

東北電力(株) 東福島変電所向け 変電設備

Equipment for Higashi-Fukushima Substation of Tohoku Electric Power Co., Inc.

佐藤 純正 井本 泰輔

■ SATO Yoshimasa

■ IMOTO Taisuke

東北電力(株) 東福島変電所は、主に福島県地域への電力の安定供給を図る目的で建設された新設の超高压変電所である。東芝は、不活性ガス消火方式を採用した分解輸送形(ASA)の位相調整機能付き275 kV-450 MVA変圧器、従来と比べて据付面積や質量を大幅に低減した300 kVガス絶縁開閉装置(GIS)、最新の耐震・熱伸縮解析により高所配置を可能にした長尺ガス絶縁母線(GIB)を備える168 kV GISなど、主要変電機器を納入している。

当社が納入したこれらの変電機器は、据付面積の縮小や工期短縮といった建設工事時の優位性ととも、今後、高い信頼性に基づいた合理的な設備運用に貢献していくことが期待される。

The Higashi-Fukushima Substation of Tohoku Electric Power Co., Inc. is being constructed to secure a stable supply of electric power for Fukushima Prefecture. Toshiba has just supplied the main facilities for this substation, including a 275 kV-450 MVA advanced site assembly (ASA) transformer with phase shifter employing Inergen gas as a fire extinguisher, a downsized and lightened 300 kV gas-insulated switchgear (GIS), and a 168 kV GIS featuring a high-position long bus bar with advanced analysis of earthquake and thermal behavior.

These facilities can be expected to reduce the substation area, shorten its construction period, and ensure high reliability of operations, thus contributing to the rationalization of services.

1 まえがき

東北電力(株) 東福島変電所は、2006年4月から運用を開始した新設の超高压変電所である。この変電所の建設にあたっては、効率的な設備形成、円滑な建設工事の推進、及び高い信頼性を維持できる機器の適用により安定した電力供給を図りたい、といった要望があった。

東芝は、これらのニーズに応え、これまでの豊富な変圧器や開閉装置の納入実績と、積み重ねてきた技術的知見に基づく信頼性の高い機器を納入し、総合的なエンジニアリング力を生かして建設工事の円滑な推進を実現した。

以下に、当社が納入した機器の概要とその特長を述べる。

2 納入設備の概要

東福島変電所に当社が納入した主要変電設備の主な仕様とその特長を表1に示す。

現地への主要変電機器の搬入は2005年2月から始まり、ほとんどの機器が既に運用に入っている。

東福島変電所向けの主要変電機器につき、設計段階で作成した3次元鳥瞰図と現地での据付状況を図1に示す。

表1. 納入主要機器の主な仕様と特長

Basic specifications of main substation facilities

機器	主な仕様と特長
主要変圧器	268.8 kV/154 kV/31.5 kV-450 MVA × 2台 電圧位相調整付き変圧器 分解輸送方式(ASA)採用 ガス消火方式適用
ガス絶縁開閉装置(GIS)	300 kV (4,000A, 40 kA) × 5ユニット 168 kV (4,000A, 31.5 kA) × 6ユニット 120 kV (1,200A, 25 kA) × 2ユニット



(a) 設計段階で作成した3次元鳥瞰図



(b) 据付状況

図1. 主要変電機器の3次元鳥瞰図と据付状況 — 設計段階から3次元鳥瞰図を作成することにより、機器の実際の据付状況を可視化しながら設計・工事を進めることができる。

3D bird's-eye graphical view of substation facilities and erection of facilities

3 主要機器の特長

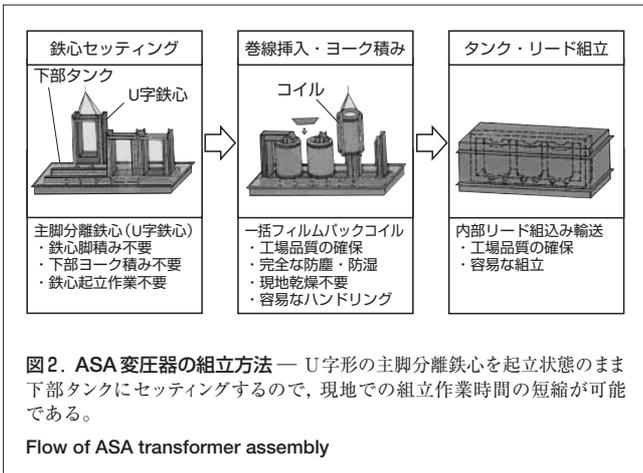
3.1 275 kV-450 MVA 変圧器

3.1.1 分解輸送方式の採用 変圧器は変電所の中で最大の質量を持つ大型機器であり、特に、工場から現地までの輸送については様々な制約を受けることが多い。

東福島変電所の場合は、福島県の間山部に位置し、起伏やカーブの多い輸送経路を取らざるをえない。そこで、分解輸送形(ASA: Advanced Site Assembly)の変圧器を適用することで、通常の275 kV-450 MVA変圧器の輸送には不可欠な輸送路の補強や改修を不要にすることができる。

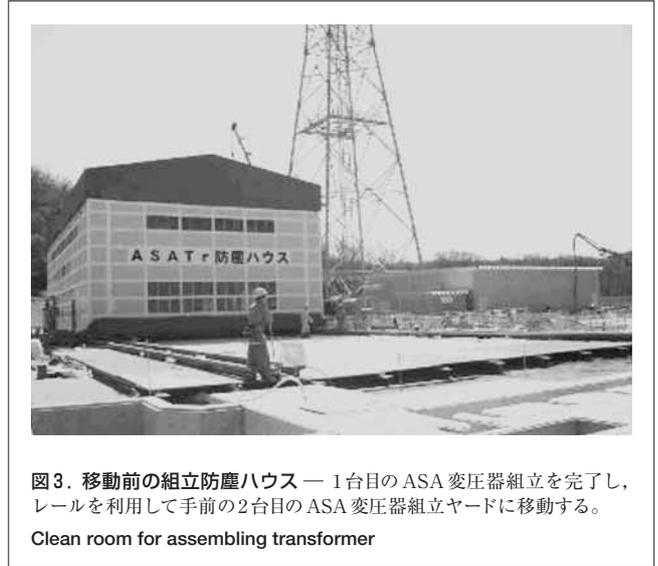
当社のASA変圧器は、東北電力(株)向けでは、1998年に西山形変電所に275 kV-300 MVA変圧器を納入したほか、500 kV変圧器を含めて各所に納入した実績があり、その特長は、主脚分離鉄心を適用したことと、工場と同等の作業環境を実現できる現地組立防塵(じん)ハウスの採用によって、現地作業期間の最長化を図れる点にある。

主脚分離鉄心を適用した当社のASA変圧器の組立方法の概略を図2に示す。主脚分離鉄心は、四つのU字形ユニットを現地まで輸送することにより、現地での鉄心脚積み作業や下部ヨーク積み作業が不要となる。変圧器下部タンクにそのままセッティングすることができ、鉄心を現地で起立する作業も不要である。このため、分解輸送形では必要となる現地での組立作業期間を最短とすることができるというメリットがある。



また、今回の現地工事で使用した組立防塵ハウスの外観を図3に示す。防塵ハウス内はじんあい量が20 CPM以下、湿度50%以下に維持されており、作業は乾燥空気を吹き流したまま実施するなど、工場と同等の組立作業環境を実現しており、変圧器の品質を脅かす異物や水分の排除に最大限の配慮を払っている。

東福島変電所には、275 kV-450 MVA変圧器を2台納入し



ており、いずれも組立防塵ハウスを使用する必要があった。このような場合、従来であれば、防塵ハウスは1台目の変圧器を組み立てた後に分解し、あらためて2台目の変圧器の据付場所で再組立を行う。今回の東福島変電所では、2台の主要変圧器が並ぶ機器配置である点に着目し、組立防塵ハウスの設置箇所間に移動用のレールを設け、1台目の据付完了後に、組立防塵ハウスをそのままスライドさせて、2台目の据付場所に移動する手法を採用することで、約2週間、工程を短縮できた。

以上のような、構造上のメリット及び組立防塵ハウスを移動するといった工夫により、現地作業を短縮することができた。

3.1.2 タンク構成の合理化 今回の変圧器は電圧位相調整変圧器で、位相調整による潮流制御を行うことにより、効率的で柔軟性を持った電力系統運用が可能である。275 kV-450 MVA級の電圧位相調整変圧器では、主変圧器部と位相調整器部を別タンクとしたほうが合理的な構成となり、更に今回は、両タンク間を油ダクトで連結する構造を採用した。これにより、従来は必要であった連結用ブッシングを省略することができ、配置構成の合理化が図れた。

3.1.3 不活性ガス消火設備の採用 近年、自然界に存在するガスによって構成された、不活性ガス消火システムの適用が拡大しつつある。東福島変電所に納入の変圧器は、イナージェンガスを利用したガス消火方式を採用した。イナージェンガスは窒素やアルゴンなどの混合気体であり、外部タンク内にガスを放出することにより、酸素を希釈して消火することができる。このガスは地球環境に対して無害であるだけでなく、消火特性にも優れており、消火システム全体をコンパクトかつ合理的に構成することが可能である。このガス消火方式を利用することにより、従来は必要であった消火用の水設備を不要にするとともに、外部タンクを消火機能

を備えた防音タンクとすることで、コスト低減を図ることもできた。

3.2 ガス絶縁開閉装置

東福島変電所に当社が納入した開閉機器は、いずれも絶縁媒体にSF₆ガスを利用したガス絶縁開閉装置（GIS：Gas Insulated Switchgear）である。

GISの特長は、その優れた絶縁性能と遮断性能により、気中絶縁機器などと比較して非常にコンパクトにできるという点、及び高電圧導体部を金属製タンク内にほぼ完全に収納できるため、高い耐環境性があるという点である。特に環境性という点では、以下に述べる300 kV GIS、168 kV GISでは全三相一括型を採用しており、気密シール部分を極少化した、より環境に配慮したGISとなっている。

3.2.1 300 kV GIS 300 kV GISは、従来の遮断器の縦配置構成から横配置構成に変更しており、GIS全体の低層化、耐震性の向上、及び保守点検性の向上を実現している。

また、GIS本体部分については、コンパクト化により回線ユニットの一体輸送が可能となり、現地での接続箇所数を従来と比較して75%にまで低減したため、現地工程を従来の65%に短縮することができた。

今回のGISの現地での据付状況を図4に示す。



図4. 据付完了後の300 kV GIS — 遮断器を横置き・低層配置とすることにより、GIS全体の低層化、耐震性の向上、及び保守点検性の向上を実現した。

Installed 300 kV GIS

3.2.2 168 kV GIS 東福島変電所納入の168 kV GISは、今回、特に275 kV変圧器との接続用に、長尺なガス絶縁母線（GIB：Gas Insulated Busbar）を適用している。

275 kV変圧器と168 kV GIS本体部分の間には変電所の構内道路が敷設されており、GIBは、この構内道路をまたぐ形となる。特に3号主要変圧器との間を結ぶ回線のGIBは、構内道路上方を斜めに横切る形態となっているため、支持

スパンが10 mに及ぶ構成となり、設計段階での耐震性の確認が必要であった。更に、2号主要変圧器と168 kV GIS間は、経済性を考慮して長尺なGIBを単純な直線配置としたため、熱伸縮挙動についての十分な検討が必要であった。

変圧器ユニットのGIB耐震解析結果と熱伸縮解析結果を図5に示す。この検討を行ったことで、機器として十分な強度があることを確認し、必要以上の補強を施すことなく、合理的な機器配置を実現できた。



4 現地据付工事

当社が納入した主要機器は、2005年2月から現地への搬入を開始した。

据付開始当初は、福島県地方としては例年にない大雪にみまわれたものの、前章で述べたように、変圧器やGISの現地での工程短縮施策の効果もあり、ほぼ当初のスケジュールどおりに据付作業と調整試験を完了した。

特別な現地調整試験としては、ASA変圧器の現地組立の健全性を確認するため、常規最高対地電圧の1.3倍の電圧を

各相に30分間ずつ印加する耐電圧試験を実施し、異常のないことを確認した。

また、東北電力(株)の行う使用前自主検査である変圧器及びGISの一括耐電圧試験の実施にあたり、新設変電所であるため耐電圧試験時の試験用電源容量に制約があることから、最適な試験回路や試験装置の検討を当社でも行った。すなわち、電圧の印加端子や回路構成について検討を重ねた結果、変圧器の無負荷容量低減のために励磁率をできるだけ抑制しながらも、必要な試験電圧が印加できる回路を提案し、実際に採用された。

そのほか、今回の東福島変電所の新設工事にあたっては、東北電力(株)によって275 kV送電線からの実潮流を利用した温度上昇試験が実施されている。この試験は、2台の変圧器の位相調整器のタップ差循環電流を利用したもので、その検討にあたっては、当社も最適タップの選定などの技術支援を行い、無事試験を終了した。

5 あとがき

今回、東北電力(株)東福島変電所に275 kV-450 MVA ASA変圧器、300 kV GIS、168 kV GIS、及び変圧器中性点用GISといった主要変電機器を納入し、円滑に現地工事及び据付・調整試験を完了して、無事に運転を開始することができた。

新設変電所用主要変電機器の大部分の製作を当社が担当していることもあり、単に機器製造メーカーとしてだけでなく、設備全体の協調にも配慮したエンジニアリング面での支援を心がけた。具体的には、全体の協調を考慮した機器仕様の確定、現地工事、及び据付・調整試験の事前計画を実施し、工事全体の円滑な推進に貢献することができた。

今後も、今回の経験を生かし、更に合理的、効率的な変電設備の構築に取り組んでいきたい。



佐藤 純正 SATO Yoshimasa

電力システム社 電力流通事業部 電力変電技術部主務。
変電機器のエンジニアリング業務に従事。電気学会会員。
Transmission & Distribution Systems Div.



井本 泰輔 IMOTO Taisuke

電力システム社 電力流通事業部 電力変電技術部主任。
変電機器のエンジニアリング業務に従事。
Transmission & Distribution Systems Div.