

A E 法を用いた配電機器の異常診断技術

正員 日下 則宏 (東京電力)

正員 小田 将広 (JFE アドバンテック)

Diagnosis techniques of electric power distribution installations by means of acoustic emission

Norihiro Kusaka, Member, (Tokyo Electric Power Co., Inc.), Masahiro Oda, Member, (JFE Advantech Co., Ltd.)

1. はじめに

電力系統における配電設備は電力流通設備の末端であり膨大な設備から構成されている。これら設備のうち長期間稼働による経年設備数量が年々増加しており、公衆安全・設備安全確保による電力品質の維持向上に向けた取り組みが重要となっている。

東京電力では電線類の地中化に伴いケーブル終端などに積極的に採用してきた E P ゴム部材の予防保全技術として、代表的な破壊前駆現象である部分放電を設備稼働状態で検知できる A E 法を用いた簡易な診断法を確立し、現場適用を行ってきた^{(1),(2)}。

本報告では、これまでの E P ゴム部材の部分放電現象の検出状況を踏まえ、他部材の配電機器に対しての A E 法による放電現象の検出と有効性について検討した。

2. A E 法による配電機器異常診断への取り組み

〈2・1〉 A E 法ポータブル診断器の開発 A E 法による E P ゴム部材部分放電検知の要素技術開発⁽¹⁾結果を踏まえ、診断技術の現場適用化をコンセプトに、機能集約、信号処理による診断の高感度化・簡素化を図った A E 法ポータブル診断器を開発した⁽²⁾。

〈2・2〉 配電機器別の劣化に伴う A E 法適用の検討 A E 法適用範囲拡大のために E P ゴム部材以外の絶縁材料・構造の配電機器への適用性を検討した。絶縁材料には E P ゴム、エポキシ樹脂、磁器等がある。そこで、様々な模擬欠陥供試器と故障した実器撤去品を用いて A E 検知性検証および取得信号成分の解析を行った。以下、検討結果例を示す。

(1) エポキシ樹脂部材 エポキシ樹脂を絶縁材料に使用している多回路開閉器 (図 1) 電極の絶縁劣化した実器撤去品にて部分放電発生試験を実施し、A E ポータブル測定器の部分放電検知性を検証した。図 2 に可動電極部で測定した A E 波形と、信号処理後の周期解析結果を示す。周期解析により E P ゴム部材と同様に商用周波数に関連する成分⁽¹⁾ (50Hz の整数倍) が明瞭に得られている。

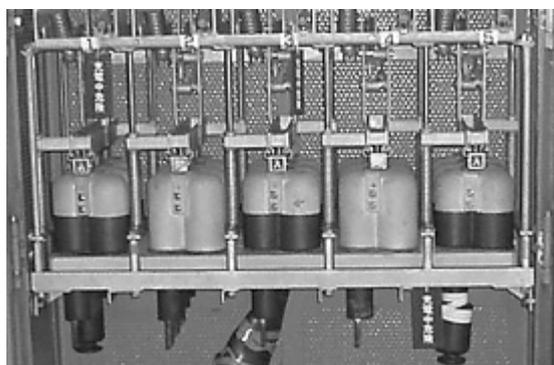


図 1 多回路開閉器

Fig.1. multi-circuit switch electrode.

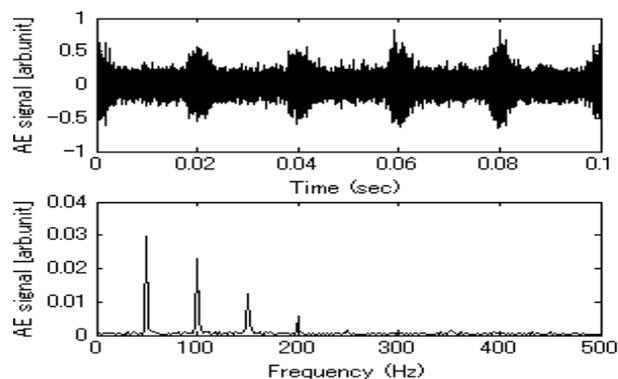


図 1 多回路開閉器の損傷模擬試験で測定された A E 波形 (上) と周期解析結果 (下)

Fig.1. AE waveform measured on the multi-circuit switch with artificial defects (upper) and its periodical analysis result (lower).

(2) 金属材料表面での A E 検知性 コンパクト変圧器一次リードのヒューズフォルダ部での絶縁劣化検知を模擬試験により確認した結果を図 3 に示す。一次リードを固定する金属カバー部にセンサを設置した場合の A E 波形は図 2 のような明瞭な振幅変化は無いが、信号処理と周期解析により、商用周波数に関連する周期成分が明瞭に見られる。

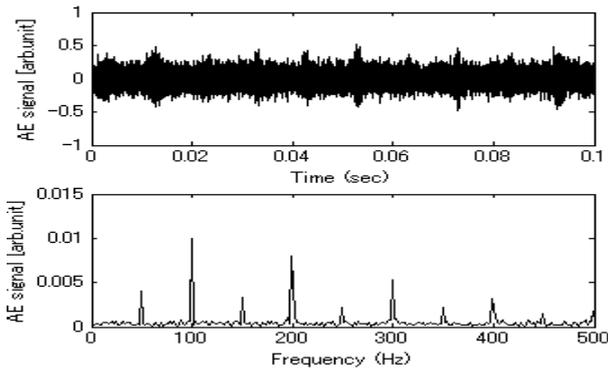


図3 コンパクト変圧器ヒューズフォルダの模擬欠陥供試器で測定されたAE波形(上)と周期解析結果(下)
Fig.3. AE waveform measured on compact transformer with artificial defects(upper) and its periodical analysis result(lower).

このように、S/Nが低くても信号処理により周期性を抽出し部分放電検知感度を向上させることができる。また、機器内部で生じる部分放電も、絶縁材料を介してセンサ設置部の金属体へ伝搬していればAEを検知する。

〈2・3〉 配電機器予防保全への取り組み 配電設備の劣化事象の予兆として間欠的な微地絡事象が伴うケースがある。そのような配電線路に対し、AE法ポータブル診断器による診断を実施し、従来の巡回目視点検よりも高精度に原因機器の特定が可能となった。これにより計画的な撤去・交換を進めることができ、予防保全の成果をあげている。AE法は高信頼性・高感度ながら診断範囲が局所的である⁽¹⁾ため、広域観察が可能な熱画像診断を組み合わせることで、より効率的な診断が可能となる。一方、熱画像だけでは劣化がかなり進行しないと発熱現象が捉えにくい点や周囲との温度差を検知するのみで発熱が部分放電によるものか判断困難であるなどから、熱画像単独の診断には限界があると考えている。そこで、東京電力では、これらの診断機器の併用による診断手法を標準化し、より確実な予防保全の実施を進めている。

3. AE法による異常検知事例

AE法ポータブル診断器を用いて異常検知し、事故の未然防止に貢献した事例について紹介する。現場測定により異常検知した配電機器は以下の7機種10部材に及ぶ。

〈地中機器〉

供給用配電箱：終端接続部 (EPゴム材)，
MDS電極，MDS母線 (エポキシ樹脂材)

多回路開閉器：終端接続部 (EPゴム材)，
多回路電極 (エポキシ樹脂材)

高圧分岐装置：ロードブレークエルボ (EPゴム材)

地上用変圧器：ロードブレークエルボ (EPゴム材)

〈架空機器〉

柱上用変圧器：コンパクト変圧器一次ヒューズフォルダ
(エポキシ樹脂材+金属材)

架空用接続体：内部絶縁筒 (EPゴム材)
架空用避雷器：内部ギャップ (磁器材+金属材)



図4 AE検知されたMDS(左)と電極内部状況(右)
Fig. 4. Damaged MDS detected by means of AE (left) and its failure of inside electrode (right).

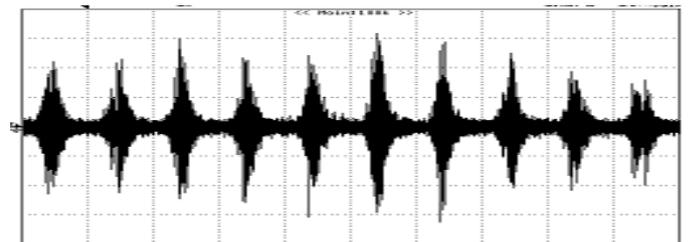


図5 劣化したMDSで測定されたAE波形
Fig. 5. AE waveform measured on the damaged MDS.

AE法で劣化を検知したMDS電極内部の損傷状況を図4に示す。湿分結露等により電極内部へ侵入した水分が起因となりエポキシ樹脂材で沿面放電が発生し劣化が進行する。内部は黒く炭化するなど沿面放電の痕跡が見られる。

実験中に電極部でAEを測定した結果を図5に示す。商用周波数に依存した周期性のあるAEが検知され、このAEが交流電圧により繰り返し発生する部分放電に起因するものであることが分かる。

4. まとめ

ケーブル末端などEPゴム部材の劣化診断技術としてAE法による部分放電検知に着目し、診断技術の現場適用を主眼にAE法ポータブル診断器を開発し、地中化設備の予防保全への取り組みを行ってきた。さらに、適用範囲の拡大のため、EPゴム部材以外のエポキシ樹脂材や機器外箱の金属材料へ伝搬してくる部分放電起因AEの特徴を明らかにし、AE法ポータブル診断器の有効性を確認した。

活線下における機器の異常検知技術を向上させることで更なる予防保全の推進と電力安定供給・品質向上を推進していきたい。

文 献

- (1) 武田憲二郎・柴田隆之・小田将広：「現場でのAEセンサによるEPラバー絶縁材の部分放電検出試験と今後の劣化診断への適用可能性」、平成14年電気学会電力・エネルギー部門大会論文集(分冊B)、No. 354, pp. 224-225 (2002)
- (2) 谷内清春・日下則宏・小田将広：「地中埋設線関連電力設備劣化診断(部分放電検知)へのAE法の適用」、電気現場技術, Vol. 44, No. 512, pp. 41-47 (2005)