

特 集 論 文

設備診断技術の活用

Utilization of the equipment diagnosis technology

小坂田 哲 郎* 井 上 均*
T. Osakada H. Inoue

概 要

長期間にわたり運転される受変電設備は劣化が進むと突発的な事故および障害を発生するリスクが増大する。それを防ぐためには劣化による異常兆候を的確につかみ、機器の延命あるいは更新を進める必要がある。本稿では適切な延命、更新を進めていくうえで必要な設備診断技術の活用について紹介する。

Synopsis

In the substation equipment operating for a long term, if the deterioration of equipment progresses, the risk of a sudden accident and an obstacle will increase. In order to decrease these risks, it is necessary to promote the life extension and the update of equipment, by catching exactly unusual signs which the deterioration causes.

In this report, we have introduced the practical use example of the equipment diagnosis technology which is necessary in promoting the appropriate life extension and update of equipment.

1. はじめに

近年、工場や施設・ビルなどの受変電設備は、高度に情報化され、ひとたび事故が発生すると生産停止や社会活動停止に追い込まれ大きな損失を被る。さらに企業や組織の社会的イメージの低下につながるケースもみられ、これら受変電設備の信頼性向上、即ち電力の安定供給・電気の質の向上はますます重要となってきた。このため運用期間中は適切な保全処置が施されるとともに、その寿命の終期には適切に更新され、電力の供給面で確実な連続性が求められる。

実際に受変電設備が運用に入ると、その負荷状況、設置環境、保全状況、稼働年数などにより設備の信頼性や寿命は大きく変わってくる。こうしたなかで健全性を維持しながら継続使用していくには、前章の「保全の取組み」で述べている精密点検や寿命部品交換などを柱にした中長期的な視野に立った保全計画に、これから述べる設備診断技術

をうまく組み入れて保全していくことが不可欠である。

しかし現在の受変電設備の保全状況は、保全費削減による保守費の不足や点検周期の延長、さらに「生産設備の停止ができない」「停止できるが短時間」などの理由により、保全がおろそかになっているケースがみられること、および設備投資予算削減による更新の延期により設備の長期稼働化が進み、故障や事故の発生リスクが増えてきている。これらの電気設備においても期待どおりの安定した運用を図るには、活線状態に於ける設備診断技術を活用し、故障・事故にいたるまでに異常を発見し対策を打つことが必要である。

受変電設備の長期稼働化が進むなか、設備診断技術を全体設備更新か延命化かの判断だけでなく、設備の異常や劣化の傾向を早くつかみ対策を打つことにより、安全に安定した電気エネルギーを供給することで、生産活動や社会活動に寄与していくことが求められる。

*お客様サービス事業本部

2. 電気設備機器の劣化と寿命の考え方

2.1 機器の劣化について

機器の劣化とは、機器または、その構成部品が熱や電気・機械的ストレス、周囲環境の影響を受けて、化学的および物理的性能に変化をきたし、これにともない機器の特性や性能が変化することである。さらに、これらの機器は性能や機能が発揮されるよう部品が組み合わされて構成されているが、この部品は種々の材料で作られており、主に材料自体の物理的・化学的変化が機器の劣化原因になっているといえる。

電気設備機器の機能には、表1の共通機能、個別機能があるが、これらが機器を構成する部品の原材料の劣化により変化をきたすことが機器の劣化である。気中スイッチギヤの劣化進展パターンと診断技術を、表2に示す。

2.2 機器の寿命について

寿命は、システムや機器が使用開始後、廃却に至るまでの期間と考えることができる、即ち廃却理由そのものが寿命を決める要素である。機器の劣化要因が主として材料の変質によるのに対し、寿命は修復（修理）体制も考慮に入れること、すなわち社会的要因を考えた総合的な判断となる。社会的要因には機器を構成するアイテムが修理系か非修理系か、さらに修理系であってもそのアイテムが供給可能か、修理できる技術者の確保が可能か、などの判断を必要とする。

共通機能	内容	個別機能	内容
通電	電流を流す	油密・気密	絶縁媒体を密封する
絶縁	充電部を絶縁する	冷却	各部位を冷やす
動作・制御	各部位を動作制御する	防湿	湿気の浸入を防ぐ
構成	各部位をまとめ機器とする	防食	腐食の進行を防ぐ

表1 電気設備機器の機能

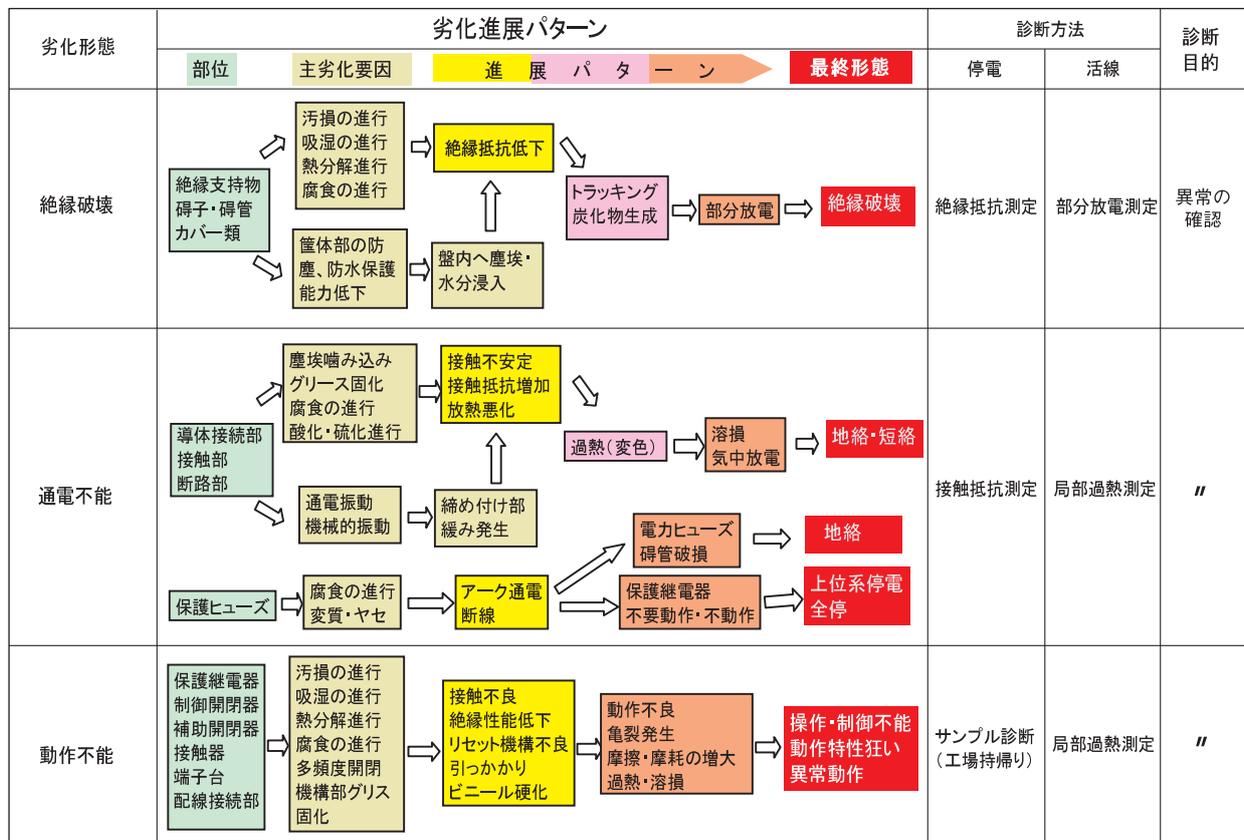


表2 気中スイッチギヤの劣化進展パターンと診断技術

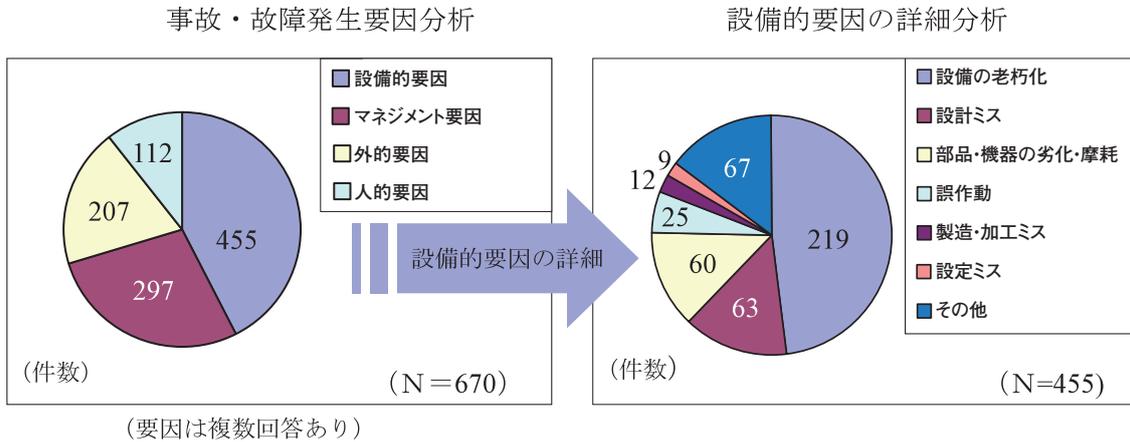
3. 電気設備における事故・故障の要因

3.1 事故発生要因の分析

平成17～18年にかけて財団法人、産業研究所により実施された「産業事故における電気設備の影響に関するアンケート調査結果」によると、図1に示すとおり、設備的要因で事故・故障に至るケースが多くみられ、その中で突

出しているのが設備の老朽化である。

これら老朽化が原因の設備故障・事故を防ぐには、計画的な保守点検、寿命部品交換のみならず、タイムリーな設備診断実施により、異常の兆候を早くつかみ対策を実施することが求められる。



(要因は複数回答あり)

(平成17～18年にかけて実施された、産業事故における電気設備の影響に関する調査研究(財団法人、産業研究所)による顧客アンケートの結果より)

図1

機器名	活線診断														停電診断																				
	部分放電測定	局部過熱測定	環境測定 *1	ガス成分分析	ガス密度測定	ガス漏れ測定	ガス中水分量測定	X線透視外部診断	騒音測定	超音波探傷	絶縁油特性試験	油中ガス分析	油中CO+CO2診断	油中フルフラール診断	漏れ電流測定	絶縁抵抗測定	開閉動作特性	接触抵抗測定 *2	汚損度測定 *2	グリース分析	真空チェック	X線透視外部診断	ストローク測定	コイル抵抗測定	平均重合度診断	tanδ測定	油中ガス分析	静電容量測定	絶縁油特性試験	保護継電器単体特性試験	有機絶縁物劣化診断 *3				
ガス絶縁開閉装置 (GIS/C-GIS)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○						○	○	○	○	○															
断路器	○	○	○													○		○	○	○															
真空遮断器 (VCB)	○	○	○													○	○	○	○	○	○	○	○	○									○		
ガス遮断器 (GCB)	○	○	○	○	○	○	○									○	○	○	○	○		○		○											
計器用変成器	○	○	○									○				○		○																○	
油入変圧器	○	○	○						○	○	○	○	○		○											○	○								
ガス絶縁変圧器	○	○	○	○	○	○	○		○						○												○								
乾式変圧器	○	○	○						○						○												○								
モールド変圧器	○	○	○						○						○												○								
避雷器		○	○												○	○																			
電力用コンデンサ	○	○	○												○												○	○	○						
配電盤	○	○	○												○																			○	○
以下の遮断器については生産中止機種につき、他機種へ更新されることをおすすめします																																			
油入遮断器	○	○	○							○					○	○	○	○	○	○						○								○	
空気遮断器	○	○	○												○	○	○	○	○	○						○									
磁気遮断器	○	○	○												○	○	○	○	○	○					○										

*1 環境測定:温・湿度、腐食性ガス測定 *3 有機絶縁物劣化診断:多変量解析による絶縁物の余寿命診断

*2 汚損度測定:塩分付着量測定など

表3 現状の設備診断技術

4. 電気設備の診断技術

4.1 現状の設備診断技術

電気設備は寿命が異なる多くの機器で構成されているが、これらの設備を長期的にわたり安定的に運用するには適切な時期での更新が必要になる。これらを実現するためには設備診断により余寿命の推定や劣化の傾向をつかみ、各機器やプラント設備との寿命協調を図りながら延命化処置や更新を行うことが必要である。

設備診断項目については、表3に示すが、実施方法には「活線状態のまま行う活線診断」および「設備を停電して行う停電診断」さらに「製造業者の工場に持帰り行うサンプル診断」などがあり、設備の保全計画などに合わせた最適な方法を選択することができる。

しかしながら油入変圧器以外は、確固とした余寿命推定技術が確立されておらず課題も多いのが実状である。

5. 当社の取組み

4項で述べた「電気設備の診断技術」において、実際に当社が行っている「局部過熱測定」と「部分放電測定」について紹介するとともに、診断後の延命化、更新を進めていく上で必要な提案方法について紹介する。

5.1 局部過熱測定

図2のようにサーモグラフィを使用し、異常兆候を早期に発見し、事故の未然防止に努めている。なお、異常兆候が認められた場合は異常箇所の特定を行い、今後の対策を検討するために図3に示す過熱チェックシートによる展開を行っている。

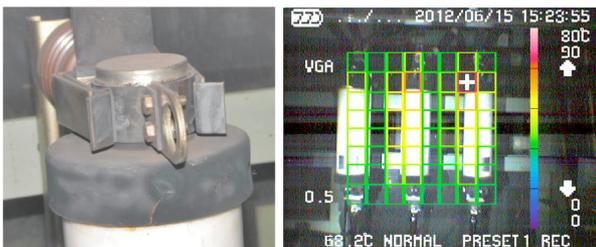


図2 サーモグラフィによる測定例

図3 過熱チェックシート

5.2 部分放電測定

現在、当社では活線状態で部分放電の検出が可能な装置として超音波式の小形探知機の他に図4のように放電時に発生する電磁波を検出する装置と放電箇所に入力する電流を測定する装置を使用して部分放電の測定を行っている。また、これ以外に接地線の電流測定による検出法についても検証を行っている。

なお、各手法の詳細については「受変電設備の状態監視技術」にて紹介する。



図4 部分放電測定装置による測定

5.3 診断後の提案

設備診断実施後は先ず物理的な要因として劣化による現状の問題点と将来的に発生が予測される問題点について纏めるとともに、保全技術員の確保、部品供給体制などの社会的要因を加味し、劣化状況による保全、延命化、設備更新といった最適な処置方法についての中長期的な提案を行う必要がある。最近の提案の形態は、後日、お客様が社内でのプレゼン資料として使用出来るよう、従来の紙ベースの報告から図5で示すように、パワーポイントを使用した報告が主流である。



図5 パワーポイントによる報告会と提案

6. まとめ

6.1 日常メンテナンスに活線診断技術を活用

電気設備の重要な機能として、電気エネルギーを負荷設備に送る（電流を流す）機能と充電部を絶縁する、絶縁機能があるが、過去の高圧・特高設備事故の多くはこの二つの機能が低下し発生していることに着目し、図6に示すように、巡回点検（1回/毎日～1ヶ月）時に2～3回/年程度、「サーモグラフィによる主要な接続部分（または接触部分）の局部過熱測定」および「部分放電検出装置による主要な機器の部分放電測定」を実施し、異常兆候を早期に発見して事故・故障の要因を摘み取ることができる。

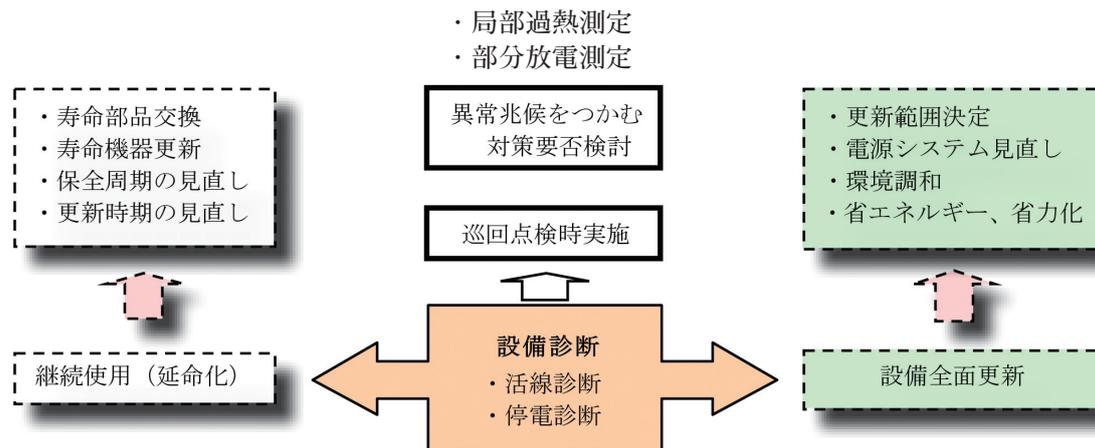


図6 設備診断の目的

6.2 診断技術に求められる課題

診断技術については4項の「電気設備の診断技術」に記載した通り、さまざまな技術が開発され実用化されている。しかしながら機器の寿命が一義的に定まらないこともあり、現状の診断技術では、一部の技術を除き的確に寿命を予測する方法は確立されていない。

設備診断は、機器の寿命がある程度予測でき、使用不能となる前に更新などに結びつけることが理想であり、今までの定期的な診断に加え、将来的には温度、放電などを的確に捉える各種センサーを開発し常時監視による、データの蓄積と蓄積データから劣化因子を見つけ出す技術を早期に確立し予寿命判定につなげていくことが今後の課題である。

参考文献

- (1) 電気学会技術報告, 第1238号, 2011年11月, 「工場電気設備の診断・更新に関する課題と将来展望」
- (2) 電気学会技術報告, 第940号, 2003年12月, 「産業用電気設備更新の考え方と進め方」
- (3) 日本電機工業会, 平成11年1月, 「長期使用受変電設備の信頼性の考察」
- (4) 財団法人産業研究所, 平成18年5月, 「産業事故における受変電設備の影響に関する調査研究」

執筆紹介



小坂田哲郎 Tetsuro Osakada
お客様サービス事業本部
フィールドサービス事業部
予防保全グループ長



井上 均 Hitoshi Inoue
お客様サービス事業本部
フィールドサービス事業部
技師長