

工業用内視鏡のガス遮断器点検への適用

SF6ガス封入状態での内部点検に向けて

Applicability of Industrial Endoscopes for Inspecting Gas Blast Circuit Breakers

Inspecting the Internal Status while Keeping the SF6 Gas Sealed

(電力技術研究所 流通G 送変電T)

ガス遮断器には約0.6MPaのSF6ガスが封入され、絶縁および遮断性能を担っている。現在、ガス遮断器内部を点検する場合、地球温暖化係数の高いSF6ガスを97%以上回収しているが、この作業には時間と費用が必要となる。そこでSF6ガス封入状態のままガス遮断器の内部状態を点検するため、気密性を有する工業用内視鏡システムを検討し、現場設備への適用に向けた評価を行った。その結果、ガス封入状態のまま、機器内部の目視点検が可能となる内視鏡システムを開発することができ、作業時間の短縮とガス回収費用の削減が可能となる見通しが得られた。

(Transmission and Substation Team, Power System Group, Electric Power Research and Development Center)

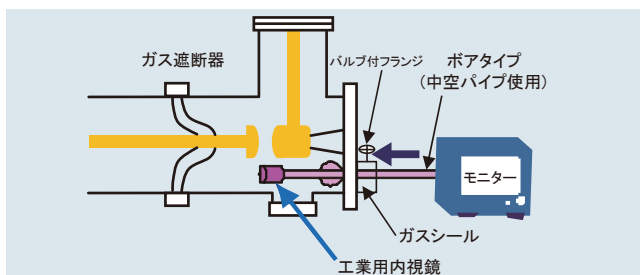
Approximately 0.6 MPa of SF6 gas is sealed in gas blast circuit breakers in order to provide insulation and cutoff performance. Currently, when the inside of a gas blast circuit breaker is inspected, at least 97% of the SF6 gas, which has high global warming potential, is collected. This work requires much time and cost. Therefore, in order to inspect the internal status of gas blast circuit breakers while keeping the SF6 gas sealed, a gas-tight industrial endoscope system was considered and evaluation was conducted for applying it to equipment at actual sites. As a result, we were able to develop an endoscope system that allows for visual inspections to be conducted of the inside of the equipment while keeping the gas sealed, which is expected to reduce worktime and costs for collecting gas.

1

背景・目的および研究概要

現在、ガス遮断器の内部開放点検を行う場合にはSF6ガス回収が必要となるため、275kV以上の機器では3～4日程度の作業期間を要している。またSF6ガス回収作業に多大なコストを要している。そこで本研究では、SF6ガス封入状態のままガス遮断器の内部状態を点検するため、気密性を有する工業用内視鏡システムを検討し、現場設備への適用に向けた評価を行った。

第1図に新設遮断器向けとして解像度の高いカメラを装着できる筒状タイプ（以下ポアタイプという）の内視鏡システム構成図を示す。新設する遮断器に対してバルブ付のフランジを採用し、ガスシールにより気密性を確保しながら内部映像をモニターに映し出す構成である。試作品の製作では、内部開放点検を代替するために必要となる遮断器機構部品（アーク接触子）の取替要否・内部異物の有無・ボルトの緩みの有無を判断できることを目標性能とした。



第1図 内視鏡システム構成図(ポアタイプ)

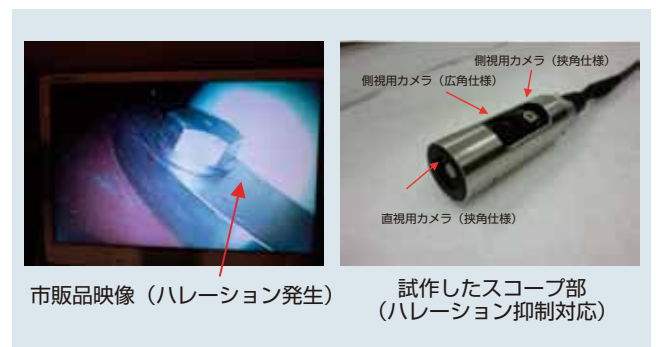
一方、既設遮断器に対してガス補給口からカメラを挿入できる簡易型システムについても必要性が高いと考えられるため第4節で併せて検討を実施した。

2

内視鏡装置の試作検討(ポアタイプ)

(1) 内視鏡仕様検討

市販の内視鏡を遮断器内部に挿入し、視認性を確認した。その結果、アーク接触子の荒れやボルトの緩みの有無などが確認できたが、ハレーション（ぼやけ）により視認性が低下するなどの課題も抽出された。これを踏まえハレーションを起こさないよう光量調整が可能で、かつ視認範囲を広くするよう直視用と側視用のレンズを備えたスコープ部を製作した。解像度はアーク接触子の損耗量や異物調査ができる画素数を調査し、42万画素を採用した（第2図）。

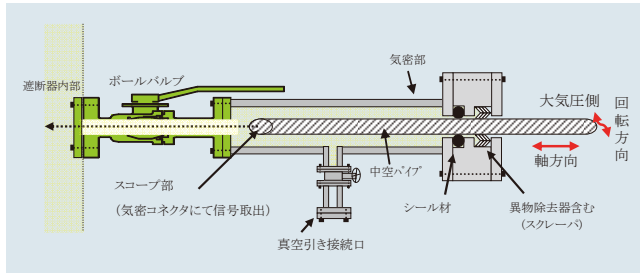


第2図 遮断器内部の映像とスコープ部試作品

(2) 気密部仕様検討

試作したスコープ部を1MPa（現状0.6MPa製品に対し将来開発品および裕度を考慮）のガス圧内に挿入し、遮断器内部映像信号を取り出すための気密構造部を検討した。気密コネクタやシール材を用いて第3図に示す気密部を製作し、中空パイプは軸方向と回転方向の双方で気密性を確保する構造を実現した。なお、気密部には、ガ

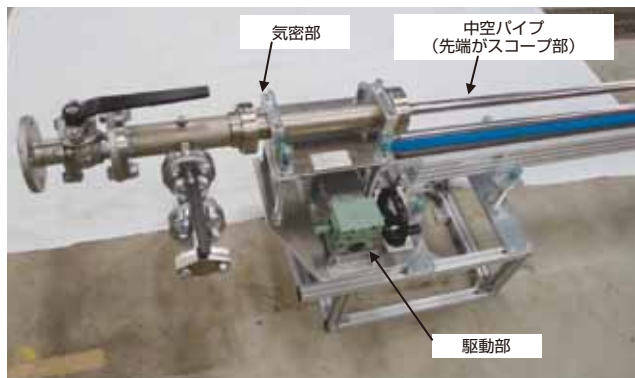
又遮断器内部に異物を侵入させないように異物除去器（スクレーパ）を搭載した。



第3図 気密部構造図

(3) 駆動部仕様検討

実器適用時には、内視鏡を遮断器内の適切な位置に精度よくセットするための駆動部が必要となる。1MPaのガス圧によって中空パイプが押し戻される力を考慮し、ギアやガイドを組合せて駆動部を製作した（第4図）。ハンドル操作によりミリ単位でスコープの位置を調整できる内視鏡装置を試作した。



第4図 試作品写真

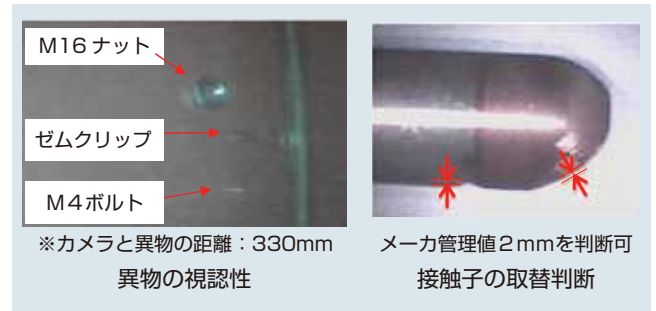
3 内視鏡装置の実用性評価

試作したボアタイプ内視鏡装置にて、ガス遮断器の内部点検を行い、内視鏡装置の適用性評価を行った（第5図）。ガス遮断器にバルブ付のフランジが取り付けられた状態から、装置接続・装置内真空引き・カメラ挿入の一連の作業を実施した結果、作業性向上のために改善すべき点は見られたもののガス封入状態のまま遮断器内部を視認することができ、落下した内部異物やボルトの緩みの有無を判断可能であることを確認した。またアーク接触子の取替可否を判断するため、内視鏡映像を確認した結果、カメラと接触子の位置と距離が適切であれば、メーカ管理値となる接点消耗量2mmが確認でき、荒れ具合などから交換要否が判断可能である（第6図）。

以上よりボアタイプについては、今後新設する遮断器に対して、バルブ付のフランジを採用することで内部点検の代替が可能であることを確認した。



第5図 バルブ付フランジと装置接続状態



第6図 検証試験結果

4 既設設備への適用拡大に向けた検討

既設設備への適用範囲拡大を検討するため、配管やバルブを通過できる柔軟構造タイプの内視鏡装置を検討した（第7図）。

試作品の製作を進めた結果、多くの課題が抽出された。ガス遮断器に使用されているグローブバルブは、内部がS字に湾曲しており、その隙間は3mm程度である。これを通過できるカメラは限られ、その視認性を調べた結果、内部点検ができるレベルの映像は得られなかった。またバルブにカメラが引っ掛かる場合があることや、既設設備への異物侵入の可能性など、実用的なシステムを実現することが現時点では困難であることがわかった。



第7図 既設配管

今後内視鏡の更なる小型化が進み、カメラがバルブを通過でき、かつカメラ先端を自在に可動させる技術が確立できれば既設設備へも適用できる可能性がある。

5 まとめ

ガス封入状態のまま、機器内部の目視点検が可能となる内視鏡システムを開発することで、内部開放点検を削減し、作業時間の短縮とガス回収費用の削減が可能となる見通しが得られた。



現所属：(一社)海外電力調査会
調査会出向
執筆／浦山雅彦