

ガス遮断器の長期使用に向けた取り組み

操作機構部の劣化評価と保全について

Study of Long-Term Use of Gas Circuit Breaker

Deterioration Evaluation and Maintenance Methods of the Operation Mechanism

(工務技術センター 技術G)

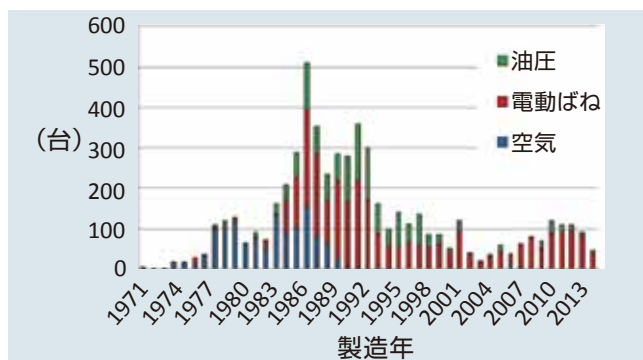
(Technical Section, Electrical Engineering Technology Center)

変電設備の長期使用に向け、今後の保守を的確に行うため、劣化評価と保全方法の立案が重要である。そこで設置台数の多いガス遮断器（GCB）の電動ばね操作装置を対象に、撤去品の解体調査・劣化評価を行い新たな保全方法の知見を得たため、紹介する。

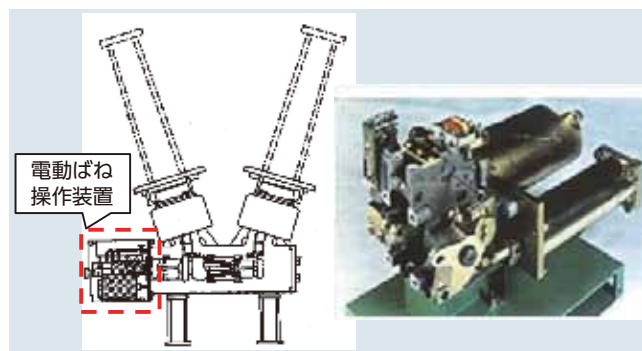
It is important to evaluate deterioration and establish a new maintenance method in order to implement maintenance accurately to achieve long-term use of substation equipment. Dismantlement investigation and deterioration evaluation of removed motor spring operating mechanisms on gas circuit breakers (GCB) with a large number installed in Chubu Electric Power have been carried out. This study has brought a new understanding of appropriate maintenance methods for the motor spring operating mechanisms of GCB.

1 背景および目的

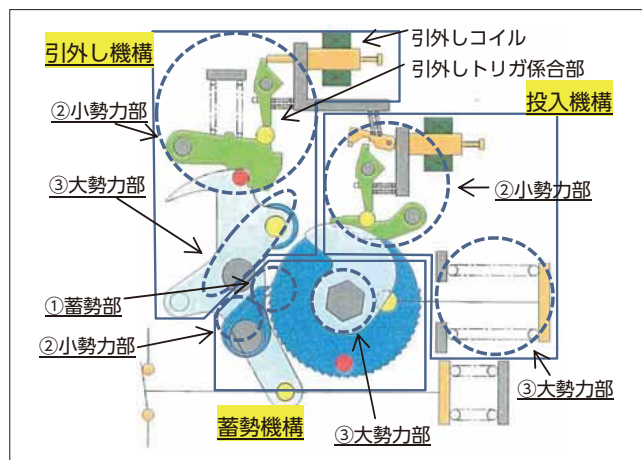
変電設備の長期使用に向け、これらの保守を的確に実施していくために、劣化評価と保全方法の立案が重要である。当社では、特別高圧（7kV超過）用遮断器としてガス遮断器（GCB）を多く適用している。このGCBを駆動させる操作装置は、第1図より約半数を電動ばね操作装置が占めているため、電動ばね操作装置を対象に撤去品を用いた解体調査、グリース分析、劣化グリースが操作装置へ与える影響について評価を行った。その結果、電動ばね操作装置を長期使用していく上での弱点部を把握するとともに、新たな保全方法の知見を得ることができた。なお、調査・評価は三菱電機（株）殿と共同研究にて実施した。



第1図 全社特別高圧用GCB製造年別台数



第2図 GCB外形図(例) と操作装置写真



第3図 電動ばね操作装置構造

2 電動ばね操作装置の概要

電動ばね操作装置は、初期に導入されたもので経年30年以上であるが、ほかの操作装置（空気や油圧）より後年次の採用であることや、定期的な手入れ調整が少ないことから今後も継続使用が望まれる機種である。このため、操作装置の劣化度合を調査するため、高経年・多数回動作（経年25年、動作回数4,257回）の77kV用GCBから撤去された操作装置を対象に調査を実施した。調査は設置台数の多い三菱電機製GCBに使用されている電動ばね操作装置「BM-1」で実施した（第2・3図）。

3 調査結果

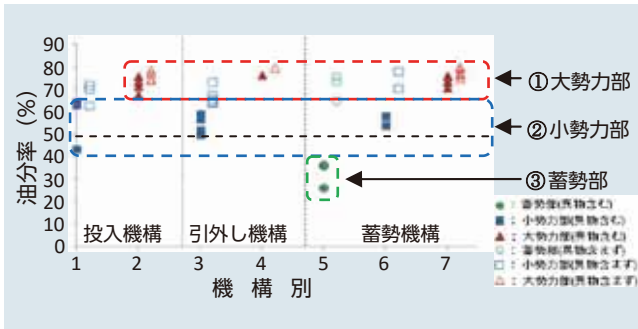
電動ばね操作装置の特徴として、GCBの開閉動作にばねを使用している。ばねを電動で蓄勢するための電動機や歯車などの蓄勢機構部に金属摺動部が多く、グリースの潤滑性維持がポイントとなることから、摺動部の摩耗度合やグリースの潤滑性能に着眼し、各種調査を実施した。

(1) 解体調査（部品レベルでの劣化度合の確認）

部分的に摺動痕や接触痕が確認されたが開閉動作に影響を及ぼすレベルではなかった。寸法測定でも、全て管理値内であり多数回動作等の影響による変形はなかった。

(2) グリース分析

グリースは基油と増ちょう剤からなり（本操作器に使用しているグリースは、基油は合成油、増ちょう剤はリチウム石けん）、グリース内の基油の割合（油分率）を測定することで、その劣化状況を把握することができる。グリース新品時の油分率は85%であるが、蓄勢部および小勢力部でグリースの一般的な寿命判断目安である50%を下回るものが確認された。



第4図 油分率測定結果

第4図より、グリースの劣化進展度合いは部位により異なり、第1表のように整理することで、弱点部として評価する部位は蓄勢部および小勢力部であることが分かる。

第1表 部位別のグリース劣化要因

劣化度合	部位	グリースの劣化要因
大	③蓄勢部	金属同士（ツメ、歯車）の干渉により異物（主に金属摩耗粉）発生量が多く異物の影響を受け、他部位に比べグリースの油分率が低下。
	②小勢力部	摺動荷重が小さいことから小型の構成部品で構成されており、グリース塗布量が少ないため大気との接触が蓄勢部や大勢力部に比べ比較的大きく、少量の異物量でも油分率への影響が大きい。
小	①大勢力部	大荷重がかかる部位ではあるが、グリース塗布量が十分であり、潤滑性能はそれほど低下しない。

(3) 劣化グリースが操作装置へ与える影響評価

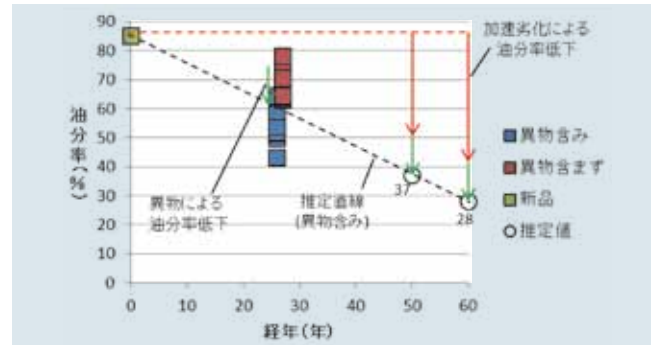
(a) 経年劣化模擬グリースの作製

劣化したグリースが操作装置へ与える影響を評価するため、模擬的に経年劣化させたグリースを作製した。

当社の実態として、線路用や変圧器用として使用している大部分のGCBが多数回動作しないことを考慮して、グリースの劣化は経年による油分蒸発が主であると想定したうえで、経年に比例した推定直線（第5図）より推定した油分率を目標に加熱し、油分を強制的に蒸発させ、今回の分析によって得られた異物量と同等の異物を混ぜ込み模擬グリースを作製した。なお、長期使用を想定した模擬経年を50年および60年と設定した。

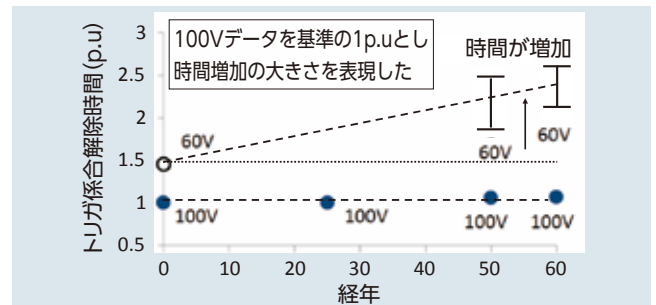
(b) 開閉特性試験

劣化模擬グリースを操作装置の各部位へ塗布後、開閉特性試験を実施した。



第5図 油分率推定グラフ（小勢力部）の例

通常運用状態である制御電圧（DC 100V）と、通常より制御電圧を低下させた状態（開路動作DC 60V、閉路動作DC 75V）で測定した。その結果通常運用状態では劣化グリースによる開閉特性にほぼ変化は見られなかった。しかし、制御電圧を低下させた状態では、トリガ係合解除時間に顕著な増加（経年0年から経年50年、60年相当で最大1p.u程度増加、第6図）が確認された。トリガ係合解除時間は、引外しコイル動作で最初に係合が解除されるトリガの解除時間である。



第6図 トリガ係合解除時間

この部位は小勢力部に該当し、異物混入や油分蒸発によるグリース劣化の影響で摺動抵抗増加が顕著に表れたものと考えられる。この増加した時間は、実性能上問題ないレベルであるが、制御電圧を低下させた状態で開閉特性を測定することで、グリースの劣化兆候を把握することができることが明らかになった。

4 まとめ

今回の解体調査によって、油分率50%を下回るものが蓄勢部および小勢力部にて確認されたが、部品レベルでは問題なく使用可能であり、経年劣化模擬グリースによる開閉特性試験でも異常は見られなかったため、フィールド器が問題なく使用可能ということを確認できた。

また、制御電圧を低下させた状態で開閉特性を測定し時間の変化を確認することで、グリースの劣化兆候を把握できることが明らかになった。点検作業にてグリースの劣化兆候を把握し、適切なメンテナンスを実施していくことで長期使用が可能となる。



執筆者／山田比呂志