東光高岳の技術と製品

配電用機器

1．はじめに

東光高岳の配電用機器は，従来から数多くの製品を揃えており，6.6 kV 機器を中心として当社の主力と位置づけることができる。来るべきスマートグリッドを実現するためには，これら配電機器の従来からの基盤技術と新たな計測・伝送・制御技術の融合させていく必要がある。本稿では東光高岳が保有する技術とそれによって実現している代表的な配電機器とを紹介する。

2．保有する要素技術

2.1　試験技術

配電機器では，配電系統の事故時に公衆災害を最小限にするため，配電機器の開発試験では，外部事故時に通過する大電流に，また，内部事故時のアーク・内圧上昇に耐えることを確認する必要がある。**図 1** に地上用変圧器の耐アーク試験風景を示す。

図 1　耐アーク試験

2.2　解析技術

製品開発においては，充分な耐久性や信頼性確保のために繰返し検証するプロセスにおいて解析シミュレーションを駆使している。有限要素法による応力解析を最適形状の検討や強度評価に活用した事例を紹介する。

（1）変圧器における線形応力解析

直埋変圧器のように地下孔に設置する変圧器は，極度の腐食環境に晒される。過去の知見から，溶接部は腐食に弱いため，可能な限り溶接部を外部に設けないようタンクの内部に補強を設けた。このとき，100 kPa の内圧に耐えることを構造解析にて確認した事例を**図 2** に示す。

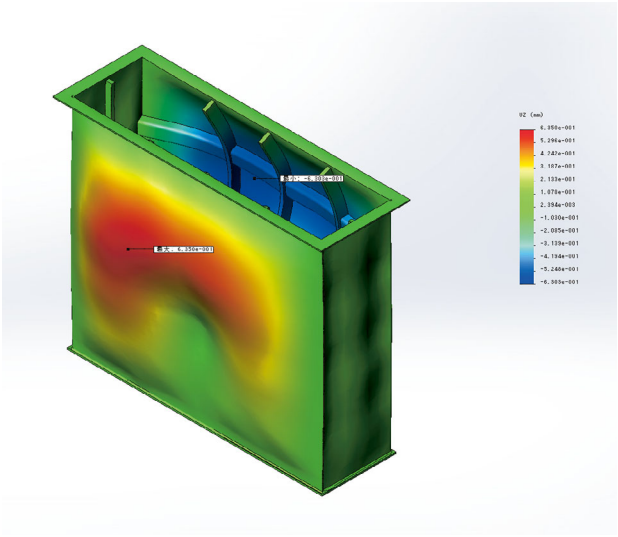

図 2　直埋変圧器の構造解析

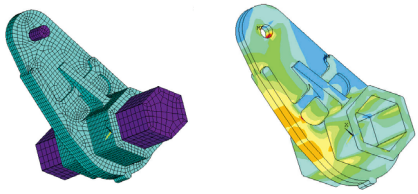

図 3　開閉器駆動部品の応力解析例

（2）開閉器における線形応力解析

開閉器の接点部を駆動する絶縁シャフトの強度評価に線形応力解析を活用した事例を**図 3** に示す。

（3）熱流体解析

地上用変圧器は，変圧器タンクが換気孔を設けた外箱に覆われている。変圧器からの発熱を効率的に冷却する換気孔位置・大きさを検討するため熱流体解析（**図 4**）を実施した。

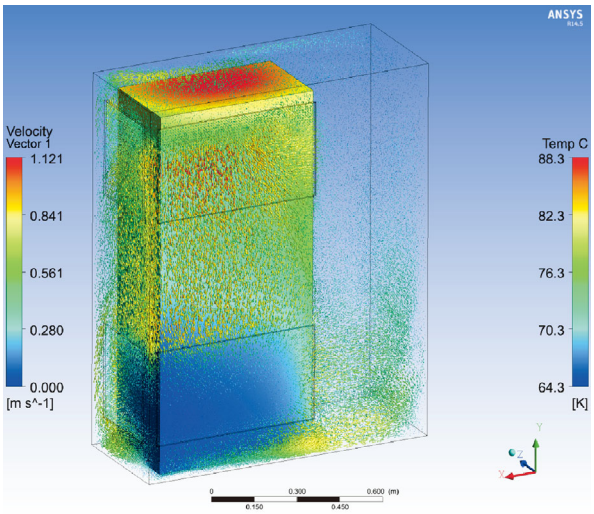

図 4　地上用変圧器の熱流体解析

3. 主な配電用機器

3.1　6.6 kV 開閉器

6.6 kV 開閉器は，従来油入開閉器であったが，公衆安全の観点から 1970 年頃に気中化が急速に進み，手動および自動気中開閉器として現在も広く使用されている。機器のコンパクト化の観点から絶縁方式は，気中絶縁から SF_6 ガスへと変遷したが，近年では地球温暖化防止の動向から再び気中または真空が採用されている。

また，1990 年頃を中心に配電自動化が進み，自動気中開閉器及び遠方制御器が採用され，東京電力株式会社管内ではほぼ 100％の普及率となっている。

数年前からスマートグリッドを実現するためのセンサ内蔵開閉器及び，開閉器の入切制御はもちろん，配電での各種情報を計測・記録・伝送可能な子局も開発され，現在設置されてきている（**図 5**）。これらの機器により，配電線における電圧・電流情報が詳細に入手できるようになるため，よりリアルタイム性をもって，配電情報の把握と適切なコントロールが可能となる。

さらに今後，地中線用センサ内蔵多回路開閉器及び制御器も採用されていく予定となっている。

3.2　計器用変成器

（1）6.6 kV 計器用変成器

6.6 kV 計器用変成器は，高圧需要家における電力の取引きに用いられる機器で，電力量計と組合せて使用電力の計測を行う（**図 6**）。最近では太陽光など再生可能エネルギーを活用した電力買取制度の機運の高まりもあいまって，買電のみならず，売電にも使用されるため，その数量は急激に増えている。また供給地域も全国に拡がっており，各電力会社で使用いただいている。

外箱には，従来鉄鋼を用いた箱が採用されているが，近年では直接引込みの柱上などに設置されることも多くなってきており，ステンレスを用いた箱の採用や，耐塩塗装を施した仕様もラインナップしている。

図 5　センサ内蔵気中開閉器及び子局

図 6　6.6 kV 計器用変成器

（2）モールド変成器

エポキシ樹脂を用いた固体絶縁で構成される計器用変圧器，変流器は，主に受電盤等のキュービクルに収納され，電圧，電流の計測に用いられている（**図 7**）。電圧階級としては，低圧から 77 kV までの幅広い範囲をエポキシモールドでラインナップを取りそろえている。

図 7　モールド計器用変成器

絶縁材料であるエポキシ樹脂のブレンドに関しては，独自に研究開発も行っており，耐クラック性や靭性の優れた新機能樹脂のライン化や新たなモールド変成器もリリースしている。

また，従来の屋内仕様の樹脂に加え，屋外用樹脂も自社開発しており，鉄道車両搭載用接地形変圧器などに適用しており，従来の油入形変成器の代替としてオンリーワン製品となっている（**図 8**）。

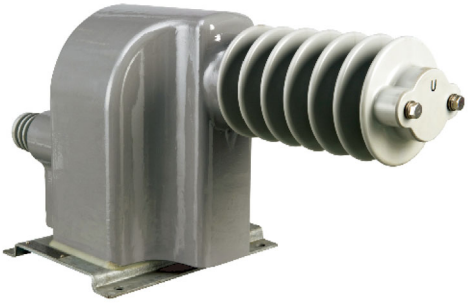

図 8　車両搭載用接地形モールド変成器

3.3　6.6 kV 変圧器

（1）柱上変圧器

6.6 kV 柱上変圧器（**図 9**）は，主に電力会社の仕様によって製作されている。材料面では，低損失化の要求に対応するために，鉄損の低減を目途として，鉄心材料は，1990 年ごろから従来の方向性珪素鋼板に加えて，高配向方向性鋼板，アモルファス鋼板を採用している。巻線の材料としては，損失の小さい電気銅を用いることが一般的であるが，重量制限のある場合はアルミニウムを用いる。絶縁油としては，鉱油を用いることが一般的であるが，最近の環境にやさしい製品の開発の一環として，菜種油を採用した柱上変圧器を試作し，社内設備として運用している。

図 9　柱上変圧器

（2）トップランナー変圧器 2014

2006 年度の油入変圧器に対する省エネ法特定機器規制開始により，いわゆるトップランナー変圧器（従来より低損失な変圧器）は広く普及した。トップランナー制度に基づき，変圧器の省エネ基準が見直され，2014 年度より新省エネ基準が施行され，エネルギー消費効率（全損失）はいっそう向上（低減）しなければならなくなった。東光高岳でも 2014 年度規制に対応した変圧器（**図 10**）を開発し，販売を開始している（詳細は本号の別頁を参照）。また，鉄心の設計を最適化することにより励磁突入電流抑制型変圧器も製作・販売している。

（3）地上用変圧器

地中配電線路において道路上に設置される変圧器（**図 11**）である。街の美観も損なわないよう，外形もスリム，外箱表面は貼り紙防止構造となっている。開閉器にモールドディスコンの採用，充電部の密閉化，変圧器タンクと外箱の 2 重構造化により高い安全性を確保している。

（4）オートタップチェンジャー付柱上変圧器

本変圧器（**図 12**）は，東光高岳の標準製品である柱上変圧器に，負荷時タップ切換器を内蔵し，負荷時タップ切換器を自律的に制御する制御装置をタンクに外付けしたもので，二次電圧を一定の範囲に自動的に維持するものである。負荷時タップ切換器の搭載により高さ方向は大きくなったが，外径は同じである。近年太陽光発電が導入されて，天候の変化による発電量の増減により，配電系統の電圧が変動しても，柱上変圧器 2 次側において，適正電圧の確保ができる。

図 10　トップランナー変圧器 2014

図 11　地上用変圧器

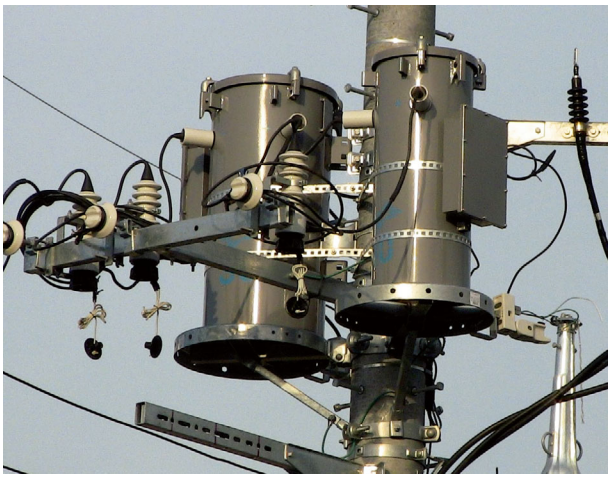

図 12　オートタップチェンジャー付柱上変圧器

(5) コンパクト直埋変圧器

地中配電において，直埋変圧器が採用されることがあるが，地下孔グレーチングより外形幅を小さくして，リプレース時に道路路面を開削することなく搬入出可能な変圧器が，コンパクト直埋変圧器（図 13）である。タンク外観点検が容易にできるよう保守・メンテナンスにも配慮の上，防錆性能を強化している。

図 13　コンパクト直埋変圧器

4. 今後の展望

東光高岳が提供する配電用機器の一例を紹介したが，その他にも多くの配電機器を取りそろえ，配電分野における電力の安定供給や公共安全，保守・メンテナンスにお役立ていただいている。

今後も，これまで培ってきた高電圧，計測，伝送，制御等の技術をベースに，安定した電力品質を維持・向上させて行くとともに，スマートグリッドによるより効率的かつ最適な運用を実現するために，新たな技術との融合をさらに図り，スマートな電力流通の実現を目指すべく，取組を続けていく。