

特 集 論 文

受変電設備の保全の取組み

Conservation efforts of substation equipment

| | |
|-------------|-----------|
| 山 崎 靖 博* | 古 田 学* |
| Y. Yamazaki | M. Furuta |
| 高 野 真 一* | 塩 見 琢 哉* |
| S. Takano | T. Shiomi |

概 要

当社の受変電設備は、多種・多様な分野で活躍している。工場・ビル等の産業向け、上下水道設備や道路及び鉄道施設の社会インフラ向け等、当社設備は重要な施設への電力エネルギー供給源として使用されている。この受変電設備において、電力の安定供給と品質の確保は、最も重要な使命である。昨今では、省力化・省エネ化・設備の延命化等のニーズも多様化している。また、設備の安全と信頼性は、適切な保守・保全とそれに基づく適宜更新により確保される。このような背景のもと、当社における受変電設備の保守・保全の技術動向と、保全技術や技能伝承等のさまざまな取組みを紹介する。

Synopsis

Nissin's substation equipment have been active in the area of wide variety. Our equipment have been operated as electric power supply sources for important facility such as industrial facility including factory and office building, social infrastructure including water and sewerage, expressways and railway system.

For the substation equipment, the stability in supply of electric power and the quality maintenance are the most important mission. In these days, there is more variety of needs as labor-saving, energy-saving, product lifecycle extension, etc. Moreover product safety and reliability should be secured by proper maintenance/conservation and renewal based on the due assessment.

Considering the circumstance, we introduce herewith the trend of technologies of our maintenance/conservation of substation equipment and the various activities on succession of conservation technologies and skills.

1. はじめに

一般産業設備としての受変電設備は、工場でのプラント設備やビル等へのエネルギーの供給源として重要な使命を持っている。ここで、不測の事態による電気トラブルや外部要因による停電が発生すると工場の操業停止やビルの営業停止となり、操業再開や復電への復旧にも長時間を要することが多い。それにより、内外に多大な損害をもたらすとともに、社会的な問題にまで発展し企業経営に深刻な影響を与える。このため、保守点検を定期的を実施し、不測の事態を発生させないことが重要である。

図1は、劣化故障パターンで横軸に機器の使用時間、縦軸に故障率をとった曲線である。本章ではそれらの保全技術について紹介する。

2. 現状の保守・保全の考え方

2.1 保守点検の分類

保守点検には、巡視点検、普通点検、精密点検、臨時点検の4種類がある。表1には保守点検の分類と内容を示している。

*お客様サービス事業本部

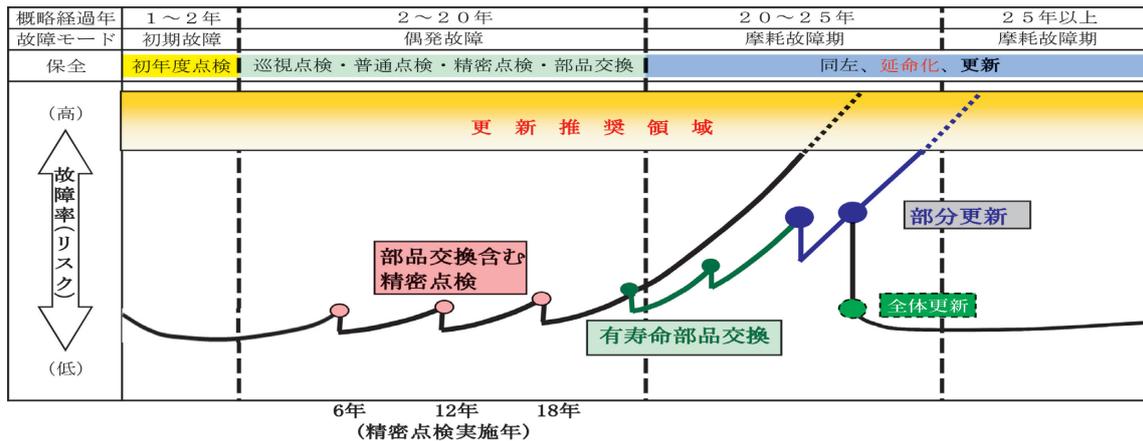


図1 保全サイクルによる延命化

| 種類 | 内容 |
|------|--|
| 巡視点検 | 設備を運転状態のまま、保全担当者が決められた日常のチェックポイントを定期的に巡視し、設備の異常の有無を、外観・計測表示および五感（視覚・聴覚・臭覚など）により確認・記録し、異常有無の監視と予知を行う日常の情報収集活動である。一般的な点検周期は、日、週、月単位である。 |
| 普通点検 | 設備の運転を停止し、分解等をしないで清掃、給油等の軽微な回復処置を実施するほか、設備の主機能の状態や動作等を五感と動作試験あるいは測定によって確認・記録し、異常有無の確認と予知を行うものであり、巡視点検で得ることの出来なかったより詳細な情報を得ようとするものである。一般的な点検周期は、1～3年である。 |
| 精密点検 | 設備の運転を停止し、巡視あるいは普通点検結果から得られた情報を加味して、設備の全機能・性能の確認と回復を目的として、部品交換を伴う分解整備（オーバホール）のほか、多岐に亘る測定あるいは試験を総合的に実施するものである。この点検の実施については、製品に対する詳細なノウハウを必要とするばかりでなく、巡視・普通点検で発見された不具合等の究明と処置をも含んでいるため、製造業者との協議が必要である。 |
| 臨時点検 | この点検は、「巡視・普通点検で発見された異常で緊急を要する場合」あるいは「不足の事故が発生した場合」に、継続使用可能かどうかの判断をするため、臨時に設備の運転を停止し使用者と製造業者が共同で実施するものである。 |

表1 保守点検の分類と内容

2.2 保守点検とインターバル(周期)

設備の使用開始から実施する点検整備の基本的パターンを図2に示す。初年度点検と3年、9年、15年の普通点検と整備および6年、12年、18年の精密点検と整備については、製造メカによる点検を推奨する。

また、この他に設備診断や臨時点検を組み入れて保全整備を進める必要がある。さらに更新推奨年を超えて使用する場合は、普通点検と整備、精密点検と整備の周期を短縮して実施することが望ましい。

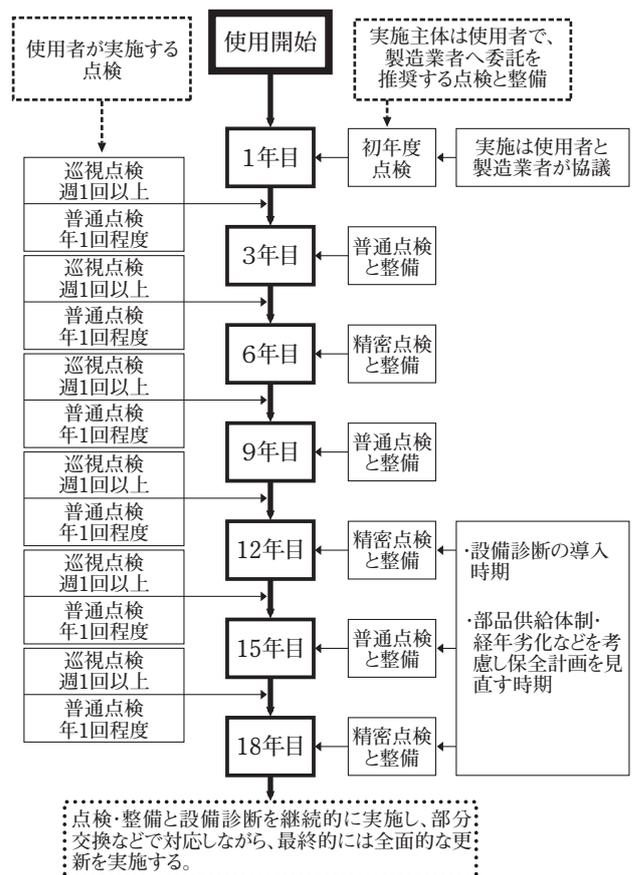


図2 点検整備の基本的なパターン

2.3 長期保全計画の考え方

受変電設備を生産設備として、長期に亘り高い信頼性を維持するためには、保全費用を含めた長期保全計画の立案が必須になってくる。当社では、設備毎に長期保全計画書を作成している。

特高受変電設備長期保全計画表

| 種別 | 設備機器 | 形式・定格 | 数量 | 納入年 (年) | 経過年数 (年) | 更新推奨年 (年) | 点検推奨周期 | | 長期保全計画 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|----------------|--|----|------------|-------------|--------------|--------|-------|--------|----|----|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----------------------------------|----|----|----|----|----|
| | | | | | | | 普通点検A | 精密点検A | 経過年数 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | 普通点検B | 精密点検B | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| 特高機器 | ガス絶縁開閉装置 (GIS) | 屋外形 GIS 72kV 800A 25kV | 1 | | | 25 | 1 | 3 | 6 | 12 | □ | △ | ◇ | △ | ○ | △ | △ | ◇ | △ | △ | ☆ | △ | △ | ◇ | △ | △ | ○ | 部品供給体制・経年劣化状況により長期保全計画の見直し。検討の実施 | | | | | |
| | 変圧器 (TR) | 屋外形 3Φ F66/6.6kV 10000KVA | 2 | | | 25 | 1 | 3 | 6 | 12 | □ | △ | ◇ | △ | ○ | △ | △ | ◇ | △ | △ | ☆ | △ | △ | ◇ | △ | △ | ○ | | | | | | |
| | 特高監視盤 | 屋外形配電盤 | 1 | | | 20 | 1 | 3 | 6 | - | □ | △ | ◇ | △ | ○ | △ | △ | ◇ | △ | △ | ○ | △ | △ | ◇ | △ | △ | ○ | | | | | | |
| | | 保護継電器 | 4 | | | 15 | - | - | 1 | - | □ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | | | | |
| 高圧機器 | | シーケンス試験 | | | | 20 | 1 | - | 6 | - | □ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | ○ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | | | | | | |
| | 縮小形高圧スイッチギヤ | 屋外形 負荷開閉器(LBS) 7.2kV 200A PF × 3 (CL-LB) | 8 | | | 20 | 1 | 3 | 6 | - | □ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | ☆ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | | | | | | |
| | | 所内変圧器(STR) R6.6kV/210-105V 50kVA | 1 | | | 20 | 1 | 3 | 6 | 12 | □ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | ☆ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | | | | | | |
| | | 真空遮断器 VCB 7.2kV 1200A 20kA VCB 7.2kV 600A 12.5kA | 5 | 2012 | 0 | 20 | 1 | 3 | 6 | 12 | 納入 | □ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | ☆ | △ | △ | △ | △ | △ | | △ | | | | |
| | | 高圧補器 VT×4:1Φ 6600/110V 200VA LA×6:8.4kV 2.5kA EVT×1(3Φ):6600V/110V/190V/3 | 1 | | | 20 | 1 | 3 | 6 | - | □ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | ☆ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | | △ | | | | |
| | | 保護継電器 | | | | 15 | - | - | 1 | - | □ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | | | | |
| | | シーケンス試験 | 6 | | | 15 | 1 | - | 6 | - | □ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | ○ | △ | △ | △ | △ | △ | | △ | | | | |
| | | 直流電源装置 | 1 | | | 15 | 0.5 | 1 | 3 | ~ | □ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | | △ | | | | |
| | | サイリスタ整流器 | 1 | | | 13~15 | 0.5 | 1 | - | - | □ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | | | | | |

□:初回点検 △:普通点検A ◇:普通点検B ○:精密点検A ☆:精密点検B ◎:更新推奨

表2 特高受電設備の長期保全計画表の例

表2に長期保全計画の例を示す。使用機器の寿命が20年程度と長いことから、使用機器が生産中止になる場合の対応も含めた計画とすることが必要である。更に保守点検費用を計画に組み入れることも必要である。また、点検結果から劣化程度と問題点を抽出し、次回点検時に予算化してもらうことも大切である。

2.4 保守点検の当社実施例

コンデンサの保守点検実施例で紹介する。

保守点検の目的は、機器の性能を維持するとともに不具合兆候の早期発見に努め、事故を未然に防止することであり、そのためには保守点検が確実に実施され、履歴が記録されていることが必要である。

コンデンサ設備(開閉設備内蔵形)の保守点検基準を表3に示す。周期については周囲の環境、経過年数、さらには点検結果により、短縮するなどの対応が必要である。

コンデンサ設備の点検種別には人間の五感による日常巡視点検から運転を停止し、絶縁抵抗測定などを含め、性能の維持を目的とした普通点検、さらには容量測定などの内部特性を含めた機能確認を目的とした精密点検がある。また、部品交換は機器の寿命、使用経過年数および点検結果を考慮に入れて、劣化した部品の交換を実施する。

コンデンサ本体は機器全体が密閉構造であり、交換する部品等はないが、保護装置として設置される電力用ヒューズおよび、制御装置として使われる開閉器には一部交換の必要な部品があり、精密点検時に交換を推奨している。

| | 点検項目 | 点検周期 | 巡視 | 普通 | 精密 |
|----|-----------------------|-----------|----|-----|----|
| 1 | 外観巡視点検 | — | ○ | — | — |
| 2 | 外観構造点検・清掃 | 1年 | | ○ | ○ |
| 3 | 絶縁抵抗測定 | 1年 | | ○ | ○ |
| 4 | 主回路接続部の点検・清掃 | 1年 | | ○ | ○ |
| 5 | 開閉動作試験 | 1年 | | ○ | ○ |
| 6 | 真空バルブ清掃 | 1年 | | ○ | ○ |
| 7 | 主回路・放電コイル・保護回路の導通確認 | 3年 | | ○ | ○ |
| 8 | 塗装部の点検 | 3年 | | ○ | ○ |
| 9 | 操作機構部の点検 | 3年 | | ○ | ○ |
| 10 | 制御回路と配線の点検 | 3年 | | ○ | ○ |
| 11 | コンデンサ容量測定 | 6年 | | | ○ |
| 12 | 操作機構部の点検・注油 | 6年 | | | ○ |
| 13 | ヒューズ溶断検出装置、ヒューズ接触部の点検 | 6年 | | | ○ |
| 14 | 真空バルブの極間耐電圧の測定 | 3年(12年以降) | | ○※1 | ○ |
| 15 | ヒューズ交換、補助開閉器交換 | 12年 | | | ○ |

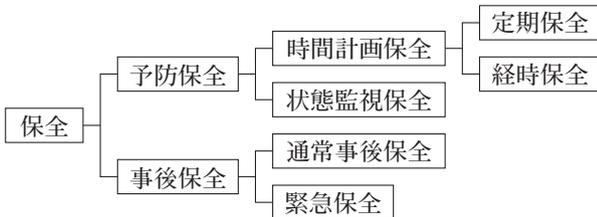
※1:納入後12年以降に実施。

表3 コンデンサの保守点検基準例(開閉器内蔵形)

2.5 保守・保全計画方法の高度化

保守点検の省力化について考える。点検による停電時間が十分に取れない、点検周期の延長化、あるいは保守人員の削減等、経営的制約が増えつつあるのが実態である。一方で、従来から受変電設備に対する保全状態の多くは、突発的な設備停止のトラブルによる損失を低減させる為に、予防的に処置をする予防保全を実施している。この中でも、時間を基準として定期的に設備を停止して各機器及び部品に対して点検・修繕を実施する、時間計画保全(TBM: Time Based Maintenance)が主体に実施されている。TBMの実施周期は、取扱説明書や保守関係文献および過去の保全実績などを参照に決定されている。表4に保全方式の分類を示す。

最近の保全動向としては、保全費用の低減の観点から時間計画保全から状態監視保全(CBM: Condition Based Maintenance)へとシフトする傾向にある。



| | |
|---------------------------------------|---|
| 予防保全 Preventive Maintenance | 設備の故障を未然に防止し、使用可能状態を維持するために予防的に行う保全 |
| 時間計画保全 Time Based Maintenance | 予定の時間もしくは設備の累積動作時間(回数)の間隔において計画的に行う予防保全 |
| 状態監視保全 Condition Based Maintenance | 設備使用中の動作状態の確認、劣化傾向の検出、故障や欠点の位置確認、故障にいたる経過の記録および追跡などの目的で、動作値およびその傾向を監視し、その結果をもとに行う保全 |
| 事後保全 Corrective Maintenance | 故障が起こった後で設備を運用可能状態に回復するために行う保全 |

表4 保全方式の分類

2.6 状態監視保全の適用事例

ガス遮断器(GCB)の消弧室部品消耗量評価システムについて、TBMの考え方で遮断回数管理を実施し、消耗管理量に到達する前に部品交換を行っていた。(表5)

従来の研究において、消弧室部品消耗量($\sum(I\beta t)$)*で整理されていることから、大電流域における遮断試験データを詳細調査し今回の結果が得られている。尚、定格電流付近(低電流領域)における調査結果が報告されており、 $\beta=1.6$ という一定値が示されている⁽⁵⁾。これを基にシミュレーションした結果を表6に示す。この結果を評価

*I=遮断電流 t=アークの時間 β =定数

すると、ケース1(定格電流の30%)では従来の動作回数30回が69回に、ケース2では(定格電流の80%)従来の動作回数10回が14回に点検時期が延伸できた。

このように、遮断電流に対する消弧室部品消耗量が一応の相関性を持つことにより、定格遮断10回を累積遮断の限界を考慮し、当社においても採用している。

| 遮断条件 | 回数 |
|----------------|-------|
| 定格遮断電流相当 | 10 |
| 定格遮断電流の60%以下 | 30 |
| 負荷電流・充電電流・励磁電流 | 2,000 |

表5 現状の消弧室部品取替え基準

| 遮断電流 | 遮断電流評価 | 回数管理 |
|------------|----------------|------|
| 定格遮断電流 | $\beta=1.6$ 管理 | |
| 30% (ケース1) | 69回 | 30回 |
| 80% (ケース2) | 14回 | 10回 |

表6 点検周期のシミュレーション結果

2.7 ライフサイクルコスト(Life Cycle Cost以下LCC)の低減

電気設備のトータルコストは設置から更新に至るまでの費用を考えることが必要である。LCCとは、その企画・設計・製造から運用、廃棄に至るまでの期間全体に投入した費用の累計総額をいう。

受変電設備でみると、建設費のみを対象として評価しがちであるが、図3に示すように、建設費はLCCから考えれば氷山の一角にあたるもので水面下に隠れている保全費、修繕費、改善費、運用費、そして一般管理費のコストを同時に含めて考える必要がある。

図4に、企画設計コスト、建設・製造コスト、運用・管理コスト、廃棄コストの内訳例を示す。

受変電機器の保守の延長化については、LCCのなかで、保全費の削減事例を表7に示す。特高GISにおいては、操作機構部の小勢力化や長寿命グリスを採用することにより、点検周期を6年毎に延長した。又、保護継電器においても、常時監視機能や自動点検機能を採用することにより点検周期を3年毎に延長した。

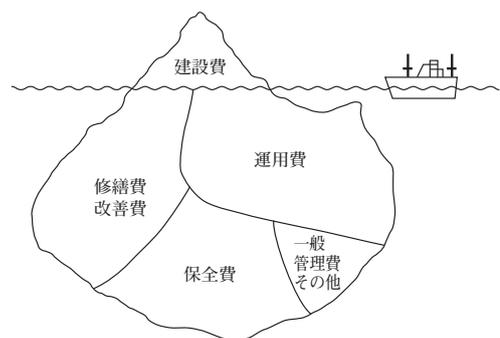


図3 建設費とその他経費との関係

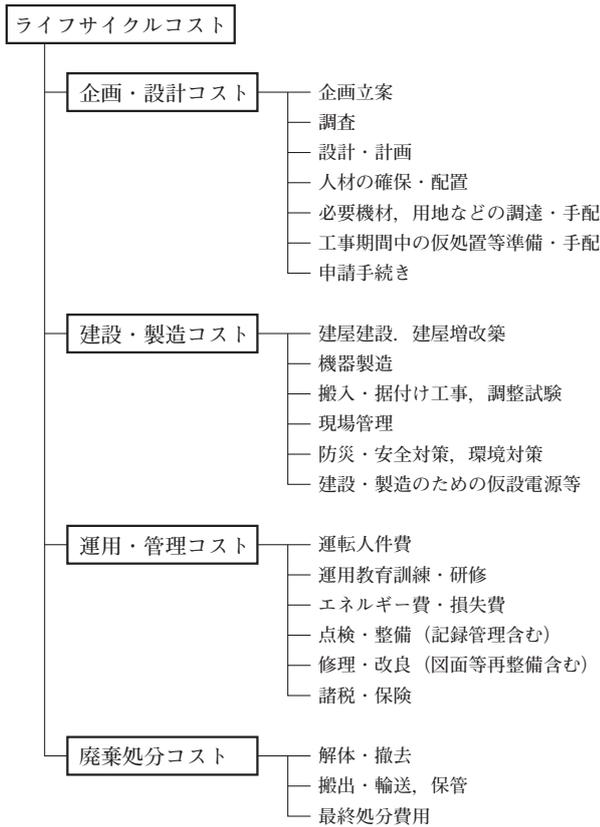


図4 ライフサイクルコストを考える場合のコスト例

| 機器名称 | 従来形機器の点検周期 | 現行機器の点検周期 |
|-------------|-------------|-----------|
| 66/77kV GIS | 初年度・1年毎・3年毎 | 初年度・6年毎 |
| 保護継電器 | 初年度・1年毎 | 初年度・3年毎 |

表7 保守を延長化した主な受変電機器

2.8 機器の劣化と寿命について

機器の劣化は、使用期間が主原因である。機器の機能を果たす材料の性能あるいは、特性が経過年数とともに低下する物理現象である。

一方、寿命を考える場合、部品供給体制、時間、費用、顧客の経営的判断等の考慮が必要である。

一般に、電気機器の寿命は偶発故障期の長さで左右され、この時期を延ばすためには、適切な保全(寿命部品の交換も含む)が必要となる。代表的な受変電機器の修理系と非修理系を表8に示す。

修理系の機器に対する修理やオーバーホールは、一定期間または一定動作回数毎に分解点検を行い劣化や磨耗の生じている部品を交換して、機能や性能を維持することを目的とする。したがって、適切な保全を行うことにより、寿命を延ばすことが可能となる。代表的な受変電機器の交換部品を表9に示す。

非修理系機器については、故障率を最小限に抑えるには更新する必要がある。

| 区分 | 劣化に対する対応 | 該当機器 |
|------|---|--|
| 修理系 | 一部の部品を補修または交換することにより、相当期間にわたり実用上支障の無い性能を発揮して安全に運転が継続できる機種 | 遮断器 断路器 |
| 非修理系 | 交換する以外に性能が戻らない機種 | 避雷器、コンデンサ、計器用変成器、保護継電器、VVVF、シーケンサ、限流ヒューズ、変圧器 |

表8 修理系・非修理系機器の劣化に対する対応

(1) 断路器

| 部 位 | 部 品 | 交換時期 | 交換の判断要素 |
|-------|-----------|-------|------------------|
| 開閉部 | 接点潤滑剤 | 3~6年 | 経過年、動作回数、潤滑油付着量 |
| 空気系統部 | 気密ガスケット | 12年 | 漏気、変形、損傷、動作回数 |
| | 摺動パッキング | 6年 | |
| 制御部 | 圧力計、圧力閉閉器 | 12年 | 腐食、損傷、経過年 |
| | 操作・制御部品類 | 15年 | 接触不良、消耗、破損、絶縁抵抗値 |
| | 配線・配線接続部 | 12年 | 損傷、絶縁抵抗値、締付け部緩み |
| | 保護ヒューズ | 6~12年 | やせ、経過年、動作回数 |

(2) 遮断器

| 部 位 | 部 品 | 交換時期 | 交換の判断要素 |
|-------|-----------------|-------|------------------|
| 開閉部 | 接点潤滑剤 | 3~6年 | 経過年、動作回数、潤滑油付着量 |
| | 絶縁媒体 (油入) | 6年 | 色調、水分量、全酸価値 |
| 機構部 | 潤滑剤 | 3~6年 | 経過年、動作回数、潤滑油付着量 |
| 空気系統部 | 気密ガスケット (油入・空気) | 12年 | 漏気、変形、損傷、動作回数 |
| | 摺動パッキング (油入・空気) | 6年 | |
| 制御部 | 圧力計、圧力閉閉器 | 12年 | 腐食、損傷、経過年 |
| | 操作・制御部品類 | 15年 | 接触不良、消耗、破損、絶縁抵抗値 |
| | 配線・配線接続部 | 12年 | 損傷、絶縁抵抗値、締付け部緩み |
| | 保護ヒューズ | 6~12年 | やせ、経過年、動作回数 |

(3) 油入変圧器・変成器

| 部 位 | 部 品 | 交換時期 | 交換の判断要素 |
|-----|--------------------------|--------|-----------------------|
| 外部 | 冷却ファン・ポンプ | 15年 | 運転時間、運転音 |
| | ベアリング | 3~10年 | 色調 |
| | 吸着剤 | 2年 | |
| 内部 | 絶縁媒体 | 20年 | 色調、全酸価値、油中水分量、絶縁破壊電圧値 |
| | 油密・気密ガスケット 油劣化防止装置の隔膜 | 10~15年 | 経過年 |
| 制御部 | 計器類、継電器類 | 10~15年 | 破損、経過年、動作状況 |

(4) 配電盤

| 部 位 | 部 品 | 交換時期 | 交換の判断要素 |
|-------|--------------------|-------|------------------|
| 筐体部 | 扉パッキング | 12年 | 変質、破損 |
| 補機 | 冷却装置 (フィルタ) | 1年 | 目詰まり、運転音、運転時間 |
| | 冷却装置 (ファン) | 3~10年 | |
| 制御部 | 保護継電器 | 15年 | 動作特性不良 |
| | 操作・制御部品類 | | 接触不良、消耗、破損、絶縁抵抗値 |
| | 配線・配線接続部 | 12年 | 損傷、絶縁抵抗値、締付け部緩み |
| | 保護ヒューズ | 6~12年 | やせ、経過年、動作回数 |
| 表示記録部 | 表示灯 | 1年 | 破損、経過年 |
| | 表示器・警報器 指示・記録計器 | 15年 | 動作状況 |

表9 主な機器の部品交換推奨時期

3. 保全技術の取組み (部分更新による機器の延命化)

インフラ投資抑制の観点から、劣化機器・部位に対して機器ごと、ユニットごと、あるいは電力系統ごと等部分的に更新して、機能、信頼性の維持を図る方法である。以下にスイッチギヤにおける部分更新の例を紹介する。

3.1 遮断器

スイッチギヤの一括更新は設置場所の確保、システム切替え、ケーブル工事等停止期間を含む工期、費用の面から先送りされがちである。その点を考慮し、磁気遮断器(MBB)や油遮断器(OCB)等の老朽遮断器をガス遮断器(GCB)または真空遮断器(VCB)へ更新をする。図5は、更新の際にスイッチギヤ側の改造を極力減らすことを目的として、取合部を既設スイッチギヤに合わせたレトロフィット形GCBまたはVCBで更新する。

また、図6では、既設引出しユニットを使用できない場合の対応としてアタッチメント付引出しユニットを適用した気中遮断器(ACB)へ更新した。

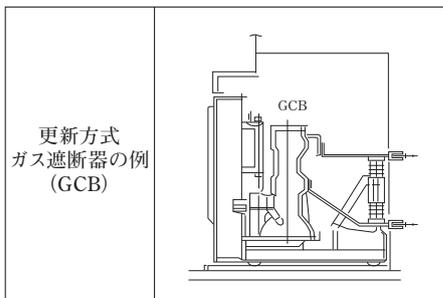
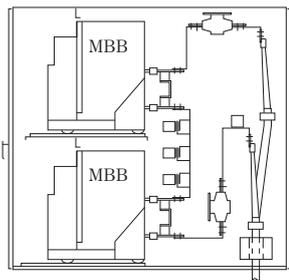


図5 MBB→GCBへの更新例

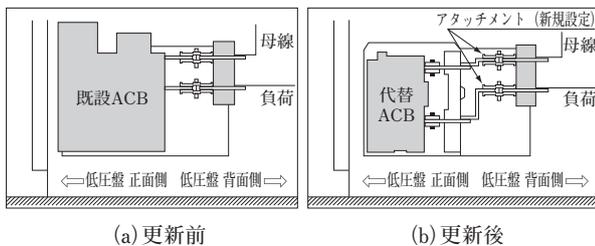


図6 アタッチメントでの対応例(ACBの更新例)

3.2 保護継電器

保護継電器は受変電設備の要の機器であり、不具合が発生すると波及事故の大きい機器である。一方、最近のユーザのニーズとして、停電が行えないことや、行えたとしても短時間での停電(2~3時間程度)のケースがある。製造中止した旧形保護継電器の後継器として互換性を有した機器である新形保護継電器本体毎で更新すると配線のやり直し等があり、1台当り4~5時間の作業時間(停電)が必要であった。これを解消すべき方法として新形保護継電器の内部ユニットのみ交換できる機器を製品化している。これを採用することにより、配線等がそのまま流用可能なため約1.5時間程度の時間で交換作業が可能である。また、内部ユニットで交換するため活線作業でも可能となる。

3.3 変成器

20年経過した変成器の定期点検時において一次二次巻線の部分放電試験、二次巻線V-I特性試験により、二次リアショート、一次巻線絶縁不良が発見され、二次巻線解体において硫化銅の発生しているものもあった。この結果により、20年経過した変成器についてエポキシモールド仕様のものに更新した。

4. その他の取組み

4.1 日新テクノアカデミー(以下NTA)

公共の施設やビル、工場などに100年を超える受変電設備製品の納入実績がある。これらを支えてきたのは製品の高い技術力や品質の高さだけではなく、納入後の高い技術力による維持・管理であると考えている。

これまで座学を中心に技術教育や技術伝承を行ってきたが、昨今のシステム製品のアウトソーシングや分業化が進み社内では納入先で使われている状態で当該設備に触れられない、見られないというケースが多くなってきている。特にシステム製品の設計や保守・保全の技術・技能の向上や継承は座学だけでは難しく、実際の設備を操作や点検をしながら、教育していくことが重要となってきている。

このような背景のもと、2006年にNTAを開設し、現在は製造されていない機種・部品も揃え、画像などを併用しながら五感による教育を目指し、社員の技術・技能・安全の向上や伝承などの教育や、一般のユーザ様へ教育用として開放している。

社員向けにはキャリアアップ・スキルアップを目的に表10の講座を開設している。

| 講座名 | 講座数 | 主な内容 |
|-----------|------|-----------------------|
| 受変電コース | 25講座 | 電気理論、各種受電方式・機器操作・保護方式 |
| 水処理コース | 9講座 | 水処理プラントの自動制御 |
| 中央監視コース | 10講座 | コンピュータシステムの基礎と試験・点検方法 |
| 現場代理人コース | 14講座 | 現場代理人としての業務 |
| メンテナンスコース | 17講座 | 設備のライフサイクルの重要性 |

表10 NTAで開設している講座

お客様向け研修については「受変電設備保守コース」として所要日数3日コースの表11のカリキュラム内容を行っている。

NTAでは、当社の行動理念である「誠実・信頼・永いお付き合い」実現の為、お客様の技術者育成支援のために積極的に受け入れている。また、研修終了後もお客様の技術・技能伝承のお手伝いや、悩み事、困り事の相談に応じている。

4.2 24時間サポート

お客様からの問合せや苦情を24時間受け付けるCSセンターを開設し、迅速な対応をしている。特に突発的な事故・不具合などの場合には、原因究明や復旧対策などを専門的な技術者が迅速かつ適切に判断し、現地への出向を含めて対応している。

5. 保全技術の課題

5.1 点検に関する課題

2章で述べたが、点検(停電)時間が取れない、点検周期の延長化、あるいは保守人員の不足等、経営的な制約が増えつつあるのが保全現場の実態である。そのために、定期的なTBMから設備状態に応じたCBMへシフトする傾向にある。しかしながら、以下の課題が指摘されている。

- (1) 日常の巡視点検をベースにCBMを構築する場合、運転中の設備状態の良否を判定する基準の定量化が難しい。
- (2) 経済性と信頼性を重視した保全計画を立てようとしても故障率のデータがない、十分な故障データが入手できない等の障害があり、今後故障データや保全実績を蓄積していくことが重要である。
- (3) 大量の点検データを保全活動に生かすためには、ITを活用した情報処理技術の導入により、巡視データのデータベース化とトレンド管理、劣化判定するアルゴリズム構築が必要である。さらに、低コストで自動監視するためのセンサ開発も重要である。
- (4) 絶縁材料、電子部品などは温度、湿度、塵埃、塩分の存在等、使用環境や運転方法に依存して期待寿命が変化する。受変電設備の製造段階での機器の密閉化だけではなく、屋内設置による延命化には重要である。したがって、点検周期や保全計画には使用環境条件も重要である。
- (5) 使用環境や使用される回路の条件により、機器の劣

| 日程 | 内容 |
|-----|--|
| 1日目 | <ul style="list-style-type: none"> ●受変電設備の基礎理論機器の役割と使用上の注意(机上研修) <ul style="list-style-type: none"> ・受変電設備の概要と実例 ・受変電設備を読み解く為の図面に関する基礎知識 ・受変電設備の系統構成と設備計画 ・受変電設備を構成する機器の概要 ・故障計算法と短絡電流計算 ・力率改善 ・保護協調 |
| 2日目 | <ul style="list-style-type: none"> ●主要機器の構造と取扱い：実機を操作(机上研修)(実習) <ul style="list-style-type: none"> ・テクノアカデミー保有設備紹介 ・スイッチギヤ収納機器の操作体験 ・中央監視装置の操作体験 ●安全作業を学ぶ(机上研修)(実習) <ul style="list-style-type: none"> ・安全に関する導入教育 ・安全作業を実施するための知識 ・テクノアカデミーの設備を使用した停復電操作体験 ●電気設備の事故事例と適切な保全業務(机上研修) <ul style="list-style-type: none"> ・保全の現状と保守点検について、事故事例を交えて解説 |
| 3日目 | <ul style="list-style-type: none"> ●製品製造過程見学 <ul style="list-style-type: none"> ・変圧器、コンデンサ、スイッチギヤ各工場 ●電気設備の保守点検の要点(実習) <ul style="list-style-type: none"> ・点検の必要性解説と遮断器普通点検体験、保護継電器試験体験 ●電気設備の事故例とトラブル調査方法の解説(机上研修)(実習) <ul style="list-style-type: none"> ・過去の事故例を解説し、その調査方法、予防方法について解説 ●技術交流会 <ul style="list-style-type: none"> ・お客様のお悩みごと、お困りごとを解消 |

表11 カリキュラム内容例

化の進行は異なってくる。現在主流のTBMにおいては納入後の年数で従来の点検周期の短縮化は実施していない。今後の課題として、使用年数に応じた点検周期や保全計画に反映する必要がある。

- (6) 期待寿命が近くなると、機器の劣化が明らかになるばかりではなく、交換する部品が製造出来ない(部品供給ができない)あるいは修理できる技術者がいないといった問題もある。これらも、更新や保全計画に反映する必要がある。
- (7) 受変電機器についても、技術の進歩により電子化・ブラックボックス化された部品を採用している。これらの保守方法や寿命について把握できていないのが実情である。今後、これら保守方法や寿命を明確にしておくことが重要である。

5.2 延命化の課題

3章で述べたが、最近の設備の延命化として、老朽化が進んだ機器の部分更新の事例が多く採用されている。

このようにシステムを構成する機器・部品の寿命はそれぞれ異なるため、部分更新は最小の投資で最大の延命化になるよう、各機器の寿命とも協調する必要がある。今後も高度成長時代に大量に製作された設備が更新時期を迎えているので如何に設備を更新するか、如何に延命化するかが重要課題となってくる。

また、5.1(7)で述べたが、電子化・ブラックボックス化された部品の採用により、機器全体的な縮小化などのメリットも享受できてきたが、ユーザには中身がよくわからないと言われている。長寿命の重電機器に短寿命の電子ユニットが組み込まれていることに伴う寿命協調の問題も浮かび上がってきている。さらに、延命化および更新の判断には以下の内容についての技術開発、研究が必要になると考える。

- (1) 劣化診断の精度向上(寿命評価の制度の向上)
- (2) レトロフィット対応や互換性対応(部分更新)技術の充実化

(3) トータルコスト評価の延命化可否判断

特にトータルコスト評価では、密閉化機器の最新の省保守対応機器の採用保守費の低減や通電発熱対策を施した機器や最新の縮小形機器の採用による敷地スペースの有効活用等も同時に考慮する必要がある。

5.3 あとがき

設備の安全と信頼性を維持するために、保守費用を含めた長期保全計画に基づいた適切な保全と、それに基づく適宜更新が必要であると考えられる。このことから、過去は設備の維持・管理のための定期的な点検を中心に行ってきた。昨今の情勢においては、機器の状況を見ながらの修繕・部品交換することにより、機器の延命化への方向に顧客ニーズが変化してきている。

当社は、今まで培ってきた保全技術を駆使し、顧客のニーズを的確に判断し、対応する所存である。

参考文献

- (1) 日本電機工業会発行資料, 長期使用受変電設備の信頼性の考察(平成11年1月発行)
- (2) 日本電機工業会発行資料, 受変電設備保守点検の要点(平成19年6月発行)
- (3) 日本電機工業会発行資料, 社会インフラ設備(電気設備)の運用・保全の実態調査に関するアンケート(平成20年6月発行)
- (4) 電気学会技術報告書, 第1097号, 「中圧スイッチギヤの保全に関する技術動向」
- (5) 電気学会技術報告書, 第1238号, 「工場電気設備の診断・更新に関する課題と将来展望」
- (6) 電気協同研究会, 第50巻第2号(1994), 「変電設備保全の高度化・効率化」
- (7) 生産と電気, (2010.9), 「特集 設備更新とメンテナンス」

執筆紹介



山崎靖博 Yasuhiro Yamazaki
お客様サービス事業本部
フィールドサービス事業部 技術部
東部技術グループ長



古田 学 Manabu Furuta
お客様サービス事業本部
フィールドサービス事業部 点検・調整部
西部サービス部グループ長



高野真一 Shin-ichi Takano
お客様サービス事業本部
フィールドサービス事業部
企画部長



塩見琢哉 Takuya Shiomi
お客様サービス事業本部
フィールドサービス事業部
技術部長