

高信頼性と省保守化を目的とした次世代スイッチギヤの開発

Development of Next-generation Switchgear Targeting High Confidence and Maintenance Saving

山田 宣之 Nobuyuki Yamada
横須賀 滋 Shigeru Yokosuka

三國 桂介 Keisuke Mikuni
黒木 拓弥 Takuya Kurogi

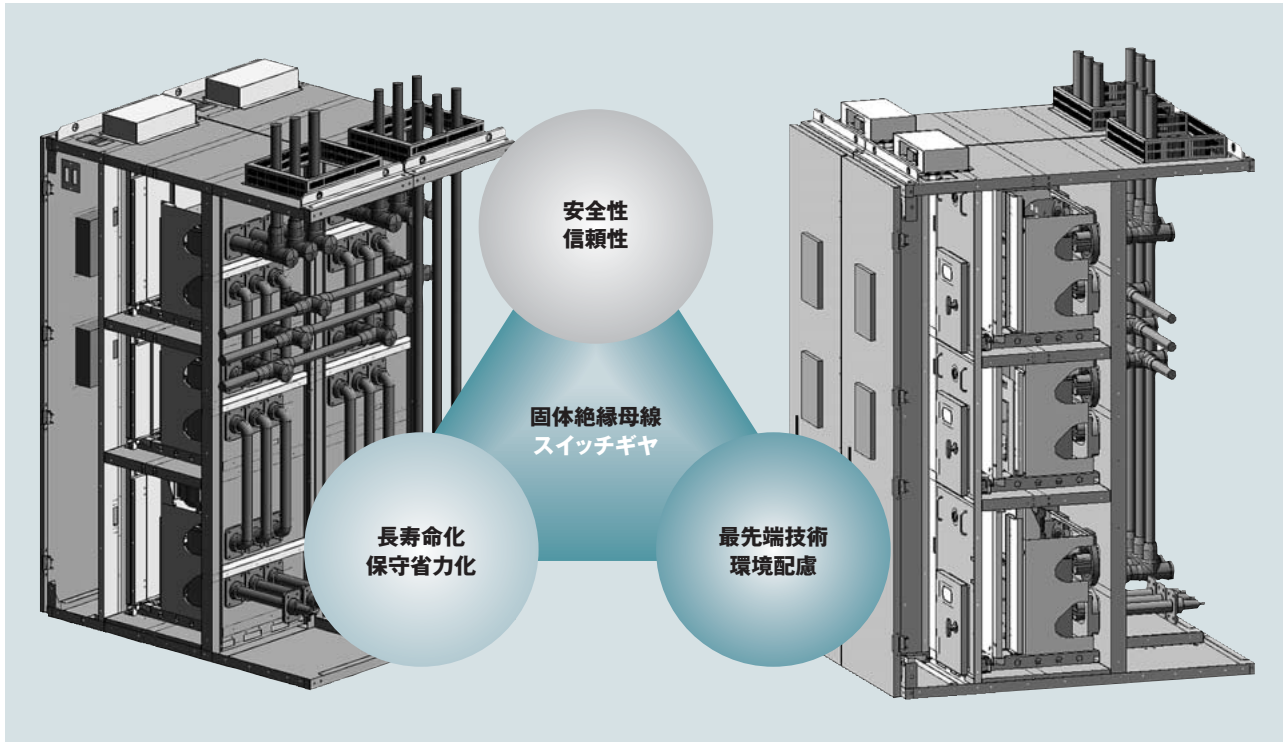


図1 固体絶縁母線スイッチギヤのコンセプト

安全性・信頼性、長寿命化・保守省力化といった顧客ニーズに応え、日立の誇る最先端技術を用いて構成された環境配慮型の固体絶縁母線スイッチギヤのコンセプトを示す。

近年、情報社会の高度化、高効率生産設備構築などの情勢により、各種産業、公共施設、プラント設備への安定した電力供給はますます不可欠なものとなっている。受電設備の主要構成装置としてのスイッチギヤには高度な信頼性が要求されるばかりでなく、安全性の高さ、保守・点検の省力化、環境配慮など、技術の進歩とともにさまざまなニーズが生じている。

日立製作所は、固体絶縁母線の採用による安全性向上、主回路機器のユニット化による省保守化、真空断路器の採用といった技術を適応して多様なニーズに対応する固体絶縁母線スイッチギヤを開発した。

1. はじめに

最近の社会情勢として重要なウエートを占めてきているキーワードが三つある。

一つ目は、「安全性・信頼性」である。あらゆる業界において安全性、信頼性を第一として製品開発が行われており、その動向は高圧配電設備においても例外ではない。気中絶縁スイッチギヤ内部はもとも充電部が露出しているものであり、ヒューマンエラーなどによって誤って高圧充電部に近づいた場合、重大な感電事故が発生する可能性がある。また、長期使用時は内部の塵埃(じんあい)付着や、異物混入などによる地絡事故が発生する恐れがある。このような危険性を排除し、安全性・信頼性の高いスイッチギヤをめざして開発を行った。

二つ目は、「省保守化」である。盤内清掃の省略や点検サイクルの延長など、保守作業の省力化を考慮した製品で、か

つ、ライフサイクルコスト低減が図れる製品が求められている。そこで、省保守化と保守時の容易性を考慮したスイッチギヤの開発を行った。

三つ目は「環境配慮」つまり「エコ製品」である。これまで、国内では地価高騰や土地不足もあり極力小型化を図った配電設備が求められていた。そのため、SF₆(六フッ化硫黄)ガスが絶縁媒体として用いられ、より設置面積の小さい配電盤が作られてきた。しかし、SF₆ガスは温暖化係数がきわめて高い気体であるとともに、取り扱いが容易ではなく、管理を行っていかねばならないため、SF₆ガスを用いない、より環境に配慮したタイプの配電設備の研究開発を行った。

以上の三つのキーワードを基に開発した製品が、固体絶縁母線スイッチギヤである。

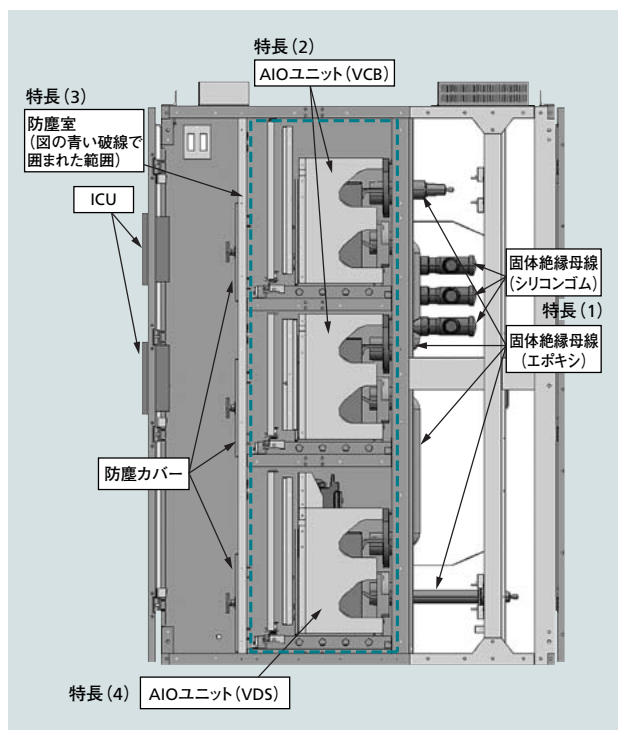
ここでは、日立製作所が開発した固体絶縁母線スイッチギヤの特長と適用例について述べる(図1参照)。

2. 固体絶縁母線スイッチギヤの開発

2.1 スwitchギヤの構成と概要

固体絶縁母線スイッチギヤの構成および概要を図2に示す。固体絶縁母線スイッチギヤの主な特長は以下のとおりである。

(1) 盤の裏面側の母線室には、2種類の固体絶縁母線(エポキシ、シリコンゴム)が用いられている。各母線の表面は接



注:略語説明 AIO(All-in-one), VCB(Vacuum Circuit Breaker), ICU(Intelligent Control Unit), VDS(Vacuum Disconnecting Switch)

図2 固体絶縁母線スイッチギヤの構成と特徴

主な特徴として、(1)誤って触れても感電しない安全な仕様、(2)AIOユニット(VCB)による保守作業性の向上、(3)防塵(じん)保護、(4)AIOユニット(VDS)による保守作業性の向上の4点がある。

地されており、誤って触れても感電しないように、安全な仕様となっている。

(2) 盤内部の上段と中段の遮断器室にはVCB(Vacuum Circuit Breaker:真空遮断器)と、CT(Current Transformer:計器用変流器)、ZCT(Zero-phase Current Transformer:零相変流器)、VT(Voltage Transformer:計器用変圧器)などが一つのユニットになっているオールインワンユニット(以下、AIOユニットと記す。)を採用し、内蔵器具の保守作業性を向上させている。

(3) 遮断器室は、前面に各室防塵カバーを設けた密閉構造とすることで、気中絶縁部に対する防塵保護をしている。

(4) 従来の気中絶縁タイプの断路器に代わって、新規に開発したVDS(Vacuum Disconnecting Switch:真空断路器)を採用した。また、VCB同様にAIOユニット化することにより、内蔵器具の保守作業性を向上させている。

2.2 製品コンセプト

2.2.1 安全性・信頼性

固体絶縁母線スイッチギヤには2種類の固体絶縁母線を採用した。一つは、盤間を結ぶ主母線にあたる個所で、シリコンゴムで覆われた固体絶縁母線を採用し、もう一つは回路間の接続導体に、エポキシ樹脂で覆われた固体絶縁母線を採用した。シリコンゴム製の固体絶縁母線は、表面が導電性ゴムで覆われており、エポキシ樹脂表面は導電性塗料が塗布されているため、絶縁物表面を接地することにより、盤内充電露出部をなくした。このことにより、誤って接近したり、接触したりしても、感電する危険性がなくなり、安全性が向上した。また、母線間の絶縁も表面が接地で覆われているため、相间短絡などの事故が起こる可能性はきわめて低く、信頼性も向上した(図3参照)。

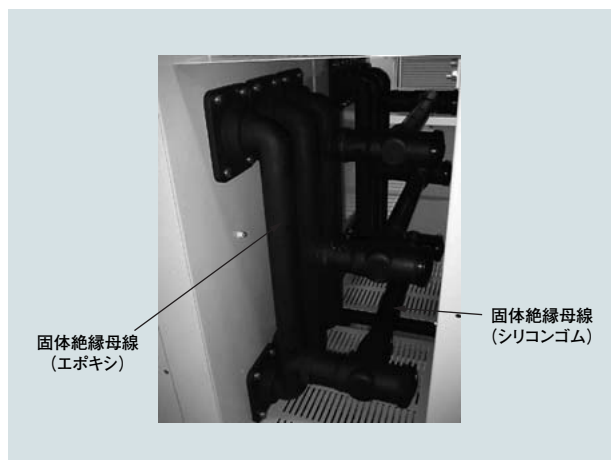


図3 固体絶縁母線の様子

固体絶縁母線の外観を示す。表面が黒いのは導電性ゴム、もしくは導電性塗料が塗られているためである。

2.2.2 省保守化

省保守化には保守作業の効率向上(作業時間の短縮)、清浄点検の省略(簡略化)、点検サイクルの延長が考えられる。

(1) 保守作業時間の短縮

従来の点検では、CT、ZCTなどが盤内に固定されていたため、点検の際は作業員が盤内に体を入れて状態確認をしていたことから、作業性があまりよくない状況であった。図4に示すようにVCBとZCT、CT、VTを引き出し機器としてユニット化することにより、すべて盤外に引き出して行う盤点検を可能とし、点検時間の短縮、点検方法の容易性を図った。

固体絶縁母線の採用により、従来の気中絶縁スイッチギヤでは必要であったボルト接続点の増し締め点検の省略が図られている。1面当たり18か所であったものを6か所とし、 $\frac{1}{3}$ に低減した。

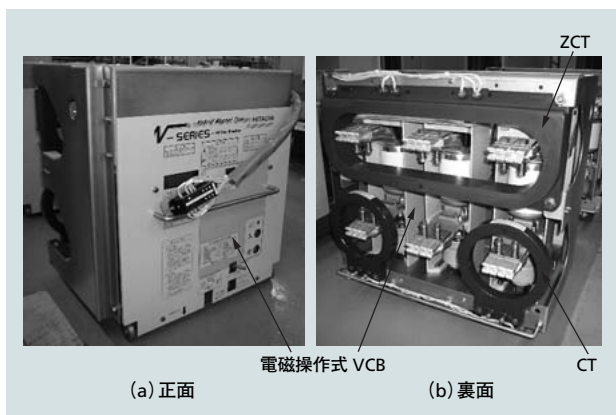
断路器に関しても、従来の気中断路器は盤内に固定設置されていたため、点検の際には盤内の狭いスペースでの点検を余儀なくされていた。そこで、VCBと同様に引き出しタイプの断路器を採用することによって盤外での点検が可能となると考え、実績のある電磁操作器VCBを改良し、VDSを開発した。VDSでは、VCBに用いられている真空バルブ内の接点間距離を広くすることにより、断路器としての耐圧基準を満足した。構造もVCBと同様であるため、VDS+VTのようなAIOユニットとして構成が可能である。

(2) 清浄点検の省略

塵埃が付着することにより、性能に影響が出る箇所は、主に主回路機器が収められている遮断器室であるため、防塵構造を採用した。

防塵室の構造は、防塵カバーを外せば遮断器の出し入れが可能な構造になっている。防塵カバーの子扉は、緊急時の遮断器手動操作を可能とするためにあり、小窓は、通常運転中に遮断器の状態を目視確認するために設けた(図5参照)。

また、防塵カバーには差圧吸収用フィルタを設けている。



注:略語説明 ZCT(Zero-phase Current Transformer), CT(Current Transformer)
図4 AIOユニットの外観
 VCBとZCT、CTを一体化したAIOユニットの正面および裏面の外観を示す。

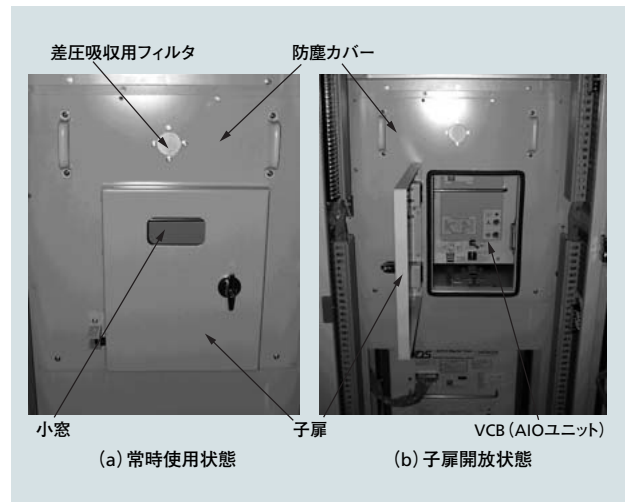
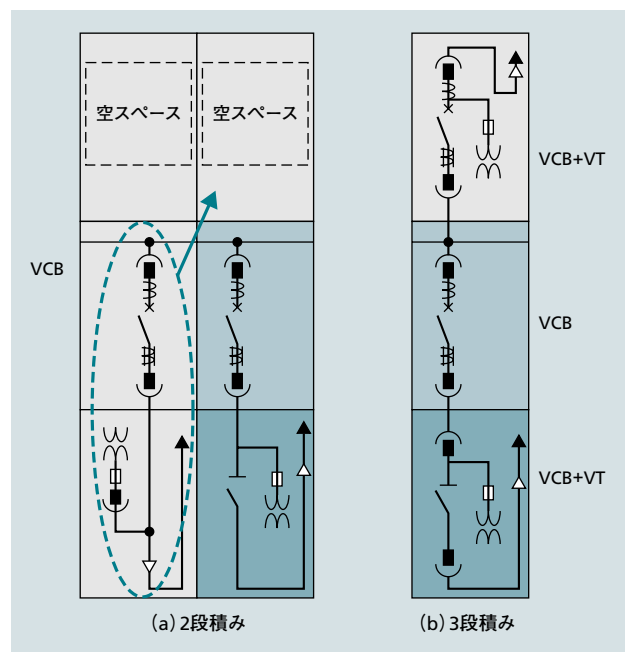


図5 防塵カバー
 防塵カバーの常時使用状態および子扉開放状態の外観を示す。緊急時には子扉を開放させて、手動で操作が可能な構造になっている。

AIOユニットの中心であるVCB/VDSは通電時の発熱源であり、受電開始後や周囲の急激な温度変化により、防塵室内の空気が膨張・収縮し、圧力差が生じる。そこで、差圧吸収用のフィルタを設けることにより、発生した圧力を逃がす仕組みにした。このフィルタは防塵カバーを開閉した際に入り込んだ湿気を外に通過させる役割も果たす。

(3) 点検サイクルの延長

VCB、VDSには、グリースレスの電磁操作器を用いることにより、ばね操作器に必要であった定期的な注油などが不必要となっている。また、防塵カバーのバックイン部にはシリコンゴムパッキンを採用するなどの長寿命材料の選定も行っている。し



注:略語説明 VT(Voltage Transformer)

図6 3段積みによる省スペース化
 従来の2段積みの構成を3段積みにすることによって省スペース化を図ることができた。

たがって、防塵構造とグリースレス電磁操作器VCBとの組み合わせにより、注油、清掃が不要となり、定期点検および緊急時以外には防塵カバーを開ける必要はなく、点検サイクルを延長することを可能としている。

2.2.3 環境配慮

固体絶縁母線スイッチギヤでは、母線部は固体絶縁、遮断器室は一部気中絶縁とすることで、GIS (Gas Insulated Switchgear: ガス絶縁開閉装置) のような安全性、信頼性をSF₆ ガスレス仕様で実現した。SF₆ ガスは温暖化係数の非常に高い気体であるため、取り扱いや管理に注意しなければならないが、そのような心配をする必要もなく、環境に配慮した製品となった。

3. 製品への適用

3.1 省スペース化の検討

従来、VTは単独のユニットであったが〔図6(a)参照〕、今回、VCBにVTを搭載したユニットを採用することにより、3段積みで構成することができ、従来2面で構成されていた組み合わせが1面に対応可能となった〔図6(b)参照〕。

3.2 納入実績

以上の技術を適用して製作した固体絶縁母線スイッチギヤを2008年9月に東日本旅客鉄道株式会社の新幹線中間配電所に初号器を納入した〔図7参照〕。固体絶縁母線スイッチギヤの列盤構成である。



図7 固体絶縁母線スイッチギヤの外観
新幹線中間配電所での据付けの様子である。

4. おわりに

ここでは、固体絶縁母線スイッチギヤの特徴と適用例について述べた。

「安全性」、「省保守化」、「環境配慮」をコンセプトに開発した、固体絶縁母線スイッチギヤはGISの信頼性と気中盤の拡張性を併せ持つ次世代型スイッチギヤである。今後は、高信頼性機器、環境配慮機器として、各分野で需要が期待される。

執筆者紹介



山田 宣之

1997年日立製作所入社、電力グループ 電機システム事業部 電機ソリューション本部 電源システム部 所属
現在、受配電設備の計画に従事



横須賀 滋

1989年日立製作所入社、電力グループ 日立事業所 国分生産本部 受変制御部 所属
現在、受配電設備の製造に従事



三國 桂介

1993年日立製作所入社、電力グループ 日立事業所 国分生産本部 変電品質保証部 所属
現在、受配電設備の検査に従事



黒木 拓弥

2003年日立製作所入社、電力グループ 日立事業所 国分生産本部 受変制御部 所属
現在、受配電設備の開発・設計に従事