

77kV初期形ガス絶縁開閉装置の劣化評価

高経年GISの更新時期見極めに向けて

Deterioration Evaluation of 77kV Initial-type Gas Insulated Switchgear

Study for Determining Appropriate Replacement Timing of Aged GIS

(工務技術センター 技術G)

(Technical Section, Electrical Engineering Technology Center)

ガス絶縁開閉装置 (GIS) が初めて導入されてから45年以上が経過しており、高経年GISに対する更新時期の見極めが重要な課題となっている。このことから、運転後46年が経過した77kV GISの解体調査により劣化評価を実施したため、この結果について紹介する。

Gas insulated switchgear (GIS) has been in operation for more than 45 years. Therefore, it is an important issue to determine appropriate replacement timing for aging GIS. On the background, deterioration evaluation of 77 kV GIS which is 46 years of age have been carried out by its dismantlement investigation. This paper describes the results of the deterioration evaluation of the aged GIS.

1 背景および目的

特別高圧 (7kV超過) 用のガス絶縁開閉装置 (GIS) は1969年に相分離形 (各相を別タンクで構成したもの) として実系統での運用が開始され、その後1976年に全三相一括形 (全三相を同一タンクで構成したもの)、1986年には縮小形、1997年には更なる縮小形が開発され現在に至る。初期形GISとは、一般的にこの縮小形GIS開発前のGISを総称して呼ばれている。

GISが初めて導入されてから45年以上が経過しており、高経年GISに対する寿命見極めが重要な課題となっていることから、77kV初期形GISの解体調査により劣化評価を実施した。

第1表 調査対象機器

用途・機種	操作方式	製年	修理・改造履歴
変圧器用 ガス遮断器	空気	1969年	1971年 移設 1993年 可動・固定接触子取替 1984年 Oリング取替
母線用 断路器	手動	1969年	1980年 空気操作→手動化
母線用 接地開閉器	空気	1969年	1980年 可動子・接触子改造、 Oリング取替
線路用 断路器	空気	1969年	1980年 可動子・接触子改造、 Oリング取替
母線用 接地開閉器	手動	1969年	—
作業用 接地開閉器	空気	1969年	1979年 可動子・接触子改造、 Oリング取替
作業用 接地開閉器	手動	1969年	1980年 可動子・接触子改造、 Oリング取替

2 調査対象GIS概要

第1図に今回調査対象としたGISを示す。本GISは1969年に当社守山変電所へ国内で初めて導入された77kV GISであり、保守部品供給停止や一部でのガス漏れ不具合のため、2015年に撤去された。

本GISは導入以降、1979～1980年に大幅な改造と変圧器回線の増設を実施している。第1表に調査対象機器を示す。調査対象機器は、年代差による違いや操作方式の違いによる劣化傾向を評価すべく、1969年納入分および、1979年～1980年に改造した断路器/接地開閉器や操作方式の異なる機器を含めるなど、改修履歴・経年・開閉責務 (開閉電流、接点構造) を考慮し選定した。



第1図 調査対象GIS (守山変電所)

3 劣化評価方法・結果

調査対象部位は、GISの寿命を左右すると考えられる部位 (運転後の通常点検で交換・保修しない部位) を主とし、以下に示す (1)～(3) の部位を選定した。

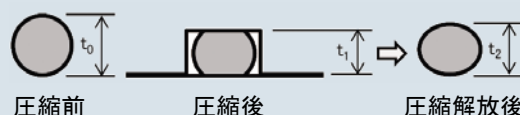
(1) フランジ部のOリング・フランジ面

Oリングは、主回路用タンクのフランジ部などのガス気密用に用いられている。Oリングによるガスシールは、Oリングを装着する際に生じる圧縮反力による接圧で維持されており、これが低下するとガス漏れに至ることになる。そこでOリングを採取し、その圧縮永久歪により劣化度を評価した。加えて、これら測定値とガス漏れの関係性を評価すべく、Oリング採取箇所でのガス気密試験を実施した。ここで、圧縮永久歪の算出方法を第2図に、Oリング厚さ測定方法を第3図に示す。

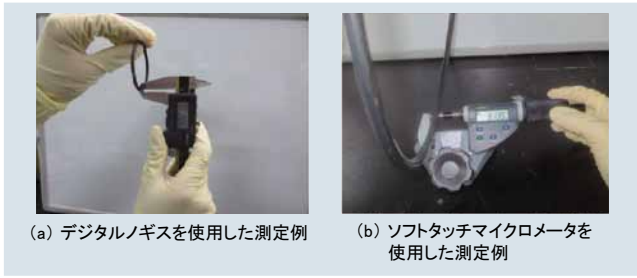
厚さ測定には、より正確なデータ採取のため、時間管理

【圧縮永久歪Cs】

$$C_s = \frac{t_0 - t_2}{t_0 - t_1} \times 100$$



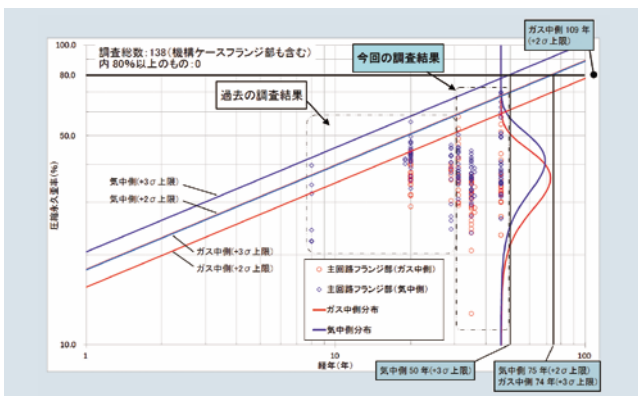
第2図 圧縮永久歪 算出方法



第3図 Oリング厚さ測定方法

(30±3分)に加え、測定の際に力をかけすぎるとOリングが圧縮され正しい測定が困難となる可能性があることからソフトタッチマイクロメータ(計器精度:±0.002mm、初期設定値:0.5N)を用いた。(一部Oリング線径が細く(P100未満)、計器の構造上正しい測定が困難であるものはデジタルノギスを使用)

Oリングの劣化評価結果を第4図に示す。Oリングは一般的に圧縮永久歪80%がシール限界とされていることから、これを寿命とし、その到達年次を2σ・3σにて評価した。この場合、過去の同GISを用いた劣化評価結果(3σ:41年)より長寿命との結果であった。これは、Oリング厚さの測定にソフトタッチマイクロメータを採用したことにより、測定精度が向上したためと考えられる。



第4図 主回路フランジ部のOリング圧縮永久歪測定結果

次に、フランジ面についてガス気密性能に関わるガス気密面の発錆の有無について、調査を実施した。この結果として、第2表に示すように著しい発錆が一部において認められ、当該部はGIS解体前のガス気密試験においてガス漏れが認められた箇所であった。なお本部位のOリングの圧縮永久歪は34.3%と低く、ガス漏れはOリン

第2表 主回路フランジ材質組合せ毎の発錆状況例

アルミ-鉄(塗装あり)	アルミ-鉄(塗装あり)	アルミ-鉄(塗装なし)
発錆なし	外周またはボルト部まで発錆	Oリング溝まで発錆(ガス漏れ箇所)

グ劣化の影響ではなく、フランジ面の腐食が大きな要因であったと言える。なお80年代以降のGISは、納入当初からフランジ面に防水処理がなされているため、発錆のリスクは軽減されている。

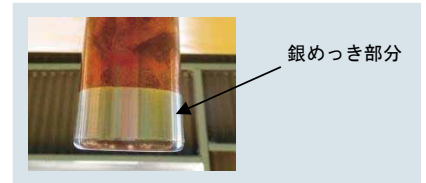
(2) ガス中摺動部の銀めっき・グリース

開閉器の動作時に摺動するガス中摺動部には、通電性能を向上させるために銀めっきが施されている。また摺動部には摺動の潤滑を目的にグリースが塗布されている。グリースの潤滑性能の低下は主に基油の分離によるものであり、潤滑性能の低下は銀めっきの摩耗に影響を与える。そして摩耗が進展すると銀めっきの消失や接触抵抗の増大、焼付きに至る。本調査では、まずグリースの劣化様相である基油の消失、酸化、増ちょう剤の破壊度合いを把握すべく、第3表に示す分析手法により、劣化評価を行った。次に摺動部に対し、蛍光X線測定装置により銀めっきの膜厚測定を行い、劣化度を評価した。

第3表 グリースの劣化評価方法

評価項目	調査・評価方法
油分率	熱重量分析(TG)による油分率の算出(昇温速度:20°C/min)
酸化有無	赤外線分光分析(FT-IR測定)によるC=OとC-Hスペクトル強度比
異物混入状態	蛍光X線分析(XMA)によるグリース成分と異物組成調査

この結果、グリースの劣化は認められるものの、銀めっきには顕著な摩耗は認められず(第5図参照)、残り数十年レベルでの使用が可能と判断できた。



第5図 GCB接触子の状況例

(3) 軸シール部のOリング

開閉機器の軸シール部(メインシャフト部)についても、主回路フランジと同様Oリングを採取し、劣化評価した。結果として、80%を超える圧縮永久歪の増加が認められたものの、ガス漏れには至っていないことから、使用に問題ないと判断した。

4 まとめ

今回の劣化調査において、フランジ部のOリング・フランジ面、ガス中摺動部の銀めっき・グリース、軸シール部のOリングのいずれにおいても供給支障に至るような致命的な劣化様相は認められなかった。また劣化評価結果としても残り数十年以上使用可能との、GIS更新時期の適正化を図る上で有用なフィールドデータを得ることができた。

ただし、軸シール部についてはガス漏れがないことから使用に問題がないと判断したものの、寿命評価の手法や劣化モードの把握については今後の課題と考える。



執筆者/坪井清浩