

海外市場向け24 kV真空絶縁スイッチギヤ (C-VIS) の開発

Development of Cubicle Type Vacuum Insulated Switchgear for Overseas Markets

佐藤 克朗 Katsuaki Sato

細川 績 Isao Hosokawa

菅原 雄一 Yuichi Sugawara

渡辺 竜一 Ryuichi Watanabe

小林 将人 Masato Kobayashi

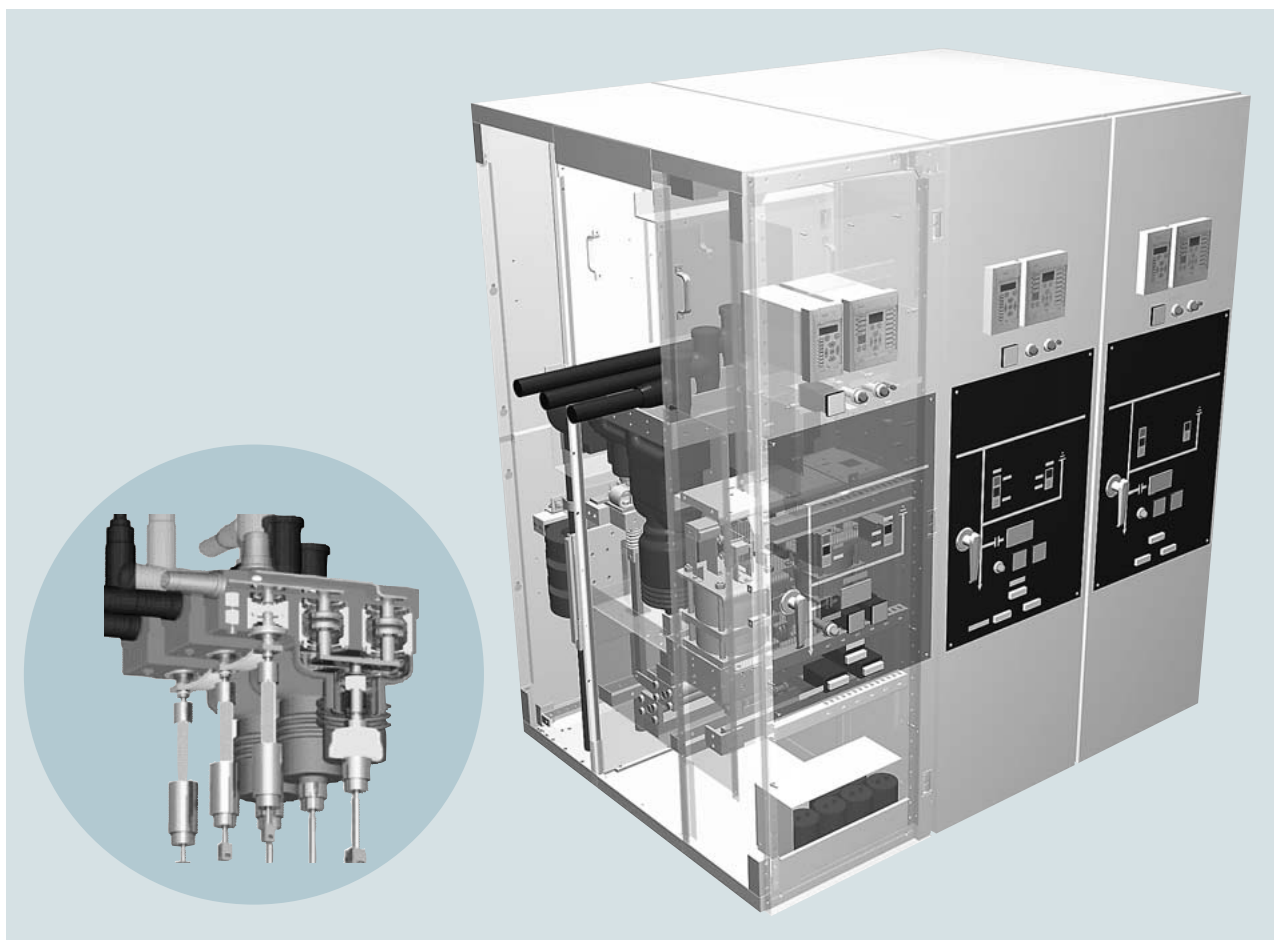


図1 24 kV真空絶縁スイッチギヤ(C-VIS)とスイッチユニット

遮断器・断路器・接地開閉器・絶縁母線・保護リレーを搭載し、多様な電力システムに対応する24 kV真空絶縁スイッチギヤ(C-VIS)のイメージを示す。寸法は1面当たり、高さ2,000×幅600×奥行き1,300 (mm)である。

高度情報化社会、家庭・産業機器の電化が進むとともに、海外でも電力の需要が拡大しており、信頼性の高い電力供給への要望が高まっている。

常に安定した電力を供給するには、受変電設備を構成する主要機器であるスイッチギヤが重要となる。スイッチギヤは、電力の高信頼・安全な供給はもとより、低コスト・省メンテナンス・環境対応へのニーズに適応するものでなければならない。

このような背景の下、日立製作所は、世界の電力流通を支えることをめざし、独自の真空技術・電磁操作技術を駆使して海外の配電市場向けに、IEC(国際電気標準会議)準拠の24 kV真空絶縁スイッチギヤ(C-VIS)を開発した。

1. はじめに

日立製作所は、海外市場への電力システムを供給し、重要な社会インフラへの貢献を図るために、24 kV真空絶縁スイッチギヤ(以下、C-VISと記す。)を開発した(図1参照)。

受変電設備のニーズは、従来からの要求である、高品質・高信頼性はもとより、省メンテナンス化、省スペース化、操作性・安全性の向上など多様化している。また、近年の環境対応機器への要求に対し、真空開閉器は地球温暖化係数の高い、SF₆(六フッ化硫黄)ガスを使用しない機器として、地球温暖化防止効果もある。

一方、ユーザーのニーズが多様化している中、経済性も一段と重要になり、初期コストはもとより、保守費や事故対策費

などのライフサイクルコストの低減も課題となる。

また、既設のスイッチギヤと接続して運用を行える互換性も求められるほか、短納期での供給が要求される場合もある。さらに、最近のIEC(International Electrotechnical Commission:国際電気標準会議)規格や顧客仕様は、内部アークによる圧力上昇や感電から操作/作業員を保護する安全性をいっそう重視している。

このように海外市場での多様なニーズに対応するため、C-VISはIEC準拠としている。

ここでは、高品質・高信頼な電力を供給するC-VISについて述べる。

2. C-VISの開発

2.1 C-VIS開発コンセプト

24 kVの海外市場に参入するにあたり、市場調査の結果から、環境調和・安全性・保守性・ライフサイクルコスト・小型・軽量に重点を置いて開発を行った(表1参照)。

2.2 C-VISの仕様と構成

C-VISの定格は定格電圧24 kV、定格電流1,250 A、短時間耐電流25 kA3sとなっている。仕様の他社比較を表2に示す。基本機器構成として電磁操作器とスイッチユニットから構成される開閉器、VT(Voltage Transformer:計器用変圧器)、CT

表1 C-VISの開発コンセプト

C-VISの開発コンセプトである「環境調和」、「安全性」、「保守性・ライフサイクルコスト」、「小型・軽量」について詳細を示す。

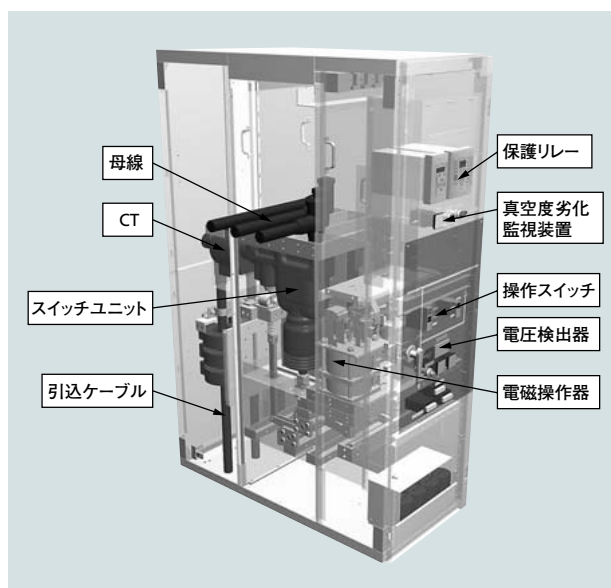
コンセプト	内容
環境調和	・開閉器のSF ₆ ガスレス化による環境対応機器
安全性	・スイッチユニットの各相分離構造採用による相間短絡防止でのアークエネルギーの低減
	・真空常時監視による事故の未然防止
	・充電露出部がないことでの感電事故防止
保守性・ライフサイクルコスト	・ガスレス化によりガスメンテナンスが不要
	・グリースレス機構により注油メンテナンスが不要
小型・軽量	・真空技術の採用と遮断器・断路器・接地開閉器一体化による小型・軽量効果

表2 仕様の他社比較

C-VISの他社スイッチギヤに対する優位性を示す。

メーカー	日立製作所(C-VIS)	A社	B社	C社
定格電圧	7.2/12/24 kV	12/24 kV	24 kV	24 kV
定格電流	630/800/1,250 A	630/1,250 A	630/1,250 A	630/1,250 A
短時間耐電流	25 kA 3s	25 kA 3s	25 kA 1s	25 kA 2s
絶縁媒体	真空十エポキシ	SF ₆ ガス	真空十エポキシ	乾燥空気
絶縁構造	相分離	三相一括	相分離	三相一括
操作器構成	CB, DS, ES電磁操作(グリースレス)	CB:電動ばね操作 DS, ES:モータ操作(グリース塗布)	CB, DS, ES電磁操作(グリース塗布)	CB:電動ばね操作 DS, ES:モータ操作(グリース塗布)
質量	650~750 kg	700 kg	700 kg	700 kg
寸法(高さ×奥行き×幅)(mm)	2,000×1,300×600	2,100×1,000×600	2,500×1,400×700	2,400×1,750×650

注:略語説明 CB(Circuit-breaker:遮断器)、DS(Disconnecting Switch:断路器)、ES(Earthing Switch:接地開閉器)



注:略語説明 CT(Current Transformer:変流器)

図2 C-VISの機器構成

遮断器・周辺機器を装備したC-VISの機器構成を示す。

(Current Transformer:計器用変流器)、保護リレー、電圧検出器、真空度劣化監視装置を備えている(図2参照)。

独自の真空技術、遮断器・断路器・接地開閉器の一体型スイッチユニットおよび電磁操作器の適用により、機器を小型化でき、床面積の省スペース化を実現している。

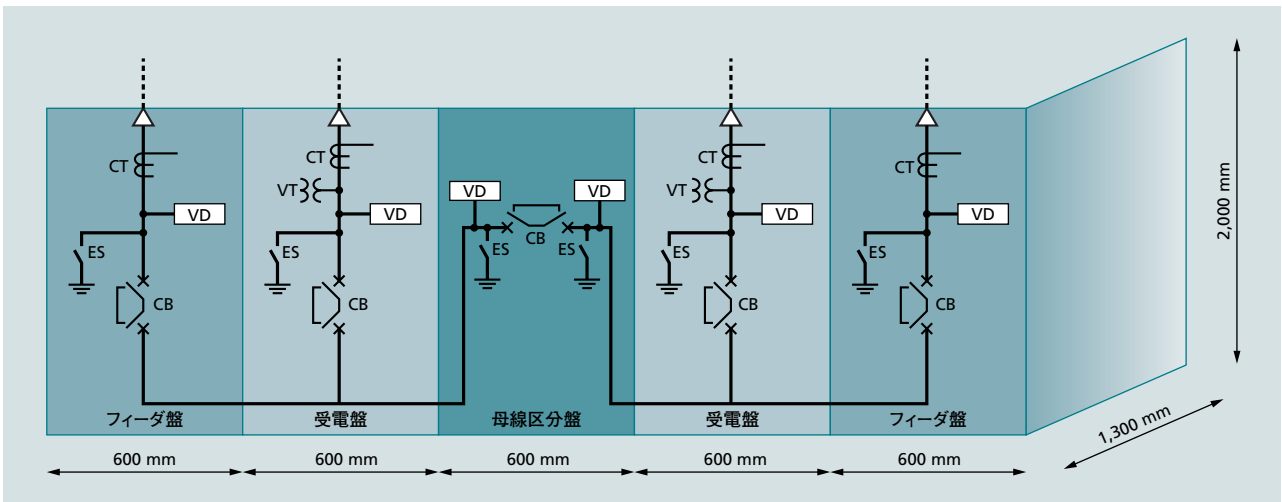
回路構成を図3に示す。

標準構造の受電盤・フィーダ盤・母線区分盤を組み合わせることにより、幅広い電力供給システムへの対応が可能である。

2.3 C-VISを実現した技術

(1) 遮断器・断路器・接地開閉器一体型の電磁操作式真空絶縁遮断器

C-VISの絶縁性能は、SF₆ガスに比べ3倍以上の真空絶縁の適用と気体・固体絶縁のベストミックスにより、絶縁部の寸法をSF₆ガス絶縁の機器と比べて約10%低減した。また、入/切/断路の3ポジション構造により遮断器に断路機能を集約し、接地開閉器と併せて一体型のスイッチユニットを構成



注:略語説明 VD(Voltage Detector:検電器), VT(Voltage Transformer:計器用変圧器)

図3 C-VISの回路構成

遮断器・断路器・接地開閉器および周辺機器を集約している。

することで、部品数を低減し小型軽量を実現した(図4参照)。さらに、二点遮断構造により信頼性の向上を図っている(図5参照)。

地球温暖化係数の高いSF₆ガスを使用しないため、大気中に地球温暖化ガスを放出する心配がない。また、ガスレスであるために保守時などのガス回収作業やオリング、ガスケットなどの点検作業が不要である。さらに、日立独自のグリースレスハイブリッド型電磁操作器の採用により、グリース枯渇による動作不良の心配がなく、定期点検での注油作業が不要で長期間の安定動作を実現する。以上により、メンテナンス作業時間の低減を実現した。

(2) 各相分離構造

各相ごとの機器表面に接地層を設けた相分離構造の適用によって相間短絡事故の防止を実現した。これにより、事故時のアークエネルギーが三相短絡事故時(三相短絡電流

25 kA)の約0.7%(地絡電流2 kA時)に低減し、アークエネルギーによる内部圧力上昇に対する作業員の安全性を向上している。また、充電露出部がないことにより、感電を防止している。

(3) 常時真空度劣化監視

スイッチユニットに、真空度劣化を常時監視することが可能なセンサーを内蔵し、万が一、真空劣化が発生しても操作を自動的にロックすることで事故の未然防止を可能とした。

2.4 短納期化への対応

海外案件の特徴の一つとして、短納期要求が多いことが挙げられる。この要求に応えるため、スイッチユニットおよび筐(きょう)体構造の標準仕様化を行い、同定格製品との従来器比で約2か月の納期短縮を実現した。

(1) スイッチ部のユニット化

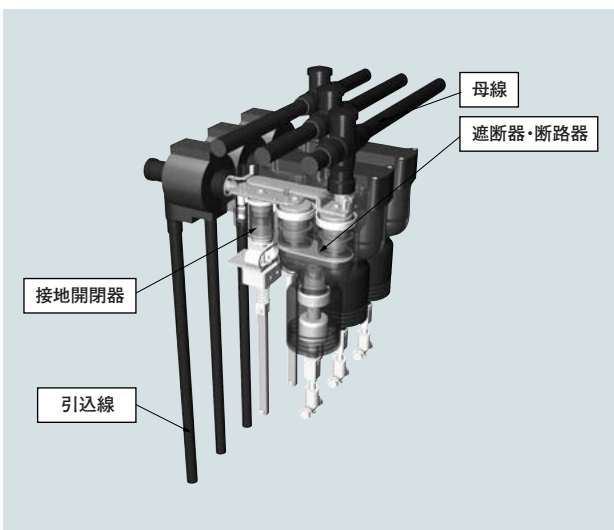


図4 スイッチユニット構成

遮断器・断路器・接地開閉器の一体型ユニットとなっている。

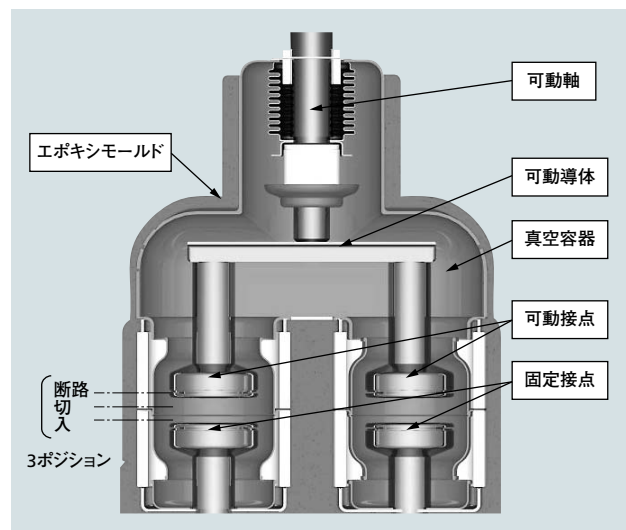


図5 スイッチ部の概要

真空2点切り、3ポジションスイッチの開発によって信頼性を向上した。

このスイッチギヤはスイッチ部をユニット化することができるため、需要を予測して早期にユニット部の生産に着手することが可能である。これにより、組立作業工数が比較的長いユニットを前もって製作することで全体の工程短縮が可能である。

また、スイッチユニットは仕様を標準化して2種類で対応できることから、量産効果による時間短縮および生産効率向上が可能である。

(2) スwitchギヤ仕様の標準化およびオプション化

スイッチギヤの仕様を標準化することで設計時間の短縮が図れる。また、多様な仕様ニーズにも標準仕様とオプションを組み合わせて設計することで設計時間とともに、製造着手までの時間を短縮することが可能である。

さらに、仕様を標準化することで使用部品も共通化され、リードタイムの短縮に大きな効果がある。

3. 納入実績と今後の課題

3.1 納入実績

2008年6月にC-VISの初号機をシンガポールへ納入して運用を開始し、順調に稼動している(図6参照)。また、現在まで、1サイトの運用開始、そのほか3サイトの出荷を完了し、運用開始の準備中である。

さらに、この製品の受注は増加する傾向にあり、さらなる海外市場への貢献が期待できる。

3.2 今後の課題

海外市場での圧倒的な競争力を実現するには、いっそうの



図6 C-VIS初号機の外観

シンガポール納め、初号機のC-VISの外観を示す。

コスト力強化が必要であるため、構造改良や製造プロセスの改善によるコスト低減を推進中である。

また、事業拡大のために、開発を継続してC-VISのシリーズ拡充を図る。

4. おわりに

ここでは、高品質・高信頼で電力を供給する真空絶縁スイッチギヤ(C-VIS)の開発について述べた。

昨今の電力システムに求められる多様なニーズ、環境対応、コストダウンが顕在化する中で、日立製作所は、電力システムを提供して培った基盤技術と、最新の技術を生み出す開発力を駆使して、顧客満足度が高い製品、社会に貢献できる製品をこれからも提供し続けていく考えである。

執筆者紹介



佐藤 克明

1994年日立製作所入社、産業ソリューション営業本部 開発営業部 所属
現在、真空スイッチギヤの営業業務に従事



渡辺 竜一

1990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、真空スイッチギヤの製造業務に従事



細川 績

1991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、真空スイッチギヤの検査業務に従事



小林 将人

1992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、真空スイッチギヤの開発業務に従事



菅原 雄一

2004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、真空スイッチギヤの開発業務に従事