外部アンテナを用いたGISの絶縁診断方法

非会員 木村 喬 (東北電力) 正員 春浪 隆夫 (東北電力)

正員 金万 直弘 (日新電機) 正員 斎藤 宗敬 (日新電機)

Diagnostic Methods for GIS Insulating Systems Using External Antenna
Takashi Kimura, Non-member, Takao Harunami, Member (Tohoku Electric Power Co., Inc)
Naohiro Komma, Member, Kazutoshi Saito, Member (Nissin Electric Co., Ltd)

We have developed a partial discharge detection system using an external antenna that can be easily installed on the outside of the GIS. The antenna is fitted closely to the outer circumference of the insulation spacer and it can detect electromagnetic radiation of the partial discharge with high sensitivity.

To have high sensitivity even in noisy condition, three kinds of methods that can eliminate external noise effectively were verified. In addition, the locating method of defect based on distance attenuation are confirmed. Actually, the insulation monitoring system which employs the antenna is used in a substation which had already been installed. At present, it is operating satisfactory.

キーワード: GIS、部分放電、絶縁診断、外部アンテナ、スロットアンテナ、ノイズ除去

1. まえがき

ガス絶縁開閉装置 (Gas Insulated Switchgear, 以下GISと略す) は充電部を密閉容器で被い、電氣的に高い絶縁耐力を有すSF₆ガスを封入することにより、従来の開放型変電所に比べてコンパクト、安全、無保守、高信頼性等の優れた特徴を持っているので各所で採用されている。

このようにGISは密閉金属容器で覆われていることで多くの特徴を持っているが、反面、容易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を持つ。また、一方では、社会の高度化がますます進んでおり、電力の安定供給に対する社会的要請が高まって来ている。このため、機器の運転状態を的確に診断し事故を未然に防止する“診断技術”の重要性が増している。

今回、筆者らはGISの各種診断項目のうち最も重要な項目の一つである絶縁性能を有効に診断する方法を検討した。GIS等の電力機器が何らかの原因で絶縁性能が劣化するとアーク閃絡事故に至る前に前兆現象として部分放電が発生する事が知られている。一般に、絶縁診断はこの部分放電の有無により異常判定を行うが、部分放電は光、音波、機械的、電氣的振動等の種々の物理現象を伴うため、多くの部分放電検出方式⁽¹⁾⁽²⁾が提案されている。

このうち、比較的感度が良く最近注目されている方式と

して部分放電により発生する電磁波をアンテナで検出する高周波電位検出方式 (アンテナ方式) がある。この方式は他の振動、加速度センサ等を使用した方式に比べて

- ① 部分放電の検出感度がよく (放電電荷量数pCオーダ)。
- ② 検出範囲が広く、一つのセンサで広範囲を診断できるため、センサの数が少なく済み、経済的である。

等の優れた特徴を持っている。反面、感度が高いため逆に放送波等の不要ノイズを受けやすく⁽³⁾、またGIS容器のシールド効果により信号が減衰し、外部からの検出が困難な点がある。そのため、一般的にはS/N比を向上させるためにアンテナをGIS内部に設けたり^{(4)~(7)}、絶縁スペーサの埋め込み電極に給電点を設けてアンテナとして用いる方式⁽⁸⁾等が実用化されている。しかし、これらの方式は既設のGISに対してはセンサの取付が極めて困難なため、容易に診断が行えないという側面を持つ。このため機器本体から離れた外部にバイコニカルアンテナ等のアンテナを設置し、機器から放射される電磁波を監視する方法⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾も研究されている。この方式は現地で簡単に設置できるため便利であるが、現在のところ検出感度の向上や外来ノイズ除去方式の確立等の課題が残されている。また、絶縁スペーサ部にアンテナを付けて内部部分放電を検出する方法もあるが、これは複数個のアンテナで受信した部分放電パルスの到達時間差から異常位置を標定する方法

を主に研究したものである。⁽¹²⁾

これらの外部アンテナの各方式はそれぞれ特徴的なものであるが以下の特徴をすべて満たすものではなかった。

- ① 既設のGISにも無停電で簡単にセンサの取付、取り外しが可能な外部取付センサを使用。
- ② 10 pC以下の微小な部分放電が検出可能。
- ③ 外部ノイズ、特に内部部分放電と同様の放電パターンである気中コロナについてもノイズ除去を行える。
- ④ 異常位置の標定が簡単に行える。

今回、著者らはこれらの特徴をすべて満たす診断方式について検討し、部分放電検出に最適な形状の外部アンテナを開発して、運転中のGISにも無停電でセンサの取付が可能で検出感度が極めて良く、更に、簡単に確実なノイズ除去方法及び、レベル判定による簡単な異常位置標定機能についても優れた性能を持った、GIS絶縁診断方式を確立したのでその特性及び検出原理を報告する。

2. 外部アンテナの形状と取付け箇所

金属容器で覆われたGISの内部で発生した高周波信号を外部で検出するには、高周波信号が透過することのできる開口部にアンテナや電極を設けることが有効である。GISでのこのような開口部は接地装置の接地線引き出し部分や絶縁スペーサ部分等があるが、アンテナは検出に最も効果的と考えられる絶縁スペーサ部分に設けることで検討した。

アンテナを種々検討し、中心にスロット（長方形の開口部）構造を持ち、開口部の左右の電極が絶縁スペーサ両端の金属フランジ部外周に沿って取り付けられるスロット状のアンテナ（以下スロットアンテナと呼ぶ）を選定した。実際に各種のスロットアンテナを試作し、部分放電のスペクトルの検出性能を確認した結果を図1に示す。この時のスペクトルは高圧導体に付着した20mmの金属異物による部分放電電荷量約20 pCの部分放電発生時のもので、後述する方法でノイズの影響を差し引いてあるため、波形の盛り上がりそのものが部分放電によるものとみなせる。その結果、いずれのスロットアンテナでも従来のループアンテナや容器巻き付け形アンテナ等の外部アンテナの検出感度（1000 pC前後）を大幅に改善する数pCの部分放電の検出性能が確認できた。図1のDのタイプは絶縁電線を単にスロット状に巻き付けただけであるが、このような単純な構成でも部分放電によるスペクトルを観測できた。特に、絶縁スペーサを一周する比較長尺のA、Bのタイプは数10 MHz～1 GHzにわたり最も広帯域で均等なスペクトルを示した。このようにループアンテナやGIS容器巻き付け形アンテナに比べて検出感度が極めて高いのは次のことによると考えられる。

スロットアンテナは図2に示すようにダイポールアンテナと物理的に補対の関係にあり、等価的な電磁波放射を行い、共振時はスロットの短い幅方向の電界Eに共振する指

図1 各種スロットアンテナによる部分放電検出例
Fig.1 Antenna Shapes and Acquired spectrums

スロットアンテナ ダイポールアンテナ
図2 スロットアンテナとダイポールアンテナ
Fig.2 Slot Antenna and Dipole Antenna

図3 アンテナ取付け箇所及び形状
Fig.3 Installation and Shape of The Slot Antenna

向特性をもつ。一方、部分放電による高周波の電位振動はGISの導体と容器間のサージインピーダンスを媒介にGIS内部を伝播し、絶縁スペーサ部の様なサージインピーダンスの不連続な部分では反射や漏れが発生し、容器間には差電圧が発生する。この絶縁スペーサ部は両端の金属フランジと締め付け固定用のスタッド部分が図3に示すようにスロット状の閉回路を構成するため容器間に差電圧（または電界E）を発生するように共振する。絶縁スペーサ部に設けたスロットアンテナは、この電界Eに合致した指向性を持ち、絶縁スペーサの円周方向に巻き付けることで最大の利得を得ることができるため、部分放電による高周波電位信号を感度良く検出できたものと考えられる。

3. 外部アンテナによる部分放電検出特性

< 3. 1 > 実験用GISと測定回路 実験に使用したGISは図4に示すように72/84kV用の三相一括形母線と、それに接続されたGCBユニット及び簡易断路器付きの課電用変圧器からなる。また、母線部分の2ヶ所（図4、①、②部分）に部分放電発生源（人工故障部）を設け、図5に示す3種類の部分放電を発生可能とした。アンテナはGISの絶縁スペーサ外周部（図4のa～f部分）に各々タイプBの部分放電用アンテナを取付けた。また、微少な部分放電で発生する電磁波のレベルは非常に小さいため、信号は図6に示すようにプリアンプで増幅後にスペクトラムアナライザにより主に0～1GHzの間でスペクトルを取得した。計測はコンピュータを使用し、結果はデジタルデータで保管し、後の解析ができるよう考慮した。

< 3. 2 > 試験結果 表1に3種類の故障を模擬した条件で図4の部分放電発生源②の位置で部分放電を発生させ、同図⑥の絶縁スペーサにタイプBのアンテナを取り付けて受信した代表的なスペクトルを示す。その結果、表中のS3のスペクトルに見るように、いずれの条件でも部分放電の発生により平均して数dB～30dB程度のスペクトルのレベルの上昇が確認された。この場合は各故障による部分放電電荷量は①50pC、②27pC、③1200pCであり良好に検出できている。尚、表中のS1は0～1GHz間の501ポイントにおけるバックグラウンドノイズ（BGN）のスペクトルを示し、レベルの高い信号は主にTV等の放送波である。S2は実際に部分放電を発生させたときの同じポイントのスペクトルで、同様に放送波等のノイズを含むものである。S3はS2のスペクトルからノイズの影響を除去するためにS1とS2の値の比較を行い、次の計算を行って得たスペクトルである。即ち、S3は「各周波数毎に部分放電発生時のレベルS2が部分放電発生前のレベルS1より大きいときはS2をS3とし、小さい時はS2の値を無効とし、S1の一番低い値S1minをS3とする。」ことを行って得たスペクトルであり、次の式で示される。

$$S3 = S2 \quad : \text{at } S2 > S1$$

$$S3 = S1 \text{の最低値}(S1min) : \text{at } S2 < S1$$

その結果、表1に示すように不要ノイズの影響を極力除去することができた。

次に、スペクトルの増加分を定量的に評価するために上述のスペクトルS3の値の平均値を下記により算出した。

$$S3av = \sum S3(fn) / n$$

fn: nポイント目の周波数

n: 周波数ポイント（但し、S3=S1minの点を除く）

尚、nは0～1GHz間の501ポイントとした。

上記の計算により得られた値S3avとBGNレベルとの差をアンテナ受信レベルとして部分放電電荷量との相関を示すと図7のようになる。3種類の部分放電のうち高圧導体、容器側に針状金属異物を付着させた2条件はアンテナ受信レベルと部分放電電荷量はほぼ比例する傾向が得られた。絶縁操作棒に付着した金属異物による特性は、飽和の傾向が見られ、前者と異なる変化を示した。これはガス空間で発生する部分放電と絶縁物表面で発生する沿面の部分放電のパターンの相違を反映しているものと思われる。

図4. 試験用GIS構成

Fig. 4 Configuration of GIS used for Experiments

図5. 各種部分放電異常模擬パターン

Fig. 5 Three Defects for Generating PD

図6. 試験回路構成

Fig. 6 Spectrum Measuring Circuit Diagram

表1 各種部分放電源による部分放電検出スペクトルの例
Table 1. Spectrums Generated by Each Partial Discharge Source

異常模擬形態	スペクトル S 1 【部分放電なし】	スペクトル S 2 【部分放電発生】	スペクトル S 3 【S 2 からノイズ除去】
① 高圧導体に 金属異物 L=20 mm 50 pC
② GIS 容器側に 金属異物 L=25 mm 27 pC
③ 絶縁操作棒沿面に 金属異物 L=40 mm 1200 pC

図7. アンテナ受信レベル・部分放電電荷量特性
Fig. 7 S 3av-Partial Discharge Characteristics

以上により、部分放電電荷量とアンテナ受信レベルは1対1に対応せず、部分放電源の種類によってその特性は異なることが確認された。また、アンテナ受信レベルはアンテナの周波数利得特性や部分放電源の種類、及び部分放電源とアンテナとの距離等の影響を受けるため、アンテナ受信レベルをERA法のように部分放電量を普遍的に評価する量としてそのまま使用することは難しい。しかし、部分放電の有無が決め手となるGISの場合、非常に感度良く簡単に部分放電を検出できるこの方式はオンラインでの絶縁診断として大変有効な方式である。

4. 外部ノイズ除去方式

絶縁診断用のセンサとしてのアンテナセンサは前述のよ

うに感度が良く、数pC程度から部分放電を検出することが可能であるが、反面、原理上、外来ノイズの侵入も免れない。図8に実際の変電所で30分毎に取得した24時間のスペクトルの例を示す。連続的に発生している放送波以外にも、所々に散発的なノイズの発生が観測されていることがわかる。一般的には変電所構内でのバックグラウンドノイズレベルは部分放電レベルに換算して100~1000pC以上にわたって観測されるため、工場内で数pCの感度を有す装置も、これらの外来ノイズを除去しないかぎりでは実際上の感度向上は難しい。

図8. 実変電所の24時間のノイズパターン
Fig. 8 24-hour Noise Example at an Outdoor Substation

図9. 差動方式の原理

Fig.9 The Noise Elimination Method in Time Domain

このような外来ノイズを除去するために、GIS内部で発生する部分放電は限られた箇所からのみ検出できることに着目して、部分放電用とノイズ用の2つのアンテナを対として使用し、それらのノイズと部分放電に対する感度差を利用してノイズを除去する方法を検討した⁽¹¹⁾。図9にその原理を示す。

絶縁スペーサ部分に設置した部分放電用アンテナは部分放電を感度良く検出するが、近接した場所に着けた同一構造のノイズ用アンテナではほとんど検出されない。一方、外来ノイズに対しては両者のアンテナともほぼ同一感度で検出する。したがって、両者のアンテナの出力の差動演算を行うことにより外来ノイズの除去が可能となるものである。この2つのアンテナの各周波数帯における感度差を定量的に把握するために、図10(b)に示す検出装置で各アンテナ間の距離を60cmとしてGIS内部に模擬信号を注入し両アンテナで内部から漏れる信号を測定した。その結果、図10に示すように部分放電検出用のアンテナの方がノイズ用アンテナに比べて平均して20～30dB程度感度が良いことが確認された。

更に、部分放電用アンテナを基準にしてノイズ用アンテナ

図10. 内部信号に対する2つのアンテナの感度差

Fig.10 Sensitivity Difference of Two Antennas to Internal Signals

図11. ノイズアンテナの部分放電感度-距離特性

Fig.11 Internal Signal Sensitivity for Noise Antenna

ナを移動させて両者間の距離を変化させ、内部の漏れ信号に対するノイズ用アンテナの感度比の変化の測定結果を図11に示す。この図から絶縁スペーサから約60cm離れた位置にノイズ用アンテナを設置すればほとんど内部の信号は検出されないことがわかる。従って、この2種類のアンテナを60cm程度の間隔で設置すれば、外部ノイズに対する両アンテナの受信特性はほぼ同一で、GIS内の部分放電についてはノイズ用のアンテナはほとんど検出しないため、ほとんどの周波数帯で差動が有効に作用する。以下にこの感度差を利用したノイズ除去方式の効果を検討した。

<4.1>単一周波数による差動ノイズ除去 図9の装置で部分放電により発生する電磁波の周波数帯域のうち適切な周波数に同調するようにチューニングアンプA、Bを単一周波数に設定した。2つのチューニングアンプに、図11の特性により一定の距離に設置した2種類のアンテナを接続し、各検波出力を差動増幅しているアンプの出力をシンクロスコープで観測した。なお、ノイズ側の増幅器は信号側の1.5倍とし、2つのアンテナの感度のバラツキがあってもノイズ除去ができるように工夫した。図12に本方式によるノイズ除去波形の例を示すが部分放電信号は差動後も変わらずプラス側に出力されるが、ノイズはマイナス側になり、完全に除去されている。

図12 差動によるノイズ除去波形

Fig.12 Noise Elimination Waveform Example

< 4. 2 > スペクトルの差動によるノイズ除去 前述の単一周波数のノイズ除去法をそのまま全周波数帯まで拡張し、0～1GHz間のスペクトルの501ポイントにおける計算によるノイズ除去⁽¹³⁾を行った結果を表2のスペクトルのノイズ除去結果Sneに示す。また、各スペクトルは同時取得のスペクトルではなく逐次個別に計測したため、再現性を考慮し、1分間のマックスホールドモードで測定した。この時のスペクトルSneは先の“< 3. 2 > 試験結果”の項で用いたものと同じの手法を適用して求めた。このSneは部分放電用アンテナで取得したノイズを含む部分放電のスペクトルSpdとノイズ用アンテナで取得したスペクトルSnを各周波数ポイント(501ポイント)毎に比較することでノイズ成分を除去することを行っており、以下の式で示される。

$$\begin{aligned} S_{ne} &= S_{pd} && \text{at } S_{pd} > S_n \\ S_{ne} &= S_n \text{の最低値}(S_{nmin}) && \text{at } S_{pd} < S_n \end{aligned}$$

この式は各周波数に毎に「部分放電用アンテナの出力(Spd)がノイズ用アンテナの出力(Sn)より大きいときはSpdの値をSneとし、小さいときはSnの一番低い値SnminをSneとする。」を行っており、この計算によりノイズの影響をある程度除去できる事が確認できた。

表2の測定データは部分放電用とノイズ用の両アンテナともに前述と同様に図11の特性に従って約60cmの距離に設置し、ノイズ用アンテナに部分放電の信号が受信されないよう設定した。その結果、正常状態(部分放電の発生無し)で外部ノイズを測定すると表2に示すようにノイズ用、部分放電用のアンテナは両者ともほぼ同一の特性を示した。次にGIS内部で50pCの部分放電を発生させると部分放電によるスペクトルの変化は部分放電用のアンテナのみに現れる。従って、ノイズアンテナのスペクトルをBGNとして用いて、部分放電用アンテナのスペクトルからノイズを除去したスペクトルを計算することにより、共通分である外部ノイズの影響を除去したスペクトルSneを得ることができた。

< 4. 3 > ノイズの無い周波数帯を選択 前述した2つの方式は2種類のアンテナの検出感度差を直接利用した差動法による方式であるが、更に、ノイズ用アンテナを用いたノイズの無い周波数帯を自動選択する方式⁽¹⁴⁾についても検討した。この方式は図13に示すように、CPUで監視周波数を制御することで時分割で複数の周波数を計測できる装置を使用し、以下の手順で部分放電を測定する。

- ①まずノイズ用アンテナで受信している信号の全周波数を計測ポイント数で等分割し、その各々の周波数の受信レベルを逐次計測する。
- ②次に規定レベル以上に受信している周波数ポイントはノイズが大であり測定に適さないと判断し、計測周波数をδずらし、新たに $f = f + \delta$ として再度計測する。
- ③各測定点のレベルが全て規定値以下となるまで上記の作業を数回実施する。あるいは、数回繰り返しても測定点が見つからない場合はその測定点は無効とする。
- ④アンテナを部分放電用のアンテナに自動的に切り替えて決定した測定ポイントの受信レベルを測定し、その平均値を算出し、レベル判定を行う。

実験には、図13の原理を図14に示すような小型の簡易な装置に仕上げ、使用した。本装置で、部分放電を検出

図13 小ノイズ帯の自動選択方式の原理
Fig.13 Principl of Auto Tuning System which Searches Low Noise Bands

表2 周波数領域でのノイズ除去結果の例
Table 2. Noise elimination Results in Spectorum Domain

試験条件	ノイズアンテナのスペクトル Sn	部分放電用アンテナのスペクトル Spd	ノイズ除去後のスペクトル スペクトル Sne
外部ノイズのみ (部分放電なし)			
高圧導体に金属異物を付着 L=20mm 部分放電: 50pC			

した時の検出レベルの例を図15に示す。監視周波数帯はVHF～UHFの任意の周波数の複数点（最大128点）をスキャンしての診断が可能であり、本例では監視帯域を50～450MHz及び450～850MHzの2つの領域に分け、各25ポイントのノイズの無い監視周波数を自動設定し、各領域毎に電磁波検出レベルの平均値の表示データをプロットしている。その結果10pC以下の小さな部分放電も検出できており、小形で簡易形であるにもかかわらず高感度の検出性能が得られることを確認した。

以上、2種類のアンテナの感度差を応用した3種類のノイズ除去方式について検討し各方法とも優れたノイズ除去性能があることを実証した。

図14 簡易診断装置構成

Fig.14 Construction of Simple Diagnostic System

図15 小ノイズ帯の自動選択による絶縁診断結果

Fig.15 Results of Insulation Diagnosis using Auto Tuning System which Searches Low Noise Bands

5. 異常位置標定

次に部分放電発生箇所の位置標定が可能か否かを検討した。試験用GIS（図4）を用い、異なる位置で部分放電を発生させ、母線の6箇所の絶縁スペーサ部の部分放電用アンテナでスペクトルを測定した。このスペクトルを周波数帯域“0-200-400-600-800-1000MHz”の5つに分けて、増加レベルの平均値として計算すると図16、図17のようになる。その結果、部分放電源に近い絶縁スペーサ部程高い増加レベルを示している。

また、周波数帯域では特に約400MHz以上で距離減衰特性が顕著に得られている⁽¹¹⁾⁽¹⁵⁾ことが分かった。

周波数の低い側で距離減衰特性が顕著でないのは高周波信号の伝播時の減衰定数は周波数が低いほど小さいため、あまり距離減衰しないことによる。この結果から、およそ400MHz以上の周波数の距離減衰特性を測定すれば部分放電用アンテナを取り付けた絶縁スペーサで区画される範囲内での部分放電発生箇所の特定制が行える見通しを得た。また、逆に400MHz以下の距離減衰特性が少ない周波数を測定すれば、一つの部分放電用アンテナでGISの広範囲を監視することができる。実際、図16、図17から400MHz以下の周波数では図中③～④の絶縁スペーサのいずれの部分でも比較的高い検出感度が得られており、このことから、例えば長さが20m程度のGISであれば中央の絶縁スペーサ部にアンテナを一つ取り付ければ部分放電の発生の有無を充分監視できることがわかる。

図16. 部分放電源①による距離減衰特性

Fig.16 Distance Attenuation Characteristics

図17. 部分放電源②による距離減衰特性

Fig.17 Distance Attenuation Characteristics

図 18. 絶縁監視装置構成
Fig.18 Insulation Monitoring System

図 19. 各種部分放電の検出波形例
Fig.19 Partial Discharge Waveform Examples

図 20 6 pC 部分放電の検出波形例
Fig.20 6pC Partial discharge Waveform Example

図 21 送電線コロナノイズ除去波形例
Fig.21 Corona Noise Elimination Waveform Example

6. フィールド試験

以上の検討及び実験結果を基に図 18 に示す単一周波数の差動ノイズ除去方法を取り入れた絶縁監視装置を試作し、約 1 年間に渡り、実変電所の 7.2 kV 三相一括縮小形 GIS に適用しフィールド試験を実施した。

フィールド試験に先立ち前述の試験用 GIS (図 4) に装置を取り付け、図 19 (a) ~ (d) に示す各種異常を模擬した部分放電を発生させ、部分放電の検出性能を確認したが、同図に示した差動アンプの出力波形例に見るよういづれの条件でも部分放電を検出した。更に、検出感度の限界を見るために、高圧導体に金属異物を付着させ、課電電圧を調整し、わずか 6 pC の小さな部分放電を発生させたところ、図 20 に示すように良好に検出できることが確認された。

フィールド試験中には図 21 に示すように実変電所周囲で発生した送電線コロナノイズが良好に除去されていることも確認され、1 年間を通じ良好に運転でき⁽¹⁶⁾、十分な実用性能が確認できた。

7. むすび

既設の GIS にも無停電で簡単に取付けが可能で検出感度の高い外部アンテナによる絶縁診断方式を検討した。その結果、

(1) GIS 容器外部に容易にとりつけられることと、高感度であるとの課題に対し、スロット形状のアンテナの考案によって解決し、部分放電電荷量 6 pC の極々微少な部分放電が検出できることを実証した。

(2) 高感度である故に避けられない空中の電磁波ノイズに対しノイズ受信用と部分放電検出用のアンテナを対として、単一周波数と複数周波数の差動を取る方式及びノイズの少ない周波数帯域を自動選択する方式を検討しいずれもノイズ除去に効果的であることを実証した。

(3) 上記をもとに、単一周波数による差動ノイズ除去方式を取り入れた絶縁監視装置を試作し実変電所の 7.7 kV GIS に取り付け、約一カ年のフィールド検証を行ったがノイズによる誤動作もなく良好な運転結果を得実用性能と信頼性を確認することができた。

(4) また、検出される部分放電量の周波数帯域を 400 MHz 以上とすることによって部分放電発生箇所の位置標定が可能であることを明らかにした。

以上、本方式は今まで困難であった既設のGISの運転中の絶縁診断を非常に簡単に感度良く実施できるものであり、今後GISの保守支援用の診断装置として電力安定供給に寄与できれば幸いである。

(平成7年1月31日受付、同年6月6日再受付)

文 献

- (1) 電気協同研究会：「電力設備へのセンサ技術適用」電気協同研究第46巻第4号
- (2) Cigre WG 15.03：「Diagnostic Methods for GIS Insulating Systems」(Cigre 15/23-01, Paris 1992)
- (3) 山下英城・吉村源・加藤達郎・早川直樹・匹田政幸・大久保仁・植田俊明：「実変電所における電磁波外部ノイズのスペクトラム特性」平成6年電気学会電力・エネルギー部門大会、No. 647
- (4) 神山一郎・竹内信彦・森田政夫・原田昌明・大山修・林実志：「内部アンテナ検出方式によるガス絶縁機器の部分放電検出試験」平成4年電気学会全国大会、No. 1280
- (5) 岡島行雄・友江英司・伊藤義則・山田洋・青木泰雄・蛭田光博・石川敏雄・田川承位：「内部電極センサを用いたGISの絶縁監視装置の開発」平成5年電気学会電力エネルギー部門大会、No. 596
- (6) 亀井光仁・宮下信・井波潔・榊井健・西田智恵子・前川洋・佐久間秀一：「部分放電センサの開発」平成6年電気学会全国大会、No. 1474
- (7) B. F. Hampton・J. S. Pearson・C. J. Jones・T. Irwin：「Experience and Progress with UHF Diagnostics in GIS」(Cigre 15/23-03, Paris 1992)
- (8) 大木功・荻宏美・田中秀雄・丸山志郎・内田葉子・若林誠二・小山光敏・長岡聡：「GIS内部部分放電検出方式の検討」平成6年電気学会全国大会、No. 1475
- (9) 小山光敏・青柳浩邦・村瀬洋・大島巖：「GIS内部部分放電測定法の検討」平成4年電気学会全国大会、No. 1279
- (10) 竹内信彦・森田政夫・加藤敬一・倉野重光・堀勲：「外部アンテナによるGCB異常模擬部分放電電磁波の検出」平成5年電気学会全国大会、No. 1439
- (11) 木村 喬・春浪隆夫・金万直弘・斎藤宗敬：「外部アンテナによるGIS絶縁監視方法」平成4年電気学会全国大会No. 1284
- (12) 宮本憲繁・榊井健・亀井光仁・前川洋：「GIS部分放電位置標定システムの開発(その4)」平成6年電気学会電力・エネルギー部門大会No. 643
- (13) 木村 喬・春浪隆夫・金万直弘・斎藤宗敬：「外部アンテナを用いたGISの絶縁監視方式における信号検出特性」平成4年電力エネルギー部門大会、No. 387
- (14) 金万直弘・斎藤宗敬：「ハンディ形GIS絶縁監視装置の開発」平成6年電気学会全国大会、No. 1473

(15) Takashi Kimura, Takao Harunami, Naohiro Komma, Kazutoshi Saito：「GIS Insulation Monitoring System Using External Antenna」CIGRE BERLIN SYMPOSIUM 1993, No. 130-05

(16) 木村 喬・春浪隆夫・金万直弘・斎藤宗敬・中井仁志：「GIS絶縁監視装置のフィールド試験」平成5年電力エネルギー部門大会、No. 344

木村 喬(非会員) 1959年3月弘前工業高校電気科

卒業。同年4月東北電力(株)入社。主として水力発電、変電関係計画管理業務に従事、工務部発電課長、福島支店電力部長を経て、現在電力システム部副部長。

春浪 隆夫(正員) 1982年3月東北大学通信工学科

卒業。同年4月東北電力(株)入社。工務部発電課を経て現在、海外電力調査会出向。

金万 直弘(正員) 1966年3月東京工業大学工学部

電気工学科卒業、同年4月日新電機(株)入社。主として遮断器、ガス絶縁開閉装置に関する開発業務に従事。現在、第2電力機器事業部開発部長。

斎藤 宗敬(正員) 1980年3月群馬大学工学部電気

工学科卒業。同年4月日新電機(株)入社。主としてGISの予測保全システムの開発に従事。現在、第2電力機器事業部開発部主任。