

大容量分路リアクトルの現地修理

内部構造と外部診断による現地修理可否判断

On-site Repair of Large Shunt Reactor

Preliminary Assessment toward On-site Repair by Internal Structure and External Diagnosis Results

(工務技術センター 技術G)

大型油入機器で内部故障が発生した場合、工場への返送は輸送手配の時間と多大な輸送コストを要する。今回、大容量分路リアクトルの修理方法を検討した結果、内部構造の特徴や油中ガス分析をはじめとする外部診断の結果から現地修理可能との判断に至り、現地修理を実施した。

(Technical Section, Electrical Engineering Technology Center)

Sending back large oil-immersed equipment from site to the factory after an internal fault requires a long time for arrangements and huge cost for transportation. In order to cope with this issue, a preliminary assessment for repair work of a large shunt reactor was carried out. It concluded that on-site repair was possible considering the feature of internal structure and the results of external diagnosis including dissolved gas analysis. This article introduces an actual example of on-site repair.

1 現地修理に至る経緯

近年、大型変圧器に分解輸送を適用する例が増加しており、その技術を活用した現地修理の確立が期待されている。しかし、多くの既設設備は現地での分解組立に配慮した構造となっておらず、大容量分路リアクトル(以下ShR、系統の進相無効電力を調整する機器、第1表参照)についても現地での分解組立の実績はない。今回、不具合のあったShRを修理するに当たって、第2表に示す状況から現地修理技術を確認する必要があると判断した。

第1表 機器仕様

	定格電圧	66.5kV
	定格容量	100MVA
	機器総重量	60ton
	輸送重量	39ton

第2表 現地修理の必要性

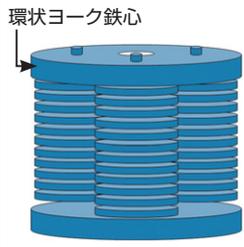
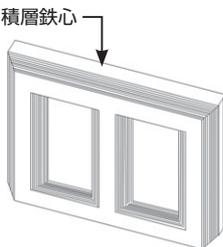
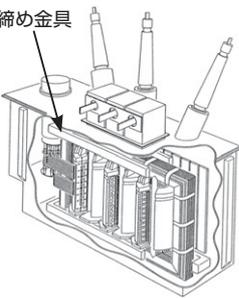
状況	内容
系統への影響	ShR停止期間を短縮することで系統上の運用制約を軽減できる
輸送の困難化	輸送回避により許可申請の期間および輸送費を削減できる
同形器の修理実績	シールドの接地線不完全接触による部分放電の修理方法が確立できる

2 ShRの分解・組立性

ShRは変圧器と比較して構造が単純という特徴がある。第3表にShRと変圧器の構造比較を示す。ShRの上部ヨークは環状構造で、ボルトを外せば重機を使用して解体することができる。一方、変圧器の鉄心は薄板の積層構造であり、解体には締め金具の取り外しや手作業での薄板の抜き取りが必要となる。また、変圧器は高低圧等の2つ以上のコイルで形成され、電圧調整のためのタッ

プコイルも組み込まれているが、ShRは1つのコイルで形成されるため、分解組立の難易度は相対的に低いといえる。さらに、ShRのリード線は各相の引き出し用と中性点用に限られるのに対して、変圧器は多数のタップリードが存在するため、解体に要する時間は前者のほうが短くなる。部分放電発生が懸念される部位(シールド)はコイルの最も内側に組み込まれており、上部ヨークおよびコイルを吊上げ解体することで取り外すことができる。

第3表 ShRと変圧器の構造比較

	ShR	変圧器
鉄心		
(外観)		
巻線		
リード線	・各相引き出し用リード ・中性点引き出し用リード	各相引き出し用リードおよびタップリード等が多数存在

3 修理部位の特定

現地修理実現に向け、外部診断により修理部位の絞り込みと影響範囲の推定を行うとともに部分放電測定による診断を行った。

(1) 油中ガス分析

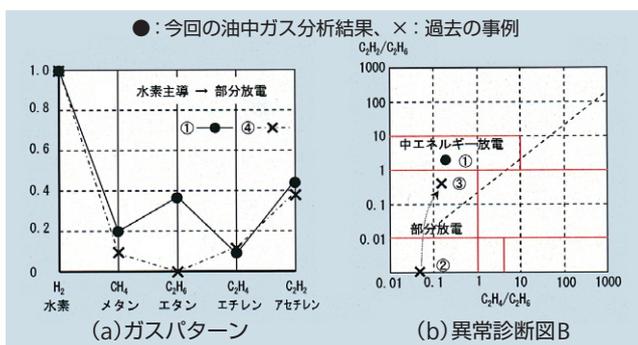
変圧器やShRのような油入機器の場合、内部での不具合の有無を把握するため定期的に油中ガス分析を行っている。機器内部の絶縁油中で過熱や放電等が発生すると、その影響により絶縁油が分解し様々なガスが発生する。油中ガス分析は、そのガスの様相を観測することで内部での不具合の有無を監視できるというものである。修理対象のShRおよび過去に経験した事例の油中ガス分析結果を第4表、第5表および第1図に示す。ガスパターン(第1図(a))はいずれも「水素主導」でアセチレン(C_2H_2)の発生を伴う状況であり、部分放電などの現象が想定される。一方、異常診断図B(第1図(b))では、過去の事例は正常な状態(②)から低エネルギーの部分放電領域(③)にプロットが移動している。修理対象のShRは中エネルギー放電領域にプロットされ、過去の事例よりもガスの発生量は多いものの、ガスの発生状況は概ね類似しており、内部構造も同種であることから、接地線外れによる電位フロートが発生している可能性が高いといえる。

第4表 修理対象ShRの油中ガス分析結果 [ppm]

分析年月日	H ₂	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₂ H ₄	C ₂ H ₂	CO	TCG
①2010/ 6/ 2	166	32.7	61.7	14.3	72.3	77.2	424.2

第5表 過去の事例の油中ガス分析結果 [ppm]

②2006/11/20	7.2	21.9	74.1	3.9	0	45.3	152.4
③2007/ 4/20	71.7	28.0	74.2	10.8	24.9	50.5	260.1
④差分(③-②)	64.5	6.1	0.1	6.9	24.9	5.2	107.7



第1図 ガスパターンおよび異常診断図B

(2) 部分放電測定

修理部位を特定するため、部分放電センサを用いた部分放電位置標定を行った。三次元で放電位置を検出するため、タンクに4個のセンサを配し、それぞれのセンサで検出する部分放電パルスの時間差から放電位置を標定するというものである。

部分放電測定は以下の手順で実施した。

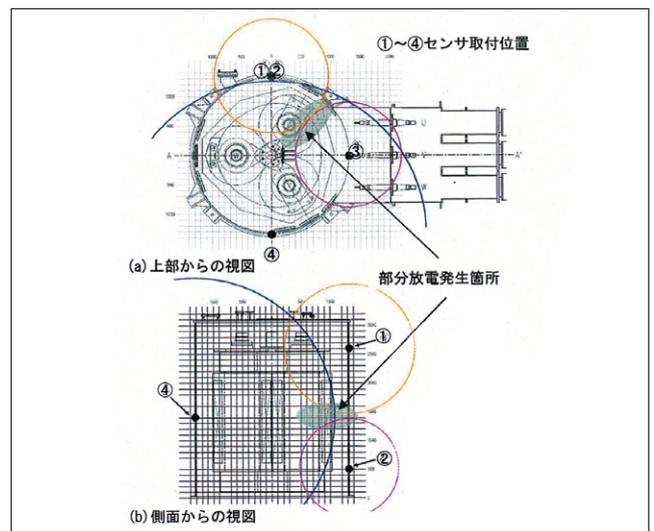
①「部分放電発生有無確認」主回路を切り離し、各相一括

して電圧を印加し部分放電有無を確認

②「部分放電発生相確認」各相に電圧を印加し部分放電が発生している相を判別

③「部分放電位置標定」タンクに部分放電センサを配し放電位置を標定

①、②の手順で放電箇所はU相巻線であることが特定できたため、その部位での放電を捉えられるように部分放電センサをタンクに配置し部分放電測定を実施した。部分放電位置の標定結果を第2図に示す。標定結果から、部分放電はU相巻線のシールド部の中央部分が予想される状況であった。



第2図 部分放電位置標定結果

4 まとめ

現地解体を実施した結果、想定どおりの部位で放電の様相が確認された。現地修理状況を第3図に示す。

現地修理実施のためには、分解組立や重機設置のスペースがあること、天候・湿度が安定した季節であること、工場に準じた品質管理基準を設定することがポイントとなる。



第3図 現地修理の状況

大容量ShRの現地修理に取り組んだ結果、工場返送修理に比較して約40%の工程短縮を図り、系統上の運用制約期間を短縮できた。今回取り組んだ修理方法は、輸送重量が大きい場合にメリットが出るため、今後同様の事象が発生した場合には現地修理または工場返送修理を使い分けることとなる。



執筆者/西岡孝則