

# ガス遮断器における油圧操作装置の延命化

劣化調査と保全方策展開

## Extending the Life of the Hydraulic Operating Mechanism for Gas Circuit Breakers

Investigating Deterioration and Application of Proper Maintenance Methods

(送变电技術センター 技術G)

(Technical Section, Transmission Engineering Center)

油圧操作装置を用いたガス遮断器にて、高経年に起因した不具合が発生している。このたび、撤去した高経年機を用いて油圧操作装置の劣化調査を実施した。その結果劣化様相および寿命を明らかにし、取替部位の厳選と同種不具合が発生しない構造について考案した。

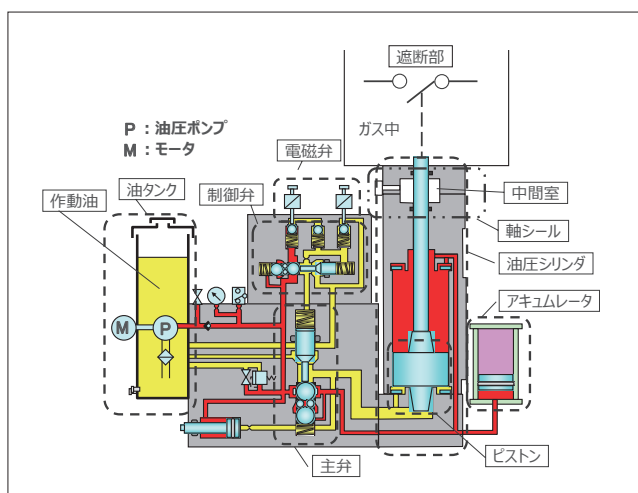
Gas circuit breakers that use a hydraulic operating mechanism have problems related to aging. We investigated the deterioration of hydraulic operating mechanisms using old equipment that had been removed. As a result, deterioration aspects and its life were clarified, and we developed a new parts replacement policy and appropriate structure for preventing similar problems from occurring.

### 1 背景

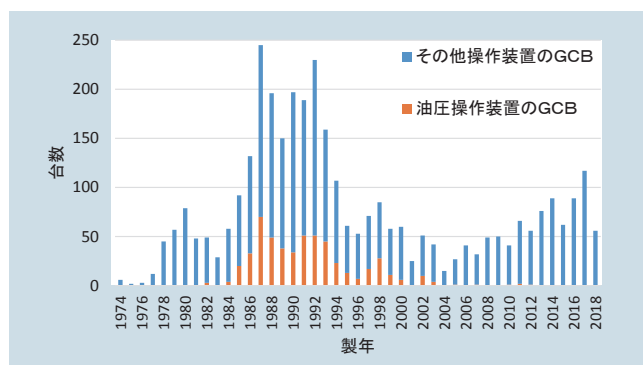
公称電圧77kVクラスの高圧絶縁開閉装置に使用される油圧操作装置を用いたガス遮断器（以下、GCB）において高経年化に起因する不具合が発生している。その対応として油圧操作装置のみの部分取替がGCB全体取替のどちらを行うにしても、長期の停電および多くの費用がかかり、さらに、高経年機器が多く存在することから短い期間での対応が困難な状況である。油圧操作装置を用いたGCBは523台あり、77kVGCBの約15%を占める。その多くが1986年から1994年に納入されたものである（第1図）。そのため、油圧操作装置全般の劣化様相および寿命を明らかにする必要がある。

そこで、フィールド器のサンプリング調査および当社で撤去された油圧操作装置を用い、分解調査を行い、各部位の劣化様相および寿命を明らかにした。その結果、部分取替の優先順位付けを明確化し、取替に際しては同種不具合が発生しない構造についても考案した。

て制御弁、主弁、油圧シリンダ内のピストンが動作しGCB遮断部が駆動する構造である（第2図）。



第2図 GCB油圧操作装置構造



第1図 77kVGCB製年分布

### 2 油圧操作装置の構造

油圧操作装置は、油圧ポンプで油タンク（大気圧）にある作動油を汲み上げ、定格31.5MPaの油圧をアキュムレータ（圧力タンク）にて蓄圧する。電磁弁が動作することで、31.5MPaの高圧油を開放し、油圧の力によ

### 3 油圧操作装置の不具合

GCBの油圧操作装置に発生する不具合は、作動油に起因するものと、油圧シリンダ軸シール部に起因するものがある。

#### (ア) 作動油起因の不具合について

作動油そのものは、様々な劣化要因によって異物が発生することが明らかにされており、当社でも1回／12年の周期で作動油取替を実施していた。しかし、取替後数年で急激な劣化や異物発生による、油圧ポンプの目詰まりや弁体部への詰まりによる油圧降下などの不具合が確認されており、その様相を解明する必要がある。

#### (イ) 油圧シリンダ軸シール部起因の不具合について

油圧シリンダ軸シール部は、油圧操作装置と遮断部が連結された軸のシール部である。過去から、GCB本体タンク内への作動油漏れが確認されており、定期点検（1回／6年）にて軸シール部にある中間室と呼ばれる部位から漏油量測定を行っているが、その劣化メカニズムが明らかになっていないため、解明する必要がある。

## 4 油圧操作装置の劣化調査

作動油については、取替後数年で急激な劣化や異物による不具合が発生していることから、取替後数年のフィールド器作動油のサンプリング調査を実施した。

油圧シリンダ軸シール部については、不具合により撤去した油圧操作装置（経年27年）を用いて劣化メカニズムの調査を実施した。

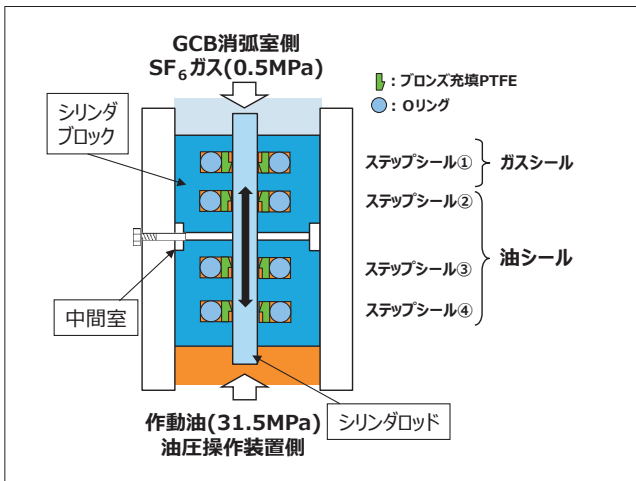
### (ア) 作動油の劣化調査

油タンク内面には、防錆を目的に亜鉛めっきが施されている。その亜鉛と作動油添加剤のリン（油圧操作装置内各 부품の焼き付け防止用摩耗防止剤の主成分）が反応し異物が発生することが、すでに明らかにされている。

サンプリング調査の結果、リンおよび亜鉛の含有量が新品値を大きく超過していた。さらに、分解調査で油タンク内や制御弁・主弁から異物が発見されたことにより、作動油取替だけでは、油圧操作装置内の異物は除去されないことが判明した。作動油取替時の微量な残留油や異物に濃縮されたリンや亜鉛によって作動油の劣化が促進されたものと考えられる。よって、油タンクや制御弁・主弁を取替え、不具合要因を除去する必要がある。

### (イ) 油圧シリンダ軸シール部の劣化調査

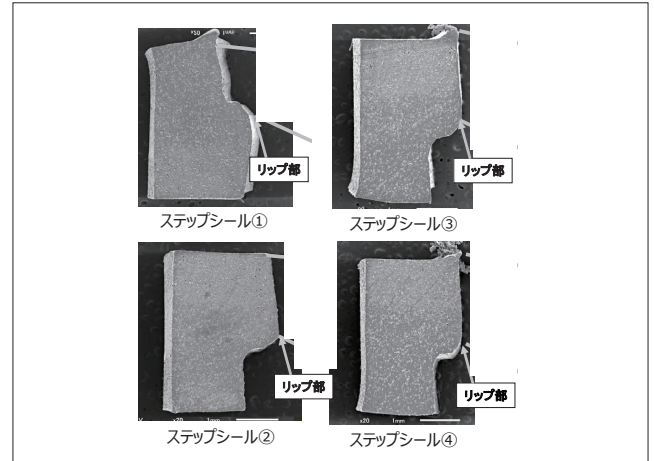
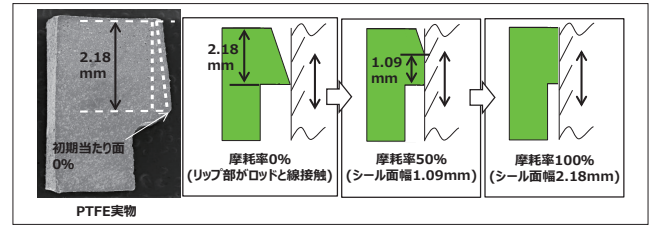
油圧操作装置と遮断部の連結は直結構造となっており4層ステップシール（組合せシール）方式を採用している（第3図）。



ステップシール方式では、摺動部の直接的なシールをPTFE（樹脂のシール材料）で行っているため、Oリングの一般的な劣化指標である圧縮永久歪率ではなく摩耗率で評価を行った。摩耗率100%でシール性能が喪失していると判断した（第4図）。

撤去機器の油圧シリンダ軸シール部を分解して調査したPTFEの断面を第5図に示す。

油圧の影響を最初に受けるステップシール④は摩耗率



が100%に達しシール性能が失われており、ステップシール③は摩耗率が89%まで達しており、シール性能が限界に近い状態であった。ガス側であるステップシール①の摩耗率は26%とまだ十分にシール性能を有しており、ステップシール②は摩耗率18%と、さらに十分なシール性能を有していた。ステップシール②③④のシール性能が喪失すると、ガス側に油が流入することから、ステップシール②の寿命が油圧シリンダシール部の寿命を決定付ける。

そのため、ステップシール②へ油圧の影響を及ぼさないように中間室から自動的に抜油をすることで、軸シールの延命化が期待できる。また、ステップシールを構成しているOリングの圧縮永久歪率は、30～60%程度であったため、十分に長期使用が可能である。

## 5 油圧操作装置の保全方策

劣化調査結果より、不具合を解消し再発しない保全方策を考案し社内展開した（第1表）。これにより、油圧操作装置全体の取替ではなく部分取替のみで、保全の最適化を図り、油圧操作装置の延命化に繋げることができた。

第1表 油圧操作装置の保全方策

対象	保全方策	効果
作動油	・ 亜鉛メッキ製油タンクからアルミ鋳物製油タンクへ取替 ・ 制御弁、主弁の取替	異物発生要因である亜鉛の除去および残留異物の除去
油圧シリンダ軸シール部	・ 中間室へ自動抜油機構の取付	ステップシール②へ圧力をかけない



執筆者／山田比呂志