

東日本大震災復興支援

🔊 震災復興，仮復旧，再使用，診断

* 熊谷 寛 Kan Kumagai

概要

東北地方太平洋沖地震は東日本大震災を引き起こし，東北地方沿岸部の工場は，地震と津波によって壊滅的な打撃を受け，操業が極めて困難な状況となった。この地域には，日本の産業を支える部品・材料メーカーが多数存在し，早急な復旧が望まれていた。

当社は，お客様設備を熟知しているエンジニアリング事業部東北サービス部が中心となり，被災されたお客様の早期生産開始のため，設備の復旧に全社一丸となって取り組んだ。



津波によって汚泥被災した監視制御盤

1. ま え が き

数多くの復旧作業の中で，154kV受電の鉄鋼メーカー電気設備の復旧工事は，特に大規模であった。お客様は電気炉で鉄鋼製品を製造し，建築機械などに使用される形鋼・機械部品，自動車部品に使用される棒鋼・鉄線，銅線に使用される線材を製造していた。電気設備は当社製で，当社エンジニアリング事業部が長年メンテナンスを実施していた。

お客様の電気設備の基本系統構成は，154kVで受電し主変圧器で降圧した22kVで構内の各サブ変電所に配電し，サブ変電所で6.3kVとして負荷設備に供給する形態である。

お客様との迅速な連携をとり，最短で安全に電力を復旧するため，以下の計画を策定した。

(1) 震災から1年後に完全復旧させることを目標と

する。

(2) ステップⅠで，特高変電所の受電と各工場への仮配電を確保する。

(3) ステップⅡで，各工場で使用される設備への電源を供給する。

(4) ステップⅢで，仮送電中の設備を正式送電とする。

復旧作業は2011年3月17日から開始し，ステップⅠとして6月30日の受電と一部22kVの配電完了，ステップⅡとして7月20日の6.3kVサブ変電所への配電完了と8月の工場操業を目的とした。

本稿では，約4.5か月に満たない短期間で工場各設備へ電源供給するために実施した特高設備から高圧・低圧設備に至るまでの復旧作業（ステップⅠ，Ⅱ）について紹介する。

*東北サービス部

2. 復旧の基本手順

電気工作物に損害を与えた主な要因は、地震の揺れによる変形・破壊と、津波により海水が浸水したための絶縁低下と汚損であった。被害を受けた設備の全てを新品へ交換した場合、多大な費用と時間が見込まれることから、まずは既存の設備の被災状況の把握と各種診断ツールによる設備診断、水洗・乾燥による機能回復を実施した。また、各変電所のがいし類を中心にドライアイスブラスト洗浄を実施した。

再使用不可と判定した機器は、速やかに製作部門と連携し短納期対応を推進した。

3. 各設備対応

3.1 特別高圧受変電用機器

受変電設備は、154kVの1回線受電で受電遮断器と受電断路器、主変圧器3台とそれぞれの一次側断路器と遮断器による構成であった。

特高変電所（受電所）では、電力会社からの架空配線を引き込みブッシングで取り込んでいたが、鉄塔の倒壊によって電線は全て切断された状態であった。第1図に被災した受電所を示す。

壁貫用ブッシングは内部から絶縁油が漏れ、がいの欠損や部品の破損が認められたため、現状での使用は不可能と判断した。

遮断器は当社製の168kVガス遮断器2台と真空遮断器1台、他社製のガス遮断器1台で運用していたが、受電所はフロアレベルより1300mmまで海水が浸水したため、当社製真空遮断器以外のガス遮



第1図 被災した受電所
鉄塔が倒壊し、引き込みブッシングが露出している。

断器は制御回路が使用できない状態であった。第2図にガス遮断器の操作部の被災状況を示す。

復旧のため、当社製ガス遮断器の制御回路をまず水洗いし、乾燥後に動作確認試験を実施したところ動作が可能となったが、動作時間測定試験で各相に不ぞろいがあり、内部保護用の継電器類も動作が緩慢であったため、使用は不可能と判断した。

断路器は断路器本体・断路部に損傷が見受けられず、空気操作機構の操作部を電動化することで再使用可能と判断した。

真空遮断器は特に被害はなく、継続使用が可能であると判断した。第3図に168kV真空遮断器を示す。

3.2 監視操作設備

154kV及び22kVの監視操作設備は受電所内に設備され、機器の操作監視と電力系統の保護を担っており、操作盤には保護継電器が集約されて組み込まれている。



第2図 ガス遮断器の操作部
操作箱の内部には海水が浸入し漂流物が付着している。



第3図 168kV真空遮断器
操作機構部においても特に被害はない。



第4図 22kV配電盤
汚れによって海水の浸入跡がうかがえる。

監視操作設備も受電所内に設置されていたため、フロアレベルから1300mmまで海水に浸った状態にあり、半数ほどの器具類は継続使用が困難な状態であった。

これらは最終的に更新することになったが、ステップI（受電と仮配電）の工程を守るために操作回路と保護回路が必要なことから、盤内清掃整備の実施と被害を免れた保護継電器を利用することで暫定運用し、速やかな仮復旧につなげた。

3.3 22kV配電盤

第4図に被災した22kV配電盤を示す。

22kVの配電盤は、受電所内に設備されていたため、配電盤の50%が浸水して継続使用が不可能となった。ステップIの工程を守るため、22kVの暫定配電として使用する方針とした。ステップI工程内で真空遮断器制御回路の復旧が困難であったため、真空遮断器は断路器として仮復旧し、新規製作品を納入するまで運用した。第5図に被災した22kV配電盤内部を示す。

3.4 6.3kV配電盤

工場敷地内の7か所に設置されていた14セットの6.3kVサブ変電所の配電盤は、配電盤の高さの50%から90%が浸水したため、盤内機器や器具類は絶縁低下によって継続使用は不可能と判断した。

3.5 油入変圧器

特高・高圧とも油入変圧器のほとんどに海水が浸水したが、外観の損傷状況確認と絶縁油を分析して再使用の可否を判断した。第6図に被災した変圧器を示す。



第5図 22kV配電盤内部
配電盤内部の真空遮断器は、海水が浸入したため動作が不可能である。



第6図 被災した変圧器
変圧器は漂流物の衝突で著しく破損しており、再使用が難しい状況であった。

採油した絶縁油は当社の環境材料分析センターに持ち込み、油中ガス分析と絶縁油特性試験を短期間で実施した。油中ガス分析では、油中から検出された可燃性ガスの種類とその組み合わせと量によって劣化状況や異常の有無を判定し、絶縁油特性試験では絶縁破壊電圧・油中水分量を測定して絶縁油の劣化状況を判定した。

対象となった変圧器は、50MVAの大容量から200kVAの小容量に至る合計24台であったが、漂流物によって破損した3台以外は、絶縁油中の可燃性ガスや水分が管理値内であったこと、また外観とブッシング部の洗浄整備を実施したことで、再使用が可能であると判断した。

3.6 直流電源設備

直流電源設備は、中央変電所・各サブ変電所

の制御や操作用電源を供給するために、蓄電池とその充電器が組み合わされたものである。

運用されている直流電源設備は、6セット全てが浸水して再使用が不可能だったため、短期間で製作・納入した。

3.7 ケーブル診断

6.3kV用の幹線ケーブルは、端末部の塩抜きを目的とした清掃整備を実施した後、絶縁抵抗を測定して再使用の可否を判断した。

38本のCVケーブルについて、10,000Vの印加電圧で絶縁抵抗計を測定した。38本のうち17本で絶縁低下を確認したため、更新する必要があると判断した。

約200回路の低圧幹線ケーブルについては、500Vの印加電圧で絶縁抵抗を測定した。その結果、絶縁抵抗は管理値以上であったので、再使用可能と判断した。

3.8 三相誘導形電動機

お客様の工場で使用される冷却水用ポンプの電動機も海水に浸かったため、当社の工場へ持ち込み、塩抜きを目的とした整備を実施した。容量22kWから220kWまでの22台を短期間で実施した。

電動機は分解し、スチーム洗浄によって固定子及び回転子の異物を除去した後、温水で塩抜きを実施した。さらにスチーム洗浄し、真空乾燥炉に入れて乾燥処理後に絶縁処理を施し、再度真空乾燥炉による乾燥処理を行い絶縁強化を実施した。

3.9 がいし類のドライアイスブラスト洗浄

海水に浸かった特高受変電盤及び変圧器一次・二次がいしの洗浄にドライアイスブラスト洗浄を適用した。この洗浄によって、電気的性能を阻害する表面汚損物質（イオン成分など）を全てのがいしで減少あるいは除去することができた。また手の届きにくい部位や、手作業では時間がかかる箇所を効率良く洗浄することで作業の負担を軽減でき、工程の短縮に貢献した。

4. む す び

お客様との円滑な連携に支えられ、これまで培ってきたメンテナンス技術・診断技術が、お客様設備の復旧に役立ち、復興の一助となったことは大きな喜びである。第7図、第8図にステップⅢ完



第7図 復旧した受電所

第1図で示した箇所の復旧の様子が分かる。



第8図 復旧した現場監視操作盤

盤更新が完了し、完全復旧した。

了後の復旧の様子を示す。大規模な修繕を短期間で完遂できたことは、お客様を含め社内外関係部門の緊密なネットワークとチームワークのたまものである。

今回の大震災での様々な経験を社会全体でしっかりと捉え、将来の備えに生かし、このような事態が二度と発生しないことを願うとともに、ご協力いただいた関係者各位に深く感謝する次第である。今後更に診断技術を発展させ、お客様に喜んでいただけるサービスを提供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》



熊谷 寛 Kan Kumagai
プラント設備メンテナンスに従事