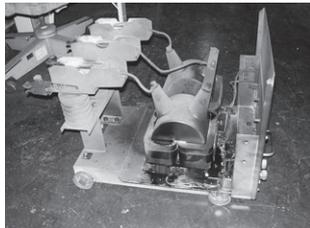
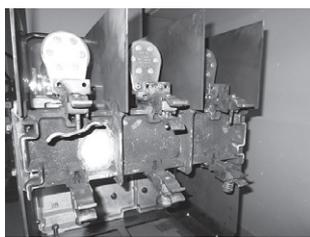


最近の設備メンテナンスの取り組み状況

南部雅裕 Masahiro Nanbu

キーワード メンテナンス、電気設備、保全、診断、サーモグラフィ、部分放電、分析、突発事故

概要



VCS焼損（上）とPT焼損（下）

電気設備（自家用電気工作物）は、保安の確保と安定稼働を両立するために、的確で効率的なメンテナンスを追求して進歩・発展してきた。

かつては事故（不具合）が発生した後に修理する事後保全が主流であったが、近年では予防保全に移行しつつある。予防保全は、時間基準保全（TBM：Time Based Maintenance）から状態基準保全（CBM：Condition Based Maintenance）へ、さらにリスクベースメンテナンス（RBM：Risk Based Maintenance）へと進展してきた。

当社の最近の設備メンテナンスは、RBMのキーテクノロジーである活線診断技術を駆使し、より質の高いメンテナンス手法を目指している。

1 まえがき

電気設備（自家用電気工作物）は感電・火災などの危険を伴うことから、電気事業法で保安を担保するための規制が定められており、設置者はその規制を満足するように電気設備の点検を実施しなければならない。同時に電気設備は生産手段の要であり、安定稼働を担保しなければならない。つまり保安の確保と安定稼働を両立する的確で効率的なメンテナンスが求められる。第1表にメンテナンスの形態を示す。

本稿では、電気設備に対する当社のメンテナンスの取り組みを紹介する。

2 メンテナンスの変遷と取り組み

メンテナンスの手法や考え方は、技術の進歩及び

社会環境の変化とともに変遷してきた。かつては事故（不具合）が発生した後に修理する事後保全が主流であったが、近年では予防保全に移行しつつある。予防保全にはいくつかの手法があり、時間基準保全（TBM：Time Based Maintenance）から状態基準保全（CBM：Condition Based Maintenance）へ変化し、さらにリスクベースメンテナンス（RBM：Risk Based Maintenance）に移行しつつある。第1図に保全形態を示す。

当社はこの流れに対応するため、各種メンテナンス技術を開発し適用することで、個々の設備状態に応じた最適なメンテナンスサービスを提供し、ライフサイクルコストのミニマム化を目指している。

3 活線診断の採用

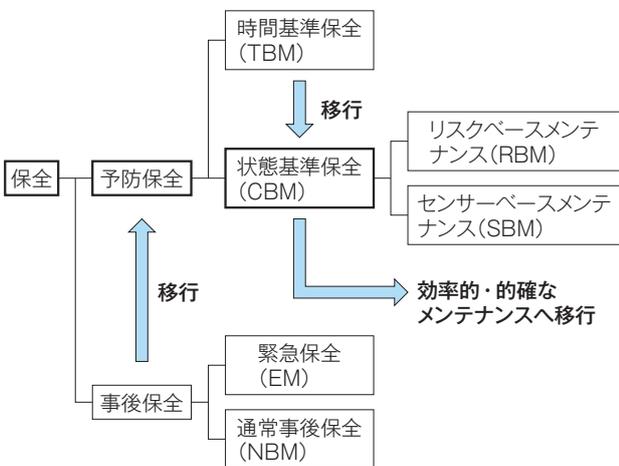
RBMでは、リスク部分の特定、すなわち診断技

第 1 表 メンテナンス形態

巡視・停電点検・活線診断によるメンテナンス形態を示す。

| 分類 | 保全種別 | 周期 | 点検手法 | 点検内容 |
|----------------|------|-----------------|---|---|
| 巡視 (日常点検) | — | 1回/日ごと | <ul style="list-style-type: none"> ●設備状態：通常運用中 ●通常運用状態で外観目視。点検員の経験による五感（視覚・聴覚・嗅覚など）で判断・確認する。 | <ul style="list-style-type: none"> ●外観目視 |
| 停電点検 (年次点検) | 普通点検 | 1回/1～3年ごと | <ul style="list-style-type: none"> ●設備状態：停止・停電が必要 ●設備異常の有無を、外観・特性測定や清掃・注油などの回復処理を簡易に行う。 ●機器の機能確認や維持を目的に行う。 | <ul style="list-style-type: none"> ●清掃・目視点検 ●各部締め付け ●絶縁抵抗測定 ●動作試験 |
| | 精密点検 | 1回/6年ごと（メーカー推奨） | <ul style="list-style-type: none"> ●設備状態：停止・停電が必要 ●設備の異常の有無を、機器内部の清掃・検査・修理・特性測定及び部品交換・分解整備を行う。 ●機器の機能確認や回復を目的に行う。 | <ul style="list-style-type: none"> ●清掃・目視点検 ●各部締め付け ●絶縁抵抗測定 ●動作試験 ●機器の分解整備 ●グリスアップ ●接触抵抗測定 ●真空度測定 |
| 活線診断 | — | 点検前に実施（メーカー推奨） | <ul style="list-style-type: none"> ●設備状態：通常運用中 ●設備の異常の有無を、設備の運用状態で診断ツールを使用し、設備の状態把握を行う。 ●停電点検前に実施することで異常兆候を発見し、停電点検時に異常箇所の修繕提案を行う。 | <ul style="list-style-type: none"> ●熱画像診断 ●部分放電診断 ●油分析 ●ガス分析 ●環境分析 |

.....

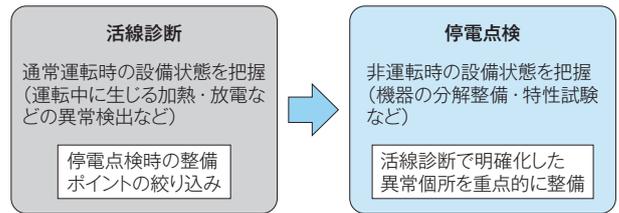


第 1 図 保全形態

保全の移り変わりとこれからの予防保全を示す。

第 2 表 活線診断手法

診断メニューによる特長及び診断内容を示す。



| 診断技術 | 測定機器 | 特長 | 診断内容 |
|-----------------|------------------|--------------------------|-------------|
| 熱画像診断 | 熱画像装置 (サーモグラフィ) | 非接触で温度測定 | 接触不良による過熱 |
| 部分放電診断 (高圧設備以上) | スーパーフォン | 簡易的に部分放電の有無を音で検出 | 絶縁物の劣化 |
| | AE センサ | 部分放電で生じる微弱な音を電気信号に変換し、解析 | 絶縁物の劣化 |
| 分析 | コロナ検知カメラ | 部分放電で発生する紫外線を可視化 | 部分放電発生箇所の特定 |
| | 絶縁油・ガス分析 環境分析 | 成分分析による化学的分析 | 成分量の特定 |

※上記以外に設備やお客様の要求に合った診断技術を提案・実施する。

術が重要なキーテクノロジーである。診断は設備稼働状態で実施する活線診断と、設備を停止して各種データを測定・採取する停電診断に分類される。

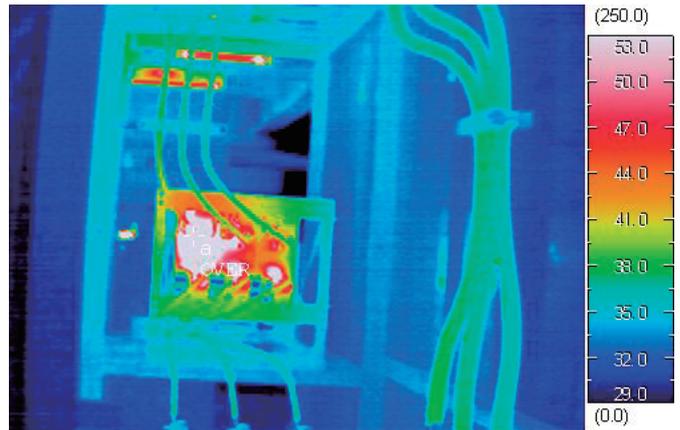
当社では、機動性に優れ稼働状態の診断結果が得られる活線診断技術を積極的に開発・採用している。設備停止によるメンテナンス前に電気設備の状態を把握するため、活線診断をお客様に提案・実施している。電気設備の通常運転状態における異常兆候や異常状態を捉えることで、重点的な整備や部品交換など予防保全の立案・対応・対策を行っている。

第 2 表に活線診断手法を示す。

- (1) 熱画像診断 **第 2 図**に熱画像測定（赤外線カメラ）を示す。各機器の温度状態を画像として測定・診断する。異常過熱の有無や温度のバランス状態を確認することで、異常の状態や兆候を熱的に把握し、異常部位を確認できる。
- (2) 部分放電診断 **第 3 図**に AE センサによる部分放電測定を、**第 4 図**に紫外線カメラによる部分放電測定を示す。高圧以上の機器を対象とし、絶縁状



(a) 測定風景



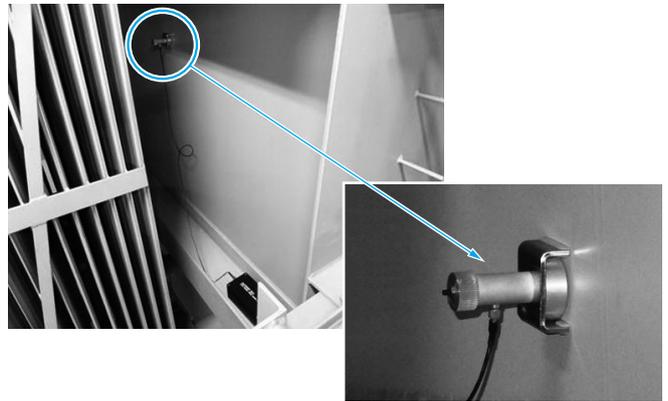
(b) 測定画面

第 2 図 熱画像測定（赤外線カメラ）

サーモグラフィ測定器による導体接続部や機器など、温度のアンバラスや局部過熱の発生の有無を確認する。



(a) 測定風景



(b) センサ取り付け状態

第 3 図 部分放電測定（AEセンサ）

AEセンサ手法による微弱な音を電気信号に変換して解析する。



(a) 測定風景



(b) 測定画面

第 4 図 部分放電測定（紫外線カメラ）

紫外線カメラ手法による放電現象を可視化して判定する。



第5図 環境分析（汚損度分析）の様子

成分分析による化学的分析を行う。

態を検査する。電気設備の主要機器である変圧器や開閉器などについて、絶縁物表面のじんあいや汚損による部分放電の有無を超音波や紫外線の発生によって確認する。

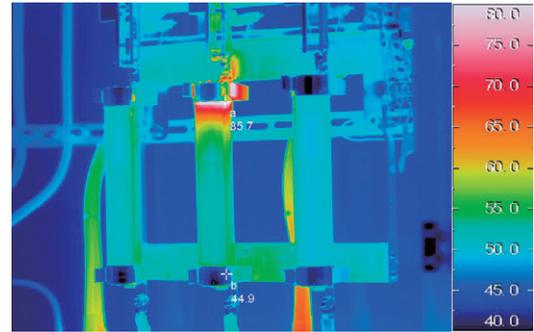
(3) 環境分析 絶縁油・SF₆ガスなどを絶縁媒体とした密閉機器は、絶縁媒体のサンプリングを行う。絶縁媒体に含まれる発生ガスの種類や量を分析し、内部状態を把握する。

第5図に環境分析（汚損度分析）の様子を示す。電気設備の設置環境を環境分析することで、電気設備がどのような環境で運転されているか確認でき、環境的劣化要因を把握できる。

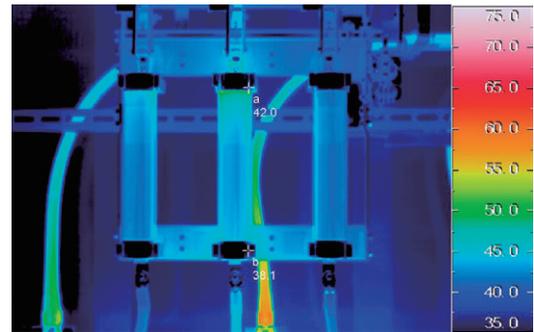
4 活線診断の効果

活線診断手法によって運用中の状態を把握することで、メンテナンス時の修繕ポイントを明確化できる。第6図に気中開閉器ヒューズリンク部の熱画像測定（赤外線カメラ）事例を示す。3本のうち真ん中のヒューズリンクは上部と下部で温度差が発生し、異常があることが分かる（正常時の温度分布は、上下ともに同じ温度を示す）。

もう一例として、第7図に開閉器の導体接触部の熱画像測定（赤外線カメラ）事例を示す。ユニットの左右（一次側・二次側）の接続部に異常過熱が発生していることが分かる。この部分は、カバーに



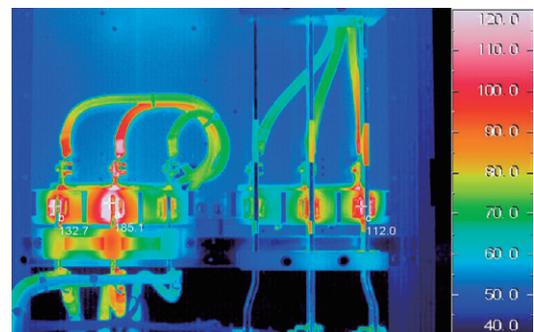
(a) 修繕前



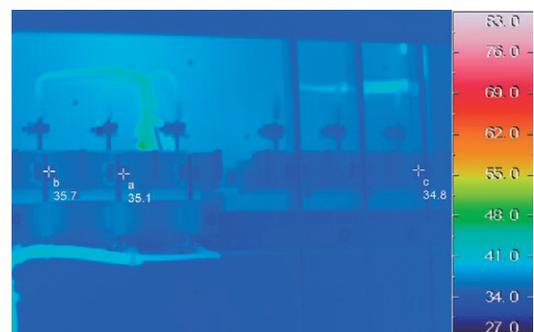
(b) 修繕後

第6図 熱画像測定（赤外線カメラ）事例1

ヒューズリンクに異常過熱を確認し、停電点検時に処置対応を実施し、事後に改善効果を確認した。



(a) 修繕前



(b) 修繕後

第7図 熱画像測定（赤外線カメラ）事例2

開閉器導体接続部に異常過熱を確認し、停電点検時に処置対応を実施し、事後に改善効果を確認した。

覆われているため通常の巡視では発見が困難で、導体接続部に接続するケーブルに変色が見られるほど過熱していた。

紹介した事例では、定期的メンテナンスの限られた停電時間内に重点的な処置・対応をしており、改善効果も事後に確認することができた。お客様からは焼損事故に至る前に兆候が発見でき、活線診断の効果を目で見ることができたと大変喜ばれた事例である。

5 むすび

電気設備に対する当社のメンテナンスの取り組みを紹介した。当社では、更なるメンテナンス精度の向上を目的に、診断内容精査・データ解析手法・検証試験・フィールドでのデータ収集・適応確認を実施しながら、全国規模の専門技術員による診断会議や技術開発部門による新しい診断ツールの開発を進めている。

設備を停電して行うメンテナンスや普段の巡視では、4項で紹介した機器の状態でも異常過熱が進行して変色・変質、さらには焼損事故に至るまで状態を把握できないことがある。このような異常兆候を早い時期に把握できる活線診断を取り入れ、メンテナンス時に処置・対応することで、より質の高いメンテナンスを提供できる。

技術進歩や時代の変化に対応した的確なメンテナンスサービスを提供し、信頼・満足をいただけるようこれからも貢献していく所存である。

・本論文に記載されている会社名・製品名などは、それぞれの会社の商標又は登録商標である。

《執筆者紹介》



南部 雅裕
Masahiro Nanbu

(株)明電エンジニアリング
電気設備の診断業務に従事