

500kV変圧器油入ブッシングの劣化調査

500kV変圧器長期使用に向けたブッシング交換周期の見極め

Investigation of Aged Deterioration of 500kV Oil-immersed Bushing

Finding out Replacement Cycle of Oil-immersed Bushing for Long-term Use of 500kV Transformer

(工務技術センター 技術G)

(Technical Section, Electrical Engineering Technology Center)

500kV変圧器油入ブッシングは、交換時のコストが大きく、停電調整も困難であるため、劣化状況を的確に把握し、保守、更新計画を立てる必要がある。本稿では交換対象となった500kVブッシングを解体調査し、得られた知見を紹介する。

It is important to plan maintenance or replacement with grasping the degree of deterioration of Oil-immersed bushing, because the replacement cost of bushing is high, and scheduling downtime of 500kV transformer is difficult. This article introduces knowledge which is acquired by dismantlement research of aged 500kV Oil-immersed bushing.

1 背景と目的

近年、電力用変圧器の高経年化が進行しており、長期使用に向け、ガスケットや付属品の交換（以下大規模修理）が必要となる時期を迎えつつある。このうち、500kVブッシングの交換はコスト面で問題になること、基幹系統は作業停電の調整が困難であることといった課題がある。このため、ブッシングの劣化状況を予め把握して、状態に応じた処置を施すことが肝要である。

そこで、大形変圧器の大規模修理に合わせ、撤去される500kVブッシングを解体し、碍管、内部構造物の劣化状況を調査した。その結果、今後のブッシングの保守方針および更新時期の見極めの一助となるデータを得たため紹介する。

2 調査対象ブッシングの仕様

調査対象ブッシングは、500/275kV主要変圧器の大規模修理により交換対象となった500kVブッシングの青相および白相とした。ブッシング仕様は第1表の通りである。また、対象変圧器の写真を第1図に示す。



第1図 大規模修理対象変圧器 (500/275/70kV 1000MVA)

第1表 調査対象ブッシングの仕様

定格電圧・電流	550kV・2000A
製年(経年)	1978年(34年)
絶縁油劣化防止方式	油浸紙コンデンサ形

3 調査結果

3-1 絶縁油分析結果

第2表に油中ガス分析および絶縁油特性の測定結果を示す。

(1) 油中ガス分析

青相ブッシングでは、エチレン、アセチレンが電気協同研究の管理値以下であり、発生量も少ないため、内部での過熱・放電は発生していない。また、酸素量も少ないため、気密は保たれていたと考えられる。

一方、白相ブッシングでは、エチレンが電気協同研究の管理値10ppmを超過している。このため、内部で軽度の過熱現象が発生していた可能性がある。また、酸素量が22,374ppmと極めて多く、内部への空気侵入が認められた。

(2) 絶縁油特性

青相ブッシングでは、いずれの特性も正常値を示しており、絶縁油は良好な状態を保っていた。

一方、白相ブッシングでは、水分浸入による電気特性の低下が確認された。また、絶縁油の酸化・加水分解と思われる色相の変化が見られた。

第2表 油中ガス分析および絶縁油特性測定結果(解体前)

分析項目		管理値	青相	白相
油中ガス分析	エチレン(過熱)	ppm	10	3
	アセチレン(放電)	ppm	0.5	nd
	酸素(気密性)	ppm	—	1.789
絶縁油特性	水分	ppm	20	5.3
	油耐電圧	kV/2.5mm	50	78.3
	誘電正接	%	—	0.35
	色相	—	—	1.0

3-2 電気試験結果

撤去ブッシングを工場へ持ち込み、解体調査する前にJEC受入試験相当の試験を行った。

青相の電気試験では、AC耐電圧試験に異常なく耐え、部分放電試験においても異常は確認されなかった。

一方、白相についてもAC耐電圧試験に異常なく耐え、部分放電試験において絶縁油特性の劣化はあるものの部分放電の発生は認められなかった。なお、水分浸入量の増加やスラッジ、錆の付着状況によっては内部放電の発生が想定される。

3-3 解体調査結果

事前の机上検討や、過去の障害実績などの経験に基づき、劣化が懸念される箇所を列挙・整理し、解体調査を行った(第3表)。磁器碍管やコンデンサコア等には劣化が認められなかったが、ガスケット、フランジ各部に劣化が確認された。

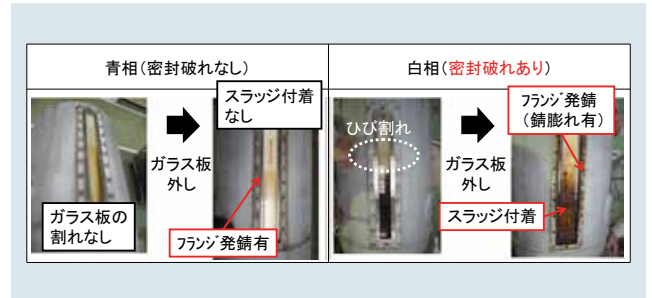
以下に主要箇所の調査結果を示す。

(1) 油面計部

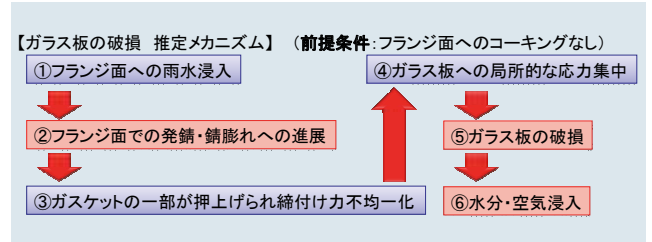
青相、白相ブッシングの油面計部調査結果を第2図に示す。同図に示す通り、青相ブッシングにおいては、ガラス板の破損はなく、スラッジの付着はなかった。一方、白相ブッシングにおいては、油面計の割れ、フランジ部の発錆、スラッジの付着が確認された。フランジ部の錆は浸食や錆膨れまでに進展していた。白相ブッシングの油面計破損については、第3図に示すメカニズムを推定した。

(2) 下部フランジ部

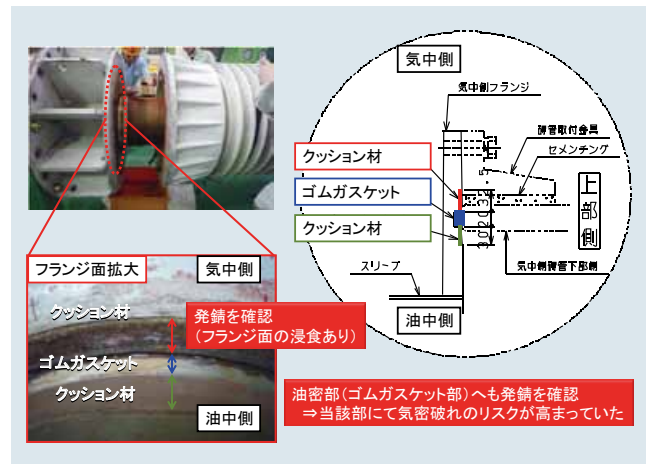
ブッシング下部フランジ部の調査結果を第4図に示す。当該部における、発錆は以下に示す2ルートからの水



第2図 油面計の様相比較



第3図 油面計劣化メカニズム



第4図 下部フランジの発錆状況

第3表 劣化が懸念される箇所の調査結果

部位	劣化傾向
磁器碍管	碍管の割れ、欠け等はなく劣化傾向は認められない。また、UT(超音波探傷試験)においても、碍管端部の異常は確認されなかった。
コンデンサコア	放電、過熱の痕跡はなく、異常は確認されなかった。電力用コンデンサで確認されるような、アルミ箔端部におけるワックス生成等もなく、状態は良好であった。なお、絶縁紙の平均重合度は670以上であり、変圧器の基準値(450)を満足していた。
絶縁油	油密破れがないものについては、油耐電圧、油中ガス分析などに異常はなく劣化傾向は認められない。
ガスケット	一部ガスケットにおいて、圧縮永久歪率が90%程度まで悪化しているものを確認した。
フランジ各部	水分浸入に伴うフランジ面の発錆を確認した。

分浸入に起因したものであると推定した。

- ① フランジ部からの雨水浸入
- ② セメンチング部からの雨水浸入

同部はコーキング処理を施しておらず、雨水が浸入し得る状況であったため、フランジ内部への雨水浸入、クッション材部での水分保持を経て発錆したと考えられる。なお、下部フランジの発錆様相は青相、白相ブッシングともに同様な傾向を示した。

4 今後の展開

今回の油入ブッシングの解体調査結果により、油入ブッシングの内部状態を推定するには、油中ガス分析、絶縁油の分析が有効であることを確認した。また、ブッシングの劣化は水分浸入を起因とするため、フランジ各部のコーキング処理が保守上有効であり、据付時からブッシングへのコーキング処理を行い延命化を図る。



執筆者/ 稲川 諭季彦