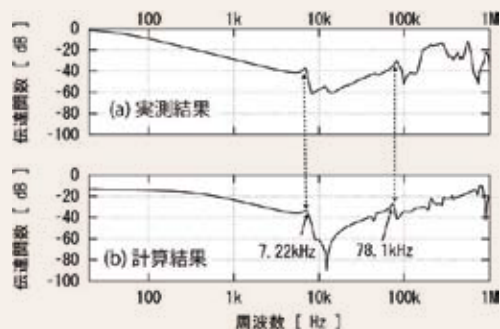


図2 66kV変圧器のFRAによる伝達関数の実測値と構造に基づく伝達関数の計算値の比較

66kV実変圧器の内部構造と寸法に基づき、変圧器回路モデルを作成し、計算した伝達関数(計測時入力電圧と出力電圧の比)のピーク周波数は、実測値と概ね一致した。この結果、変圧器の内部構造物と周波数の関連性が明確化でき、巻線異常箇所の推定に目途が得られた。例えば上図の7.22kHzのピークは1次/2次巻線間隔の変化量に応じて周波数が変化することが判明している。

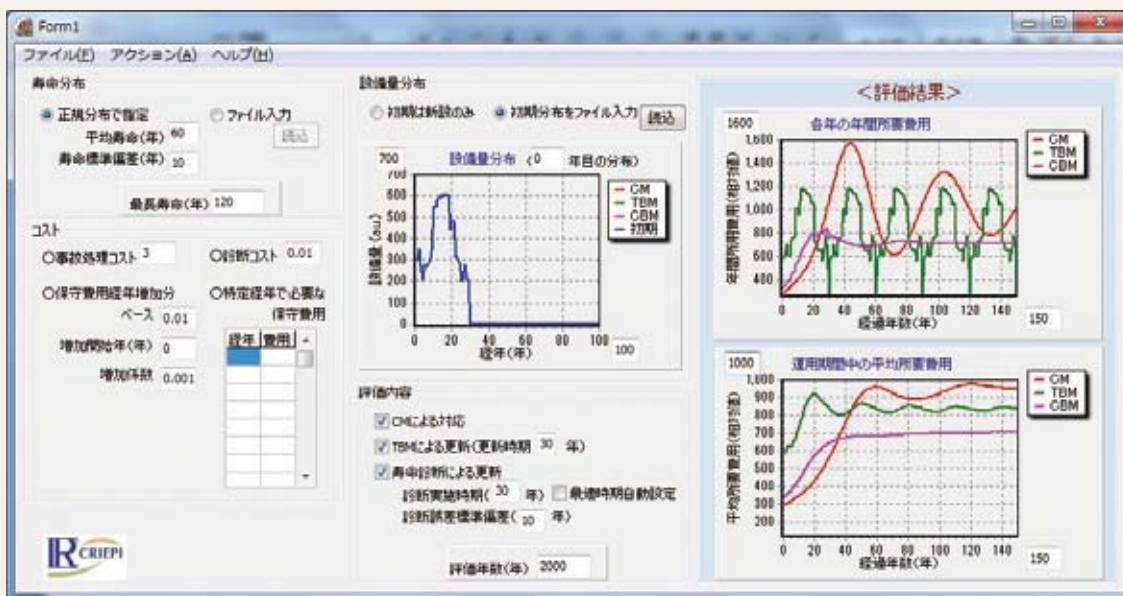


図3 維持管理法の違いによる電力設備保守計画コスト評価プログラム画面例

実行画面左～中央部で「寿命分布」、「各種コスト」、「設備量分布」を入力し、「評価内容」を指定して解析を行うと、右側のグラフエリアに「各年の年間所要費用」と「運用期間中の平均所要費用」の年間推移が表示される。右側下図の平均所要費用の例では経年30年で一斉更新を行う時間基準更新(TBM:緑線)や診断による更新判断を行う状態基準更新(CBM:ピンク線)は、経年40年頃までは故障更新(CM:赤線)より高コストとなるが、それ以後は低コストになる。またCBMの寿命診断のばらつきは標準偏差10年の正規分布を仮定しているが、この条件では常にTBMよりCBMが低コストになる。