

重点(プロジェクト)課題 - 設備運用・保全技術の高度化

経年電力流通設備の維持管理技術の構築

背景・目的

高度経済成長期などに大量導入された電力流通設備の高経年化が進んでおり、これらの更新が今後大量に生じることが予想される。経年電力流通設備に対して、費用対効果等を考慮した合理的な維持管理技術を構築し、改修や更新の平準化を図っていくことが重要である。

本課題では、合理的な設備維持管理に必須な設備診断技術の高度化を図るとともに、設備更新計画の策定を支援するために、設備運用情報や機器信頼度などを評価軸に加えた設備更新計画策定支援ツール(アセットマネジメント支援ツール)の提供を目指している。

主な成果

1 油入変圧器の診断技術開発

電力用油入変圧器の電磁力による内部構造の変化(巻線の異常)を、周波数応答解析(FRA: Frequency Response Analysis)を用いて検出する診断技術を開発している。運用中または撤去された変圧器(64台)に対してFRAを適用し、巻線異常が疑われるものは内部調査結果と照合することにより、雷サージ侵入等の不具合の懸念時の応急診断や点検時の詳細診断に分類して現場で適用可能な巻線異常判定基準を

提案した(表1)。応急診断は、雷サージの侵入など突発的な外乱により、巻線短絡や重度の巻線変形が懸念される変圧器に対してこれらの異常を判定するものであり、同一変圧器の過去データが無くても適用できる。また、点検時の詳細診断は、従来手法では検出が困難であった、経年劣化したプレスボード*1の収縮による巻線位置ずれ等の軽微な巻線異常を診断可能である(図1)[H14010]。

2 OFケーブル*2の診断技術開発

OFケーブルについては、近年、油中ガス分析で異常なしと判定されたにも関わらず、解体調査の結果、ケーブル絶縁層や補強絶縁層で部分放電(PD: Partial Discharge)の痕跡が認められる事例が報告されており、心線近傍の微小空隙(ボイド)における部分放電が原因で劣化が進展し、絶縁破壊に至る可能性が指摘されている。OFケーブルの部分放電による劣化進展様相の解明を目指して、実ケーブルシステムの構造に近い、同軸円筒形状で油圧

調整システムを備えたケーブルモデル絶縁系を用い(図2a)、部分放電発生から絶縁破壊に至るまでの部分放電の特性を評価した。油隙欠陥内に最低許容油圧付近の油圧が加わった状態でも高頻度の部分放電が発生・継続し得ることや、ある程度のリードタイムを経て絶縁破壊に至ることを明らかにした(図2b)。これらの結果から、実線路における部分放電計測により、劣化の進展が検出できる可能性を示した[H14011]。

3 アセットマネジメント支援プログラムの開発と階層別アセットマネジメント支援技術

合理的な設備維持管理のため、「アセットマネジメント技術」の導入が検討されている。日本では従来から高い供給信頼度の維持が前提とされ、低事故率の設備を予防保全的に運用してきたため、事故リスクの評価に加え通常運用中の保守管理コストに注目する必要がある。当所では、保守管理計画策定において重要となる、利用データの精度や評価プロセスの客観性の担保を支援する技術を「アセットマネジメント支援技術」と定義し、保守関連データと保守実態

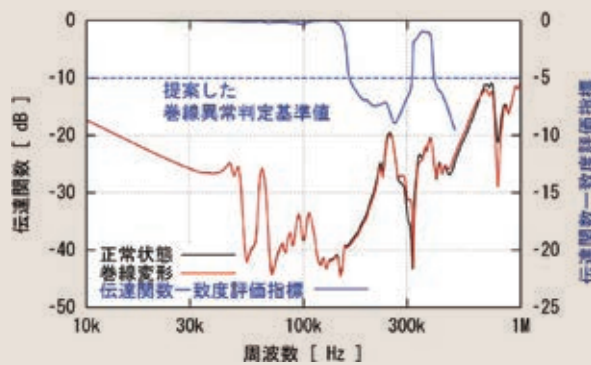
の調査結果に基づき、各種送変電設備に対する支援プログラムを試作した。アセットマネジメント支援において、一般に利用可能データの詳細度は対象設備や運用条件で異なることから、利用可能データの詳細度に応じた評価を行う「階層別アセットマネジメント支援技術」を提案した[H09]。各種設備の維持・更新計画案に対してアセットマネジメントの観点に立った評価を加えることにより、設備の合理的な高経年対策の策定への活用が期待される。

*1 良質の植物繊維ですいた湿紙を重ね合わせ加圧して製造したもので、油入変圧器内でスペーサ等の絶縁材料として使われている。

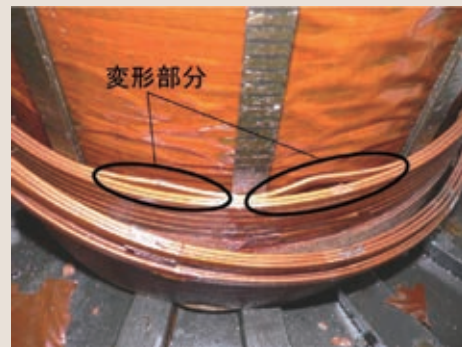
*2 絶縁体に絶縁油と絶縁紙を用いたケーブル。外部から油を供給し、油圧を大気圧以上に保つことでボイドの発生や空気、水分の侵入を抑制している。

表1 提案した巻線異常判定基準

適用場面	診断対象	判定方法例
応急診断	重度の変形	各相の伝達関数差(1 kHz)に着目して判定
	巻線短絡	各相の第一共振周波数の差に着目して判定
詳細診断	軽微な巻線変形・ずれ	正常状態のデータと比較し、伝達関数一致度評価指標が閾値以下であれば異常と判定



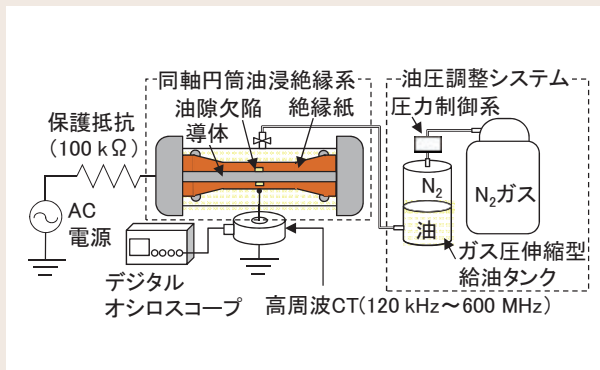
(a) 変圧器の伝達関数と一致度評価指標



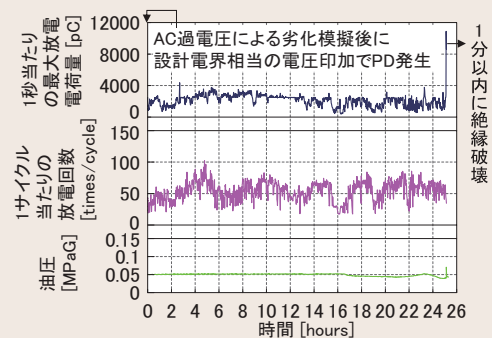
(b) 巻線の変形状況

図1 強制的に巻線変形させた変圧器のFRAによる診断例

FRAでは、変圧器伝達関数を正常状態の時に測定しておいた過去データと比較し、その変化の有無から巻線異常を検出する。この時、比較する2つの伝達関数の一致度を客観的に評価する指標を提案し、同指標を用いた巻線異常判定基準を提案した。



(a) 同軸円筒形状モデルと試験系の概要



(b) 絶縁破壊に至るまでの部分放電様相

図2 OFケーブル接続部モデル試験の概要

(a)のように同軸円筒電極間を絶縁油と絶縁紙で絶縁し、その一部に実設備で発生し得る油隙欠陥を設け、大気圧より高い油圧下で部分放電を発生させた。高周波CTとデジタルオシロスコープを用いて部分放電を観測した結果、(b)のように高頻度の部分放電が継続し、最終的に絶縁破壊に至ることが明らかになった。また、絶縁破壊直前に比較的電荷量が大きく、高頻度の部分放電が継続発生する期間があった。この特性の変化が絶縁破壊の兆候を示していると考えられる。