

変電機器の電装品交換周期延伸に関する研究

保守業務の合理化・省力化と永続的な点検費用削減の実現

A Study for Extending Replacing Cycle of Electric Components in Power Equipment

A Materialization of Rationalization, Labor - Saving, and Cost Reduction in Maintenance

(工務技術センター 技術G)

(Technical Section, Electrical Engineering Technology Center)

電装品の劣化による変電機器の不動作障害を防止するため、定期的に電装品の交換を実施している。今回、電装品の使用寿命を見極めるため、実フィールドから収集した経年電装品の劣化状態および耐久性の評価を行い、交換周期の延伸が可能であることを突き止めた。

Electric components such as auxiliary relays, electromagnetic switches, and limit switches in control circuits of power equipment, are replaced periodically in order to avoid troubles in operation. We investigated deterioration condition and durability of electric components sampled from substation equipment in order to evaluate their life time. As the result, it has been proved that the replacing cycle of electric components can be extended.

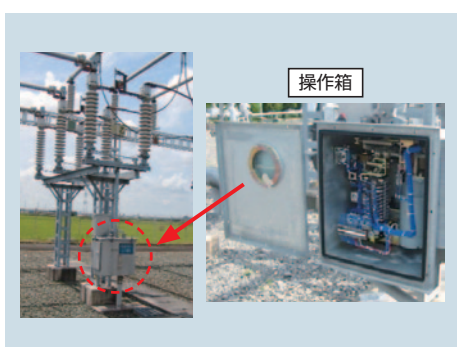
1 研究の背景および目的

変電機器(遮断器、断路器、電力用変圧器など)の操作装置には、多数の電装品(第1図)が使用されており、これらは変電機器を動作させる回路を構成している。当社では、電装品の劣化不良による機器の不動作障害を未然に防止するため、電装品を定期的に交換するとともに、交換周期については、電装品の製品改善状況を踏まえて延伸し、合理化・省力化を図ってきた。



第1図 電装品の例

一方、電装品は、収納されている操作装置(以下、操作箱という)の箱内環境(温度、湿度、塵埃等)により劣化状況が異



第2図 気中形断路器および操作箱

なり、特に気中形断路器(第2図)の電装品については、操作箱の密閉性が高く外気の影響を受けにくいことから、劣化度が低いことが分かってきた(技術開発ニュース140号 2010.10)。

そこで、今回、電装品交換周期の更なる延伸に向けて、気中形断路器を対象として実フィールドにおける経年電装品の劣化度を詳細に調査のうえ、各種耐久性評価試験によりその耐用年数の見極めを行った。

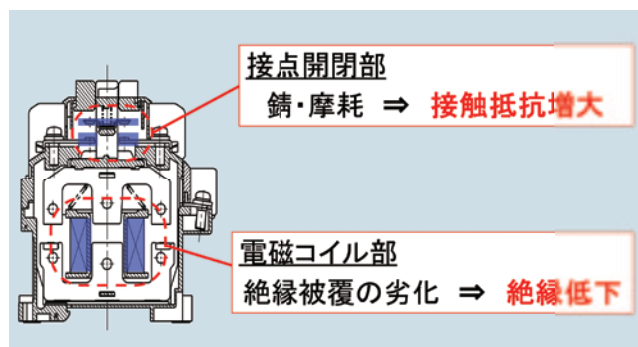
2 調査対象および劣化度評価方法

管内全域(5県)の様々な変電所における気中形断路器から、現行の交換時期(経年18年程度)に達した電装品577個を採取し、これらを対象として調査を行った。

電装品の寿命に繋がる主な劣化要因としては、接点开閉部における接触面の錆や摩耗等に起因する接触不良と、電磁コイル部の巻線絶縁被覆の劣化による絶縁低下が知られている(第3図)。そこで、採取した電装品について、

- ・接点开閉部の接触抵抗値
- ・電磁コイル部の絶縁耐力

を調査し劣化度を評価することとした。



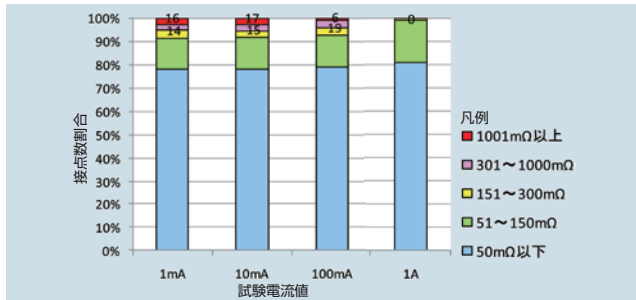
第3図 電装品の劣化部位(電磁接触器の例)

3 接点开閉部の接触抵抗調査

採取した電装品の全接点について接触抵抗値を測定した。JIS規格(C5442)に定める試験方法(電流値1A通電時1000mΩ以下)に加え、接点の酸化被膜等の微小な劣化傾向をとらえるため、小電流(1~100mA)による接触抵抗測定を行った。結果を第4図に示す。

全数620接点のうち、JIS規格の不良判定値を超過したものはなく、小電流による測定でも約97%は1000mΩ未満であり、接点开閉部に劣化傾向は見られなかった。

したがって、接点开閉部は経年18年程度の時点において継続して使用可能な状態であることが分かった。



第4図 接点開閉部の接触抵抗測定結果

4 電磁コイルの絶縁耐力調査

電磁コイル部の絶縁耐力については、エナメル巻線の絶縁被覆状態を確認したうえで絶縁破壊試験を行い、調査した。

まず、エナメル巻線絶縁被覆の状態確認手法として、下記の試験を考案した。

<絶縁被覆の状態確認試験>

電磁コイルよりエナメル巻線を巻き取り、試験用の試料巻線を作成する。試料巻線と電極(銅板)を浸透液(食塩水+フェノールフタレイン溶液)に浸し、直流電圧を印加する。この時、絶縁被覆に損傷(銅線の露出)箇所があると、試料巻線と電極との間で食塩水の電気分解が進行し、フェノールフタレイン溶液が赤色に変色する(第5図)。

採取した電装品の電磁コイル部エナメル巻線に対して本試験を行った結果、異常判定となっ

たサンプルはなく、絶縁被覆に銅線が露出するほどの著しい劣化や損傷はないことが確認できた。

次に、上記の試験を行った試料に対して絶縁破壊試験を行った。その結果、全ての試料で絶縁破壊電圧は1000V以上あり、寿命指標ライン(200V)より十分に高い絶縁耐力を有していることが確認できた。また、経年に対する劣化傾向も見られなかった。

前述の接点開閉部の接触抵抗と電磁コイルの絶縁耐力の調査結果より、気中形断路器の電装品は経年18年程度の時点で接点・コイルともに良好な状態にあり、さらに継続して使用可能な状態と判断できた。

5 電装品の耐用年数評価

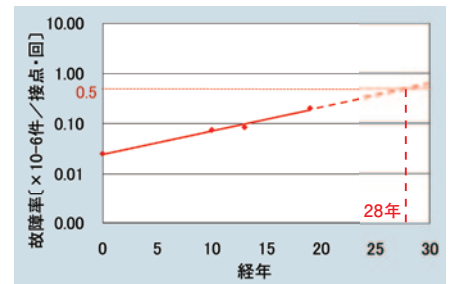
最後に、採取した電装品の接点開閉部と電磁コイル部に対して機械的・電気的な耐久性評価試験を行い、電装

品交換周期の延伸可能年数を見極めた。

接点開閉部の耐久性評価として20万回の多数回動作を行った。その結果、破損した接点はなく、接点開閉部の機械的耐久力は一般的な断路器の動作回数(1万回以下)に対して十分な耐久性を有していた。

一方、電気的耐久性については、多数回動作により一部の接点に接触抵抗値の増加が見られたが、JIS規格の不良判定基準値を超過する接点はなかった。抵抗値の上昇傾向から統計的に故障率

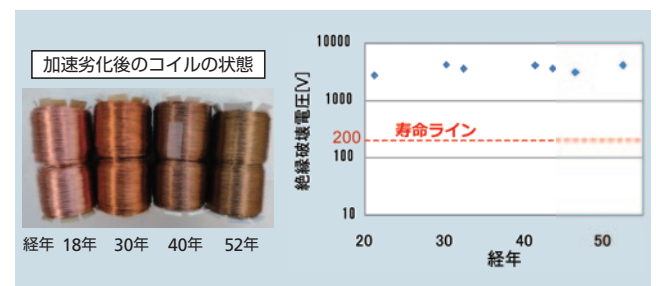
を算出したところ、経年28年程度で故障率が規格の水準に達すると推定された(第6図)。



第6図 接点開閉部の電気的耐久性評価

次に、電磁コイル部の耐久性評価としてコイル巻線の加熱による加速劣化試験を行った。

コイル巻線に対して120℃恒温槽で模擬経年50年相当の加速劣化をさせ、その後絶縁破壊試験を行った。加速劣化後のコイル巻線の状態および絶縁破壊試験結果を第7図に示す。加速劣化後も絶縁耐力に低下傾向は見られず、期待寿命は50年以上と推定された。



第7図 電磁コイル部の耐久性評価

以上の耐久性評価結果より、電装品の寿命を決定づける要因は接点開閉部の電気的性能であり、その実力耐用年数は28年程度と推定された。

6 おわりに

実フィールドから採取した電装品劣化度評価の結果、気中形断路器の電装品の実力耐用年数は28年程度と推定され、現状の交換周期(18年)から延伸が可能と判断した。本研究の成果により、保守業務の合理化・省力化および持続的なコストダウンが実現できる。

なお、気中形断路器以外についても、屋内など良好な環境下に設置された機器に対して本研究の成果を適用可能と考えられる。



執筆者/中田祐樹