

可搬形絶縁診断装置の開発

The Development of Carrying Type Partial Discharge Diagnosis Equipment for GIS

堀越和彦*
K. Horikoshi

岡田直喜*
N. Okada

Synopsis

We have developed the carrying type partial discharge diagnosis equipment for GIS and dead tank type CB. The equipment has two sensors detecting the electromagnetic wave and the acoustic signal respectively. Using these sensors it is possible to detect the partial discharge and particle vibration with high sensitivity in noisy environment. Moreover, it is designed to be small-sized, light weight, and easy handling without calibration.

1. ま え が き

ガス絶縁開閉装置(GIS)は、母線・断路器・遮断部などの充電部が密閉容器で覆われ、さらに気中絶縁に代えて絶縁性能に優れたSF₆ガスで絶縁されているため、従来の開放型変電所に比べてコンパクトで安全である上に、保守・点検の省力化などの優れた特長を持っている。そのため、各所で数多く採用され、現在では開閉装置の主流となっている。

GISは金属容器で覆われていることで、多くの長所を持っているが、反面、簡単に内部の状況が把握できず、万一の内部事故発生時には事故部分の特定や復旧作業が容易でないという側面もある。従って、社会の高度化が進み、電力の安定供給に対する社会的要請がますます高まる現在においては、GISの信頼性を維持することは不可欠である。この理由から、GISを定期的に外部から精度よく診断でき、不具合の予兆をとらえ事故を未然に防止する診断装置が強く望まれ、最近では可搬形の診断装置が採用され出している。

本稿では、診断項目のうち最も重要な絶縁性能を高精度に診断できる可搬形の診断装置を紹介する。

診断装置に要求される基本コンセプトは、小型・軽量で持ち運びが容易で、短時間にしかも簡単な操作で感度良く診断でき、更に安価な装置であることである。

絶縁性能の診断は主に部分放電測定で行うが、測定には、部分放電に伴ない発生する電磁波を検出する方法やタンクの振動を捉える音響測定法あるいは加速度測定法

など各種測定方式が実用化されている。しかし、従来の診断装置は大きく重量が大きい他、外来ノイズの影響や測定者の熟練度などにより測定精度にばらつきがあり、必ずしも所要の感度が得られないのが現状であった。そこで筆者等は、先ずタンク形CBを対象に平成11年度に東北電力殿との共同研究において上記問題の解決を図った可搬形CB絶縁診断装置を開発した。これらは、現在良好に運用されており、今回、同装置をさらにGISの絶縁診断にも共用すべく、平成13年度から同電力との共同研究で、開発に取り組んだ。GISの異常個所の早期検出による事故未然防止と、保守点検の容易化を狙いとし、前記の基本コンセプトを独自のセンサと独自の異常判定アルゴリズムにより実現した。

開発に際しては、診断装置としての実用性能を検証する為に、実際のタンク形CBおよびGISを使用した部分放電模擬試験による性能確認、および、種々のノイズ環境にある数カ所の実変電所に於けるフィールド試験を行い、その実用性を確認した。



図1 可搬形絶縁診断装置外観

*技術開発研究所 システム研究センター

2. 装置概要

本装置はCBおよびGIS容器の内部で発生する部分放電を電磁波として外部からの確に検出するとともに、検出する物理現象の異なる、金属異物等が容器壁を叩くタンクの振動を検出するセンサも併せもち、複数の事象の診断が行える。本装置は、肩掛けの小型ケースに本体およびプリンタを収納、手軽に持てるロッドに部分放電検出用センサを内蔵、振動センサにマグネットを取り付け診断箇所に着脱など、診断作業がしやすい機動性の高い装置とした。診断は部分放電および振動の検出信号をそれぞれ独自のアルゴリズムで判定し、ノイズの多い現場においても高感度に診断できるのが大きな特徴である。

2.1 構成および原理

(1) 構成

オンラインによる常時監視の場合は常に状態を監視しているため、状態の時間的変化を捉えることによっても、異常の診断ができるが、短時間で行う定期的な点検では、経時的な変化は捉え難い。そこで、異常現象から発生する異なった物理現象を、複数の方式で捉えることによって、診断を的確にする必要がある。ここでは部分放電のみでなく、振動もあわせて検出することによって、各種要因による絶縁異常を、広範囲に高感度で検出できる方法を採用し、小形・低価格で操作性に優れた装置を実現した。図2のブロック図に示すように、タンクの振動検出は低価格で高感度な加速度センサを使用して、部分放電で発生する微弱な超音波成分の振動は検出対象とせず、金属異物等が容器壁を叩く機械的な振動のみを検出対象とした。一方、部分放電は、振動検出方式に比べ感度・S/N比の点で優れたアンテナセンサを使用して電磁波成分で検出する。以上のように、広範囲の検出を異なるセンサで分担検出することで、高感度の検出性能を維持したまま、小形・低価格の診断装置を実現させた。

(2) 原理

部分放電の検出方法は、内部部分放電に伴い発生する電磁波信号を、GIS容器の絶縁スペース部やプッシング下部のCTカバー部にて、専用のセンサで検出し、検出した波形様相から内部部分放電の発生の有無を診断する。従来のオンラインで診断している装置のセンサは、内部部分放電用と周囲環境のノイズ用の専用アンテナセンサを複数箇所を設置していたが、可搬形として診断作業が簡単に行えるように、図1に示す絶縁ロッドの両端に部分放電用とノイズ検出用をプローブ形式として、対に設けた。またこのとき、センサと診断装置間を一般的にはワイヤーケーブルで接続するが、ケーブルからの伝導ノイズ侵入、ケーブルロスによる感度低下、およびアンテナとケーブルを広帯域に渡ってインピーダンス整合することの困難性等を考慮し、ワイヤーケーブルを全く使用せずに、アンプ一体型の検出センサ構成とした。

振動の検出方法は、ガス絶縁機器内部に混入した金属異物に電圧が印加されると、その形状、サイズ、数により金属異物が起立、浮上し、機器容器内壁を叩く。この時生じる機械的な振動を機器容器の外壁に取り付けた振動センサにより検出する。検出した信号は高感度チャージアンプにより電圧信号に変換し、バンドパスフィルタで確実にノイズをカットした後に、各種演算処理により内部異常を判定する。

両診断方法ともに、各処理段階でノイズ除去のアルゴリズムを採用し、判定精度の向上を図っている。信号の取り込みから結果出力までの概要の流れは「デジタル波形取得 S/N比向上演算処理 判定処理 LCDパネル表示 結果のプリントアウト」となっており、診断時間は5秒程度と短い。

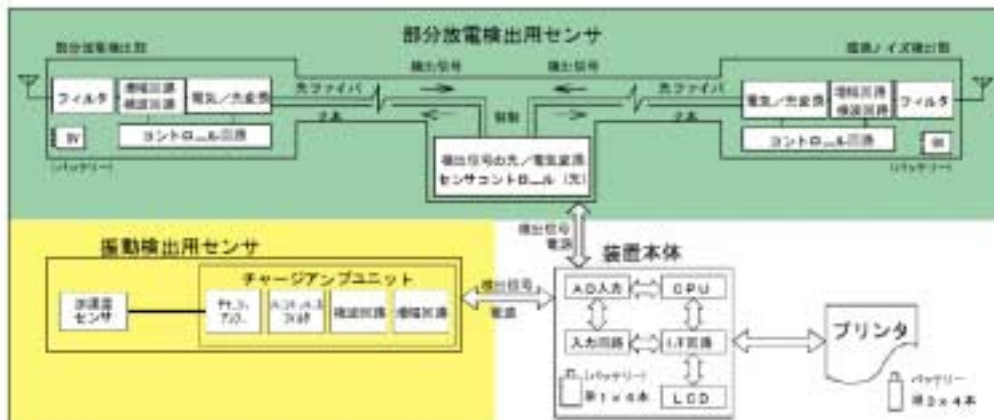


図2 装置の回路構成ブロック図

2・2 操作

本装置は、「絶縁診断装置 = 難しい測定器」のイメージを一新させ、テスト感覚で使用出来るように操作および判定が簡単であることと機動性を考慮したハンドリングとした事が特徴である。

操作は

- 装置の電源を入れる。
- センサ先端部を絶縁スペーサに軽く押し当てる。
- 手元のスイッチを押す、5秒間待つ。
- 装置LCDパネルで診断結果を確認する。

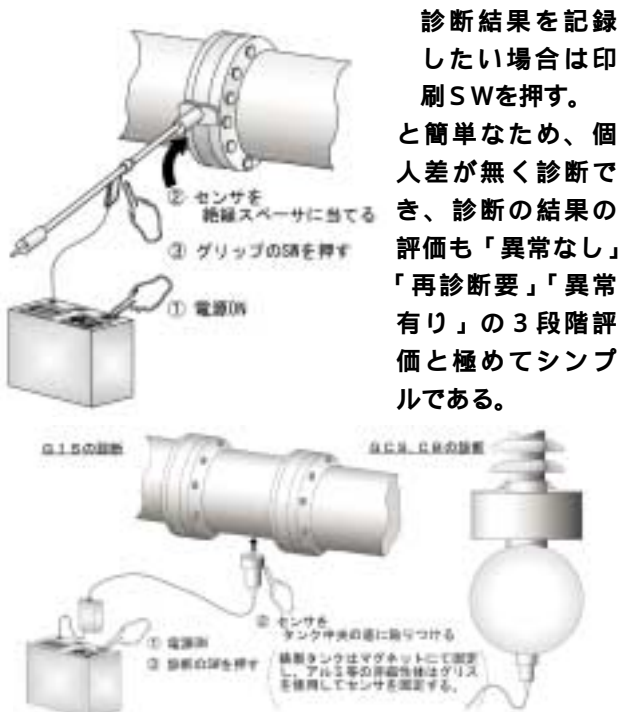


図4 操作手順概要

2・3 特長

本装置の特長を以下に示す。

- (1) 高感度
電磁波を検出する周波数帯域を、広帯域に検出できる独自のセンサの開発によって、高感度に診断できる。
- (2) ノイズ環境下でも検出感度を維持
電磁波検出にUHF帯の周波数を使用することとノイズセンサを併用することで、確実なノイズ除去を可能とした。振動の検出周波数は、狭帯域増幅とすることで、高感度で確実なノイズ除去を可能とした。
- (3) 小型・軽量で持ち運び容易
小型・軽量であるため、持ち運びが容易で、肩にかけた状態で診断できる。
- (4) 短時間で測定可能
1回当たりの診断時間が5秒と短いため、効率的な測定が可能である。
- (5) テスタ感覚で簡単に操作
操作が簡単で個人差なく診断でき、評価は自動的に3段階レベルで結果を表示する。
- (6) 診断結果を検出波形として記録可能
プリンタ印刷による診断結果の記録が可能である。
- (7) 周囲のノイズ状況等の測定不要
診断環境の設定や校正等の煩わしい操作が不要である。

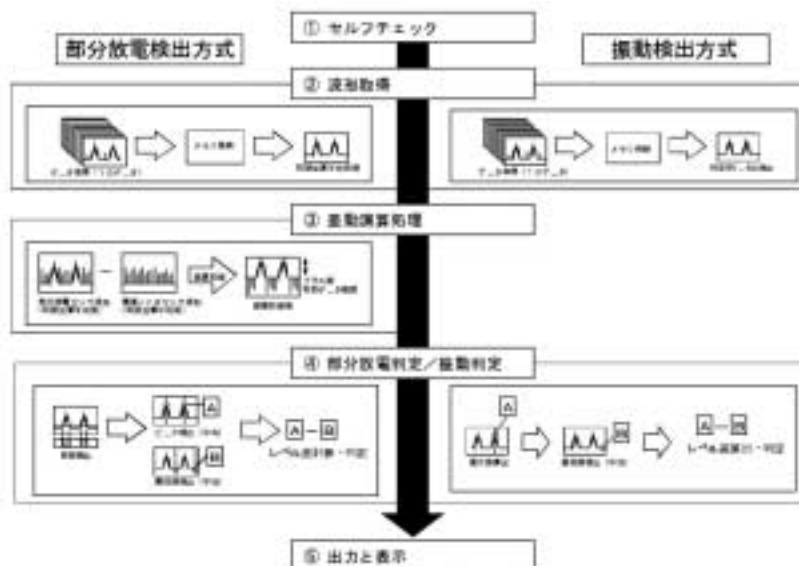


図3 信号処理概要

表1 装置仕様概略

	装置本体	部分放電検出用センサ	振動検出用センサ
検出対象信号	右欄センサ毎に記載	部分放電に伴う電磁波	タンクの振動
検出周波数域	右欄センサ毎に記載	広帯域受信：300MHz～400MHz	狭帯域増幅：16kHz～17kHz
入出力	アナログ入力：2ch RS232C：1ch アナログ出力：2ch	部分放電検出：1ch 環境ノイズ検出：1ch	タンク振動検出：1ch
電源	単1乾電池×4本	006P型(9V)乾電池 2本	装置本体からの供給
外形・重量	80×180×200約2.0kg	200×230×1100約1.5kg	27×50×90約0.2kg
検出センサ	右欄センサ毎に記載	部分放電用：スロットアンテナ ノイズ用：ロットアンテナ	圧電型加速度センサ
判定値 (レベル2)	右欄センサ毎に記載	GID：50pC相当 タンク形CB：80pC相当	100μG相当
(検出感度)		(30pC相当)	(60μG相当)
外部ノイズ 除去方式	同期加算処理 環境ノイズ検出センサを用いたデジタル差動方式	UHF帯を使用したバンドパス フィルタ使用	バンドパスフィルタ使用
消費電力	3.0W	0.5W	0.5W
動作環境	周囲温度：-5～40 (但し、結露なきこと) 相対湿度：30～85% (本体、およびセンサなどが濡れない条件で測定)		

3. 性能試験

開発した装置の性能を検証するために、実器のCB及びGISを使用した試験を行った。CBはタンク形でCB・GISともに84/72kVのものを使用し、人工的に内部で絶縁異常を模擬して、内部部分放電を発生させ、試験を行った。図5にGISによる試験パターン例を示す。試験は各種の内部部分放電の検出性能の確認と更にCB・GISの近傍でノイズを発生させ、ノイズ除去による検出性能を検証した。針状異物による内部部分放電(電荷量50pC)を図5中のA点で診断した結果例を図6に示す。また、GISの絶縁スペーサが露出していないケースを考慮し、ES端子及びVD端子からの診断を実施し、良好に内部部分放電を検出できることを確認した。

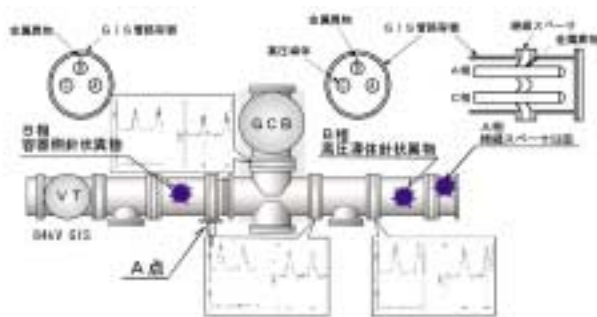


図5 GISによる試験パターン例

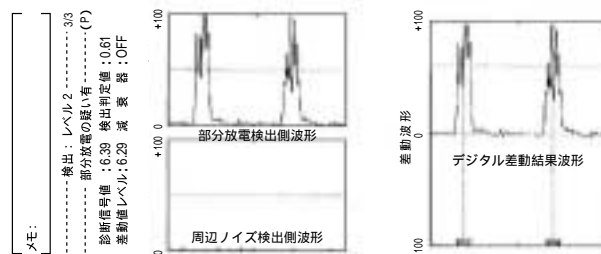


図6 装置印字例

4. フィールド試験

フィールド試験を実際の変電所数ヶ所で行った。変電所は様々な立地条件を想定し、塩害地区・過大な放送波が存在する地帯・工場地帯・超高压系統の併存地帯・郊外地区・地下等、それぞれ特徴を有する8変電所を選択した。これらの8変電所で、CB 12台、GCS 3台、GIS 10台の診断を実施した。悪天候の中、部分放電検出式センサ2台と振動検出方式のセンサ1台を使用して、延べ182回診断を実施し、装置の診断アルゴリズムやノイズ除去機能等各種機能の評価を行った。その結果、ノイズの大きい変電所においても充分適用できる実用性が確認できた。



図7 GIS測定状況



図8 タンク形CB測定状況

5. あとがき

小形軽量で操作性の良い可搬形の絶縁診断装置を、東北電力殿と共同研究で開発した。この装置については、タンク形CBおよびGIS実器を使用して、容器内部で人工的に部分放電や振動を発生させ、検出能力実験を行い、診断性能が良好であることを確認した。更に、フィールド試験として8カ所の変電所においても実際のCB、GCS及びGISを診断し、特に装置のノイズ除去機能を中心に各種機能の評価を行った。その結果、実際の変電所のCB、GCSおよびGISに良好に適用できる実用性が確認できた。

従来の診断装置に比べ、小型・軽量で、外来ノイズの影響や測定者の熟練度による測定精度のばらつきがない本装置の導入により、細密点検時等の精度向上が図られ、保守点検業務に大きな威力を発揮するものと期待出来る。

参考文献

- (1) 大場、ほか：「可搬形絶縁診断装置の開発」
電気評論 VOL. 87, No.8 (2002)
- (2) 神長、ほか：「可搬形CB絶縁診断装置の開発」
電気学会電力エネルギー部門大会 No.611 (2000)

執筆者紹介

堀 越 和 彦 技術開発研究所 システム研究センター グループ長

岡 田 直 喜 技術開発研究所 システム研究センター