

VCB点検合理化に向けた実用化研究

グリースの劣化状況とその動作への影響の解明

Study on Practical Application for Rational Maintenance of Vacuum Circuit Breakers

Analysis Result of Grease Deterioration and Influence for Vacuum Circuit Breaker Operation

(工務技術センター 技術G)

当社の配電用変電所で約1万6千台の真空遮断器(以下「VCB」)が使われている。これまで、遮断部に使われている真空バルブの劣化調査を行い寿命の見極めを行ってきた。

一方、VCBの操作機構部にはグリースが使われており、確実に動作できる状態を維持するためには適切な点検手入りが不可欠となる。

今回、このグリースの劣化状態についてフィールド調査・分析を行うとともに、劣化したグリースが操作機構部の動作に与える影響を評価したので報告する。

(Technical Group, Electrical Engineering Technology Center)

Approximately 16,000 vacuum circuit breakers (hereinafter called VCB) are used in distribution substations of our company. We have conducted investigations of the deterioration for vacuum valves used in the current interrupting part in order to assess their lifetime.

In addition, grease is used in the operation mechanism of VCB, and appropriate inspection and maintenance are indispensable to keep good condition in which VCB can operate reliably.

This time, we have conducted field investigations and analysis of the grease deterioration level, as well as an assessment of the effects of deteriorated grease to the driving mechanism, and the results are described in this paper.

1 研究の背景

配電用変電所に適用されているVCBは、常時は安定的に通電しながら、配電線での故障発生時には確実に、速やかな遮断動作を使命としている。

このVCBを瞬時に動作させる操作機構は、金属部品から構成され、円滑に動作させるための潤滑剤としてグリースが使用されている。この状態を維持するために、これまで、一律の周期で開閉操作試験、普通点検、細密点検を行ってきた。

これらのメンテナンス効果を明らかにし、機器の構造・動作に応じた合理的なメンテナンス手法を検討するため取り組んだ。

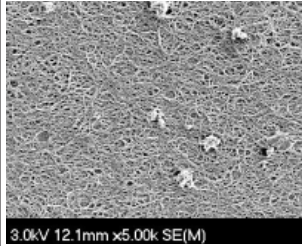
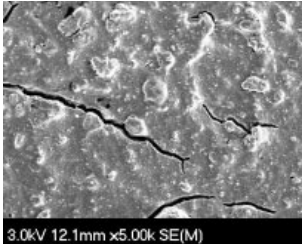
(1) グリースの劣化状態の調査・分析

操作機構部グリースのフィールド調査

グリースは基油、増ちょう剤および添加剤で構成されており、その中で増ちょう剤は基油を保持する役割を持っている。基油の保持能力を確認するため、フィールド機器からグリースを採取し、グリースの増ちょう剤の様子を電子顕微鏡で観察した(第1表)。

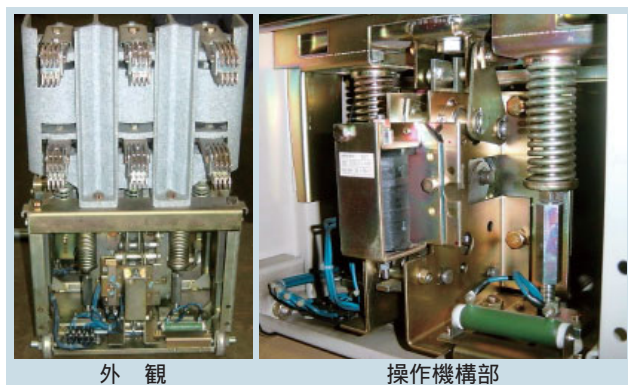
新品時に存在した増ちょう剤の網目構造が、フィールド品においては消失していることがわかる。このため、フィールド品は、増ちょう剤の消失により基油を保持することができなくなっていると推定される。

第1表 増ちょう剤のSEM観察写真 [5000倍]

新 品	フィールド品 (経年16年、動作回数318回)
	
3.0kV 12.1mm x5.00k SE(M)	3.0kV 12.1mm x5.00k SE(M)

グリースの塗布状態による基油の蒸発量の違い

実機でのグリースは、部品の表面に開放状態で塗布したものと、部品内部に密閉状態で塗布したものに分けられる。この状態を模擬(第2図)し、恒温槽にて加速劣化させ、基油の蒸発による減量を測定した。

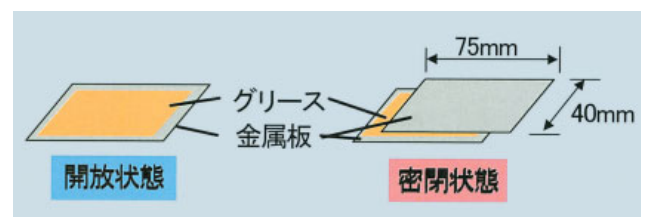


第1図 VCBの外観と操作機構部の例

2 研究の概要

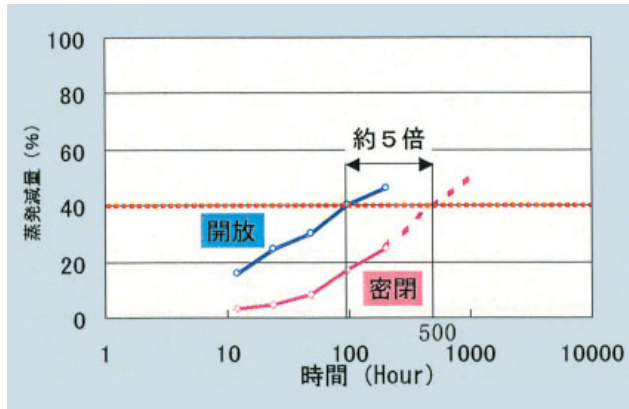
研究で実施した主な項目は、「グリースの劣化状態の調査・分析」、「操作機構部の弱点部位の抽出・モデル化」、「モデルによるメンテナンス効果の確認試験」である。

弱点部位：円滑な動作がグリースの潤滑作用に多く依存している部位



第2図 グリース塗布状態の模擬

測定の結果、蒸発減量40%を目安に比較すると、開放状態の方が約5倍も早く蒸発すると推定される(第3図)。



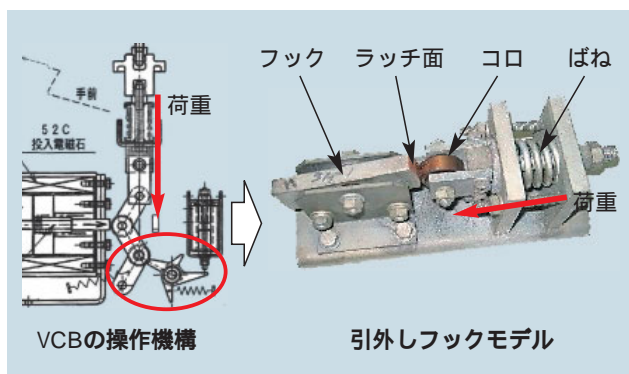
第3図 開放・密閉による基油蒸発変化の違い

(2) 操作機構部の弱点部位の抽出・モデル化

全社に設置されているVCBの約8割を占める形式について、操作機構部の構造およびその動作プロセスの分析を行った。この中から円滑な動作がグリースの潤滑作用への依存性が強い弱点部位を抽出した。

抽出した弱点部位の設計条件(材質・摺動条件・荷重など)を忠実にモデル化した。第4図に弱点部位の一例として引外しフックモデルを示す。

このモデルは、フックとコロで構成されており、双方とも、軸部はニードルベアリングを有している。コロとフックの接触部(ラッチ面)は、フックの動作をコロが回転し摺動する。すべての摺動部に操作荷重がかかっており、荷重はばねで模擬している。軸部とラッチ面の各部分にはグリースが塗布されており、軸部は密閉部、ラッチ面は開放部となる。



第4図 弱点部位モデル化の例

(3) モデルによるメンテナンス効果確認試験

弱点部位のモデルを用いて各種メンテナンスの違いによる操作力の増加傾向を比較した。

試験方法

モデルに、フィールド機器を想定したグリースを塗布し、恒温槽により加速劣化させ、操作力を測定した。試験の詳細条件は第2表の通りである。

第2表 モデルによる加速劣化試験の条件

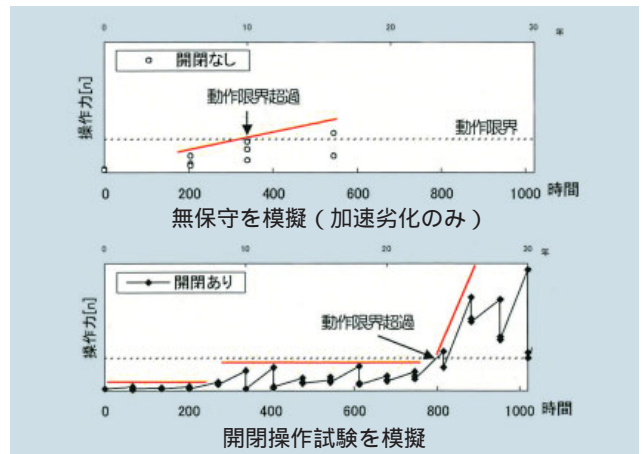
項目	条件
模擬ケース	無保守状態、開閉操作模擬(2年間隔相当)他
操作力測定温度	-5 (寒冷地を考慮)

試験結果

試験結果の例として無保守状態(加速劣化のみ)と開閉操作試験を模擬した結果を第5図に示す。

無保守を模擬したケースでは、操作力が直線的に上昇し約10年相当(10K2倍速で換算)で動作限界に達している。

それに対し、開閉操作試験を模擬したケースでは段階的に操作力が上昇し、動作限界に達するまでの時間が遅延している。



第5図 モデルを用いた加速劣化試験試験結果

考察

上記より開閉操作試験には、動作限界に至るまでの前半はグリースを攪拌させ操作力上昇を抑える効果、後半ではグリースの油分が減少し、固化し始めた部分を剥がすことにより操作力を低減する効果があると考えられる。

しかし、グリースの劣化が進行した時点では、操作力が大幅に増大するため、分解手入れによるグリース塗り替えが必要となる。

3 まとめ

今回、開閉操作試験による機能回復効果を把握することができた。この結果、操作機構部の構造により、分解点検周期の大幅な延伸が可能なものや、分解点検範囲の追加が必要なものを区分した。

これらをメンテナンスに反映することにより、信頼度を確保しつつメンテナンスコスト削減を図ることができ、VCB寿命までの合理的なメンテナンス手法を確立した。



執筆者 / 落合宏紀
Ochiai.Hiroki@chuden.co.jp