

変圧器LR油中スラッジの特性および機器機能への影響評価

変圧器LR開放点検の周期延伸に向けて

Study of Sludge Characteristics contained in Oil of Transformer OLTC (On Load Tap-Changer) and Evaluation of its impact to Equipment Performance To Extend The Maintenance Frequency of OLTC Open Inspection

(工務技術センター 技術G)

変圧器のLR(負荷時タップ切換装置)は、需要変動に伴う電圧変動を一定範囲内に維持する役割を担っている。今まで運転していた電圧タップから隣接する次の電圧タップへの通電経路の切換時には抵抗器で電流を制限しながらループ切換を行うため必ず油中アークが発生する。このため、切換を重ねることにより接点消耗量の増加と絶縁油中スラッジの発生・付着・蓄積が進行することとなる。そこで、それを除去するための開放点検周期の延伸に向けスラッジの量・成分の検証、実機モデルによる活線浄油機の清掃効果の確認および負荷開閉試験から電氣的・機械的に評価を行った。

この結果、LR切換回数に応じた開放点検を行うことで機能維持が期待できることを確認した。

(Technical Section, Electrical Engineering Technology Center)

The OLTC (On Load Tap-Changer) for transformers has the role of maintaining voltage within a certain range when voltage variation occurs due to demand fluctuation. When the energizing path is switched from the current operating voltage tap to the next voltage tap, the loop is switched by using a resistor to limit the current. Therefore, an arc is always generated in the insulating oil. So, the more the energizing path is switched, the more the contact consumed, and the more sludge is accumulated in the insulating oil. In order to extend the OLTC maintenance frequency for taking the sludge away, we examined the amount of sludge and its components, verified the cleaning efficiency of oil filter by using the actual equipment, and evaluated cleaning efficiency based on both electrical and mechanical load switch tests.

As a result, we confirmed that OLTC maintenance according to the switching number of OLTC maintained equipment functions.

1 背景と目的

変圧器のLR開放点検は、所定の切換回数若しくは所定の運転期間のうちどちらか早く到達する時期に行っている。

最近の検討から接点切換に伴う切換回数と接点消耗量および接点形状を把握できるようになった。一方、接点のアーク消耗時および機構動作時に発生するスラッジが絶縁性能などの機器機能に与える影響についてはこれまで知見が不足していたため、点検周期の合理化(延伸)を図ることは困難であった。

そこで本研究では、小規模モデルによるアーク開閉での接点消耗と共に発生するスラッジの量・成分の検証、実機モデルによる活線浄油機の清掃効果の確認および負荷開閉試験から機器の状態を電氣的・機械的に評価を行った。

2 研究の概要

(1) 小規模モデル(接点単体)試験によるスラッジの発生確認および特性評価

接点単独でアーク開閉できる装置を製作し、切換に伴い発生するスラッジの量・成分および絶縁油特性の評価を行った。試験パラメータは接点種別(3種類)における切換電流および切換回数とし、一定切換回数ごとに各種測定を行った。

測定結果から切換回数と切換に伴い発生する油中スラッジ(ここでいうスラッジとは主に切換により発生するカーボン(C)、銅(Cu)、タングステン(W)である。)量

の増加はおおむね同じような傾向を示した。また、スラッジの特性(第1表)からカーบอนは比較的長期間油中に浮遊しているが、金属粉(銅・タングステン)は発生後の初期段階で沈降する。なお、一度沈降した金属粉は、試験後の状態確認から再度浮遊しないと考えられる。

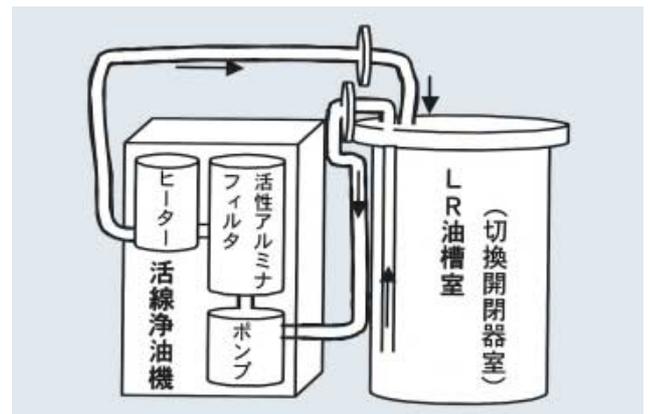
第1表 スラッジの特性

	カーボン(C)	銅(Cu)	タングステン(W)
比重(g/cm ³) ¹	2.25	8.95	19.3
粒径(μm)	0.1~0.5	1~3(球形 ²) 5~20(非鉄 ²)	3.3(成型時 ³) 5~20(非鉄 ²)

- 1: 一般的な特性
- 2: 分析フェログラフ結果から油中内スラッジ粒径の読みとり
(付着・沈降したスラッジは含まず)
- 3: 一般的な特性(合金メーカー聞き取り調査)

(2) 実機モデルによる活線浄油機の清掃効果評価

通常LR油槽室内に発生する油中スラッジは活線浄油機を使用して捕獲している。そこで活線浄油機の清掃効果(スラッジ捕獲能力)についてLR油槽室が透明なモデルを製作し評価を行った。(第1図)

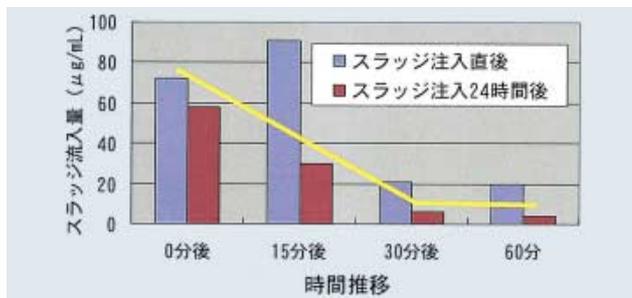


第1図 清掃効果評価モデルイメージ図



第2図 活線浄油機によるLR油槽室の清掃の推移(ヒーターON)

第2図はLR油槽室の活線浄油機による清掃効果の推移である。前項(1)で2万回切換後の絶縁油4に対し新品絶縁油3の混合比とした絶縁油を一度に投入した条件では活線浄油機を30分(油槽内の絶縁油が1循環)程度運転することにより清掃されていることが分かる。また、LR油槽室から活線浄油機へ流入するスラッジ量の時間推移(第3図)からも30分以降は変化が少ない。なお、スラッジ注入後の時間推移からスラッジ発生直後に運転した方が効果的である。



第3図 活線浄油機(運転開始後)へのスラッジ流入量の変化

(3) 実機モデルによる負荷開閉試験からの評価

代表的な2機種を用いて20万回相当(単相試験装置にて実施)の負荷開閉切換を行い発生するスラッジの機器性能に与える影響(耐電圧試験などの電気的特性および内部状態把握による機械的特性)について評価を行った。また、活線浄油機の運転状況は実フィールド換算で166~266日ごとという厳しい試験条件とした。



第4図 試験による機器へのスラッジ付着状況

電気的评价となる耐電圧試験結果からは、金属粉・カーボンが沈降および絶縁部沿面に付着している状況でも

絶縁部沿面で放電に至ったケースはなく、放電に至ったケースは全て長期間浮遊しているカーボンの影響を受ける絶縁油中の狭隘部であった。なお、この狭隘部においてもそれぞれの機種において耐電圧試験で10~15万回相当まで良好であった。

機械的には、50万回以上の負荷開閉試験を行ったが、動作状態や吊り上げ時の内部状態から摺動部への金属粉の侵入等による機械的に影響を及ぼしているような現象は確認されなかった。

3 まとめ

今回、これまで知見が不足していた変圧器のLR動作により発生するスラッジが機器機能へ与える影響について評価した。

この結果、負荷開閉試験による所定回数の切換において電氣的・機械的な影響はほとんどないことが解った。なお、耐電圧試験から放電現象が顕在化した絶縁油中の狭隘部は絶縁油中に浮遊するスラッジ(主にカーボン)の影響が挙げられるが、通常の活線浄油機の運転頻度から浮遊するスラッジは清掃されると考えられる。

以上の評価およびLR切換回数と切換に伴い発生する油中スラッジ量はおおむね同じような傾向を示すことから、活線浄油機の清掃効果を条件にLR切換回数に応じた開放点検を行うことにより機能維持が期待できる。

なお、絶縁油中の有機酸や水分の除去は、活線浄油機中の活性アルミナが担っているため、その吸着能力を維持することも大切である。

4 今後の展開

今回の成果を基に一部の機種についてLR開放点検周期の延伸に反映する予定である。

執筆者 / 和田忠幸
Wada.Tadayuki@chuden.co.jp