

変電所巡視の合理化に向けた状態確認作業の省力化技術に関する研究 漏油検出材の開発と監視カメラによる状態確認装置の試行

Study of labor-saving technology on condition monitoring work for rational patrol in substation
Development of insulating oil leakage indicator & trial monitoring device using visual camera

(電力技術研究所 電力設備G)

(Electric Power Equipment Group, Electric Power Research & Development Center)

変電所巡視では機器の細かな部位の確認や、季節の変わり目に多い油入機器の漏油有無の確認や季節ごとの鳥類飛来等の確認等、作業員の現地出向に依存している作業が多い。そこで、最近のICT・IoT技術を用いた変電所巡視の状態確認作業の省力化技術を研究した。このうち、新開発の漏油検出材を中心に紹介する。

Patrol persons have many tasks at a substation such as checking the parts of equipment carefully, detecting oil leakages in oil-filled equipment which often occur at the turn of the season, and monitoring bird activity every season. Therefore, a labor-saving technology for the condition monitoring work of substation patrols using the latest ICT / IoT technology has been studied. Of these studies, we mainly introduce the newly developed oil leakage indicator.

1 変電所巡視の状態確認作業の精査・分類

一般的な変電所巡視は、変電設備および変電所周辺の異常の有無を目視および計測器等により調査するとともに軽微な手入れを行う作業である。

その内容は、主として視覚・聴覚・嗅覚・触覚ならびに各機器・装置に設置されている計測器等により、運転上必要な設備および周辺の異常の有無の確認を行う「状態確認作業」が大きなウエイトを占めている。そのため、この状態確認作業の精査を行い、作業項目を第1表に示すA～Eの5種類の対応に分類した。

第1表 変電所巡視の状態確認作業の精査結果

周期 延伸	種類	具体的内容
A 可	省略・取り止め可能	他の点検作業や確認行為により補完できるもの
B 可	異常発見頻度が低く延伸可	状態確認として行っても、異常を発見する頻度が低いもの
C 可	上位システム等記録での代替可	制御所や保守担当事業所へ伝送する運転・保守情報にて現在および将来的に代替可能なもの
D 不可	頻繁に確認が必要	異常の発見頻度が高く、また異常発見後に早急な対応を要するもの (該当する作業項目) ①油入機器の漏油有無確認 ②鳥類の営巣・飛来確認 ③機器端子部の過熱確認 ④周囲柵の破れ有無確認 ⑤室内への小動物侵入有無確認
E 不可	法令による取決め	法令により、定期的な実施が義務付けられているもの

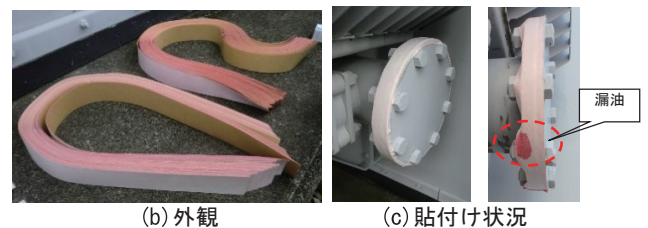
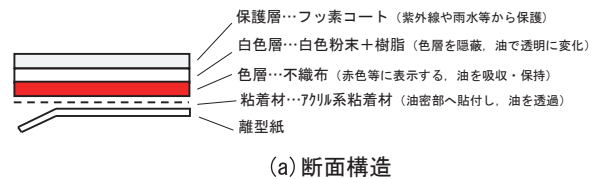
このうち、「D：密な頻度での確認が必要」に区分された作業項目は、異常の発見頻度も多く緊急性が高いことから、状態監視技術の適用等により作業の代替手段を確立することで省力化を行うことが効果的であると考えられる。

2 漏油検出材の開発

該当する作業項目の状態確認技術について、ここでは油入機器の漏油有無確認について紹介する。

変圧器等の油入機器のフランジ等油密部からの漏油を早期に発見するため、漏油発生の有無確認については密な実施頻度で行う必要がある。さらに、漏油した部位は薄黄色になる程度であるため、目視で接近して漏油を発見することはできるが、遠距離からの検出は困難である。

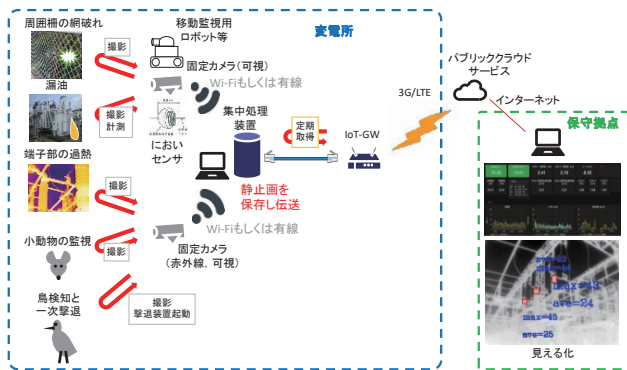
そこで、油入機器の漏油に対して、変色しつつ滴下を遅延させる「漏油検出材」を開発し、これを現地機器へ貼り付け、変色の有無を監視カメラで監視する手法を考案した。今回開発した「漏油検出材」は、第1図のような粘着材・色層・白色層・保護層の多層構造とした。白色層は絶縁油が付着することで透明になり、色層の表面色を浮かび上がらせる。また、色層は不織布で作られているため、漏れてきた絶縁油を吸い取る効果があり、絶縁油の滴下を一時的に遅延させる役割を持つ。



第1図 漏油検出材

3 監視カメラによる状態確認装置の試作

検討した要素技術を盛り込んだ状態確認装置を試作し、実際の変電所へ設置し、約1年間の試行を行った。状態確認装置の全体像を第2図に示す。監視カメラで撮影した静止画をWi-Fiもしくは有線で変電所内の集中処理装置へ送り、保存する。そして、IoTゲートウェイを介して、携帯電話回線の無線通信を用いてパブリッククラウドサービスへデータをアップロードし、保守拠点にて業務用パソコンでデータや画像を閲覧できるよう「見える化」をした。



第2図 状態確認装置の全体像

漏油検出材を用いた油入機器の漏油有無の確認方法として、漏油の懸念のある77/6.6kV変圧器3バンクの油密フランジ部にあらかじめ漏油検出材を貼り付け、その変色度合いを可視画像カメラで監視することとした。変圧器上部は隣接する変電所建物の屋上に設置した固定式カメラで監視し、変圧器下部は移動体に搭載した移動式カメラで撮影した。固定式カメラの設置状況を第3図に示す。



第3図 漏油検出の固定式カメラの設置状況

変圧器の低い位置の監視には、移動式カメラを用いた。移動式カメラでの撮影作業状況と撮影した画像の例を第4図に示す。

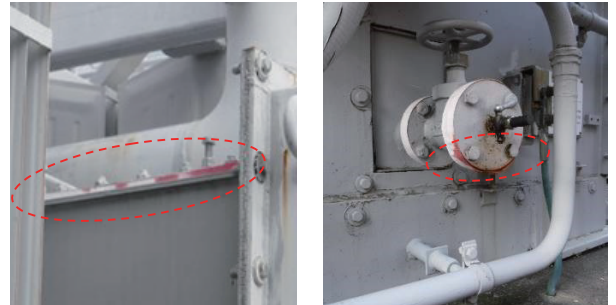


(1) 移動体 (2) 撮影した画像の例

第4図 漏油検出の移動式カメラ

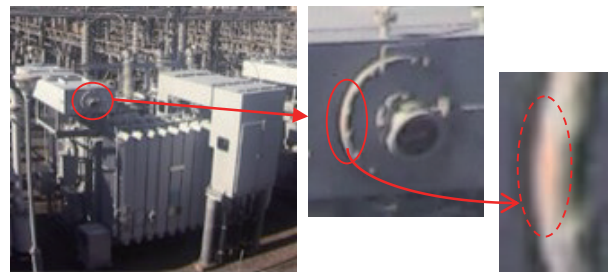
4 試行結果

変圧器3台に対して1年間試行した結果、漏油検出材にて6箇所の漏油を発見し、そのうち1箇所の漏油を固定式カメラにて検出した。漏油の発見・検出例を第5図に示す。



(1) 上部トップカバー部

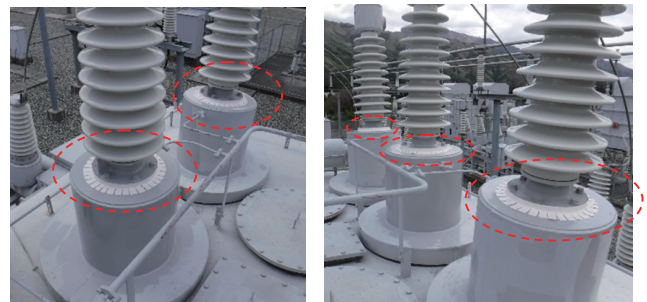
(2) 廃油弁フランジ



(3) コンサベータフランジ※固定式カメラで発見

第5図 漏油の発見・検出例

またブッシング下部セメンチング部からの漏油の発生が懸念されている77kV分路リアクトル設備にも漏油検出材を適用し、機器保全の強化に役立てている。実施状況を第6図に示す。



第6図 77kVブッシングへの漏油検出材の適用

5 あとがき

今回、変電所巡視の状態確認作業の省力化技術について研究を行った結果、変電所巡視の合理化に必要な監視カメラによる状態確認の基礎的な技術を検証することができた。特に、漏油検出材は目視巡視においても有効なツールである。

今後もあらゆる省力化技術の検討を進め、変電所の保守点検の合理化・効率化に資する技術を提案していく。



執筆者／杉本敏文