

21世紀の受配電を支える超コンパクト C-GIS

New-Generation C-GIS for 21st Century Substations

宮崎 靖浩
Y. Miyazaki

本間 三孝
M. Honma

宮川 勝
M. Miyagawa

工場、ビルなどの受配電機器として多数用いられるようになってきた C-GIS (キュービクル型絶縁開閉装置) を大幅に縮小化、軽量化する技術を開発した。これは、市場からのより省スペース化、省メンテナンス化、コンパクト化のニーズにこたえるもので、心臓部である遮断部分に新型の真空遮断器を採用するとともに、SF₆ガスとエポキシ樹脂を最適配置(複合絶縁)させるために、電界解析を駆使して当社従来品に比べて体積 40%、質量 60% に縮小化を目標としている。この C-GIS は、66/77 kV クラスの世界最小・最軽量の製品となる予定である。

We are going to launch a new-generation cubicle type gas-insulated switchgear (C-GIS) which is the smallest and most lightweight in the world in the 66/77 kV class. We develop and apply a new vacuum interrupter and SF₆/epoxy composite insulation.

As a result, the installation area will be reduced by half and the installation weight will be greatly decreased by 60% compared to the previous generation.

1 まえがき

C-GIS とは、主回路を鋼板製角型容器に収納し、その内部に絶縁媒体である SF₆ガスを充填(てん)したスイッチギヤのことで、一般需要家の自家用受配電設備として広く普及している。

当社は、66/77 kV 級で世界最小・最軽量の C-GIS の実現を目標としているが、以下にそのなかで採用される主要な技術について紹介する。

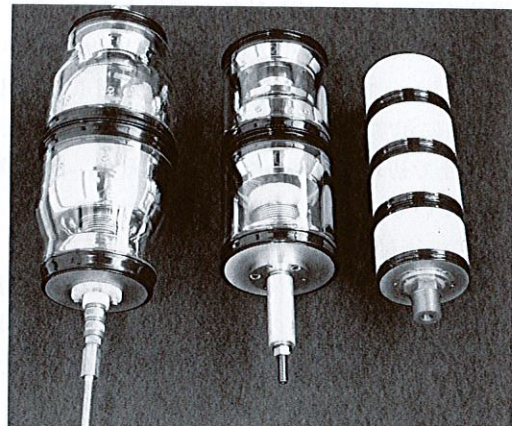
2 製品化技術

C-GIS を小型化するために収納機器の大幅なコンパクト化を図る。ここでは、コンパクト化に大きく寄与する技術のなかで、特に真空バルブ、真空遮断器 (VCB)、断路器/接地装置 (DS/ES)、避雷器 (SA) の縮小化技術について述べる。

2.1 真空バルブ

当社の真空バルブは、製造実績 220 万本と世界一であるが、基礎研究を通じて小型化・高信頼度化を進めている。66/77 kV 級の真空バルブは、これまでの実用化製品のなかでは最大電圧級であるが、今回さらに縮小化した新型真空バルブを開発する。図 1 に示すように、新型真空バルブは、同一定格で 1984 年に製品化した真空バルブに比べ、容積で 45% と大幅な小型化が図れる。主な特長を次に述べる。

2.1.1 電極構造 電流遮断性能は、電極構造に大きく依存する。新型真空バルブでは、磁界分布の最適化によ



第一世代

第二世代

第三世代

図 1. 真空バルブの小型化の推移 真空バルブは遮断技術、絶縁技術、解析技術の進歩により小型化されている(定格 77 kV-1,250 A-31.5 kA)。

Reduction in size achieved for vacuum interrupter

り電極径の縮小および遮断性能の向上を図っている。設計では、電極表面の電流通電部での渦電流を考慮した磁界解析プログラムを用い、磁界分布が最適となる電極構造の解析と開発を行っている。

2.1.2 絶縁構造 真空中の絶縁では、面積効果という特有な絶縁現象がある。新型真空バルブでは、三次元の電磁界解析により面積効果を考慮し最適化を図る。さらに、真空容器に 4 個のセラミックスを使用することによって、中間シールド端部の電界緩和を図り縮小化を目標とする。

2.1.3 製造方法 新型真空バルブでは、真空炉で排気および気密ろう付けを同時に実施する方法を採用する。従来、この電圧クラスの真空容器にはガラスを使用していたため、容器製造後に排気管から排気する方法を採用しなければならなかった。新型真空バルブでは、主要な作業のすべてを自動制御された真空炉内で一括処理することにより、製品の信頼性を向上させる。

2.2 真空遮断器 (VCB)

VCB は、主回路と操作機構の一体カセット構成とすることで高さ寸法を小さくする。相間寸法については真空バルブ外径の縮小化により短くする。さらに、操作機構部に気密ベローズを使用することで操作エネルギーを低減するとともにスコットラッセル機構を採用し、縮小化を図る。

以上のことから、VCB は当社従来品に比べ体積を 40 % まで小型にできる。図 2 に VCB の小型化の変遷を示す。

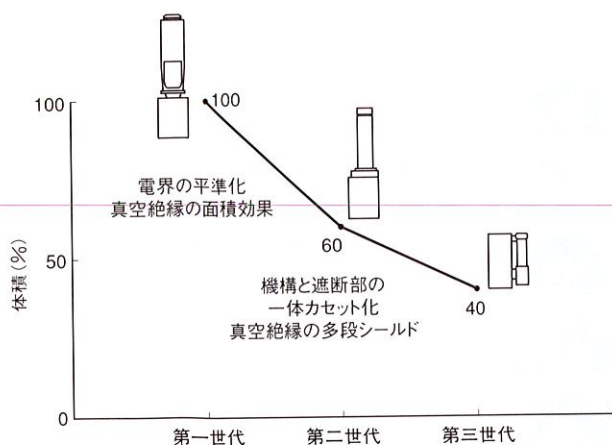


図 2. VCB の小型化 VCB は真空バルブの縮小化とともに小型化され、当社従来品に比べ体積 40 % となる。

Reduction in size achieved for VCB

2.3 断路器/接地装置 (DS/ES)

DS/ES は主回路と操作機構部の一体カセット構成で、DS は回転ブレード方式とし、ES は直接ロッド駆動方式を採用することで高さ寸法を短くする。DS と ES は一体形で、DS の前後に ES を設けることができる。主回路断路器部には低誘電率エポキシ絶縁シールドによる複合絶縁を採用することで、高電圧側の電界強度を低減、均一化する。さらに、操作機構部にはスライダクランク機構を採用し、各リンクを合理的に配置することで操作力を最適化する。

以上のように、DS/ES は当社従来品に対し体積を 35 % まで小型化できる。図 3 に DS/ES の小型化の変遷を示す。

2.4 避雷器 (SA)

SA は、エポキシ樹脂絶縁筒内に酸化亜鉛素子を収納した構成となっている。酸化亜鉛素子の材料組成の改良により、

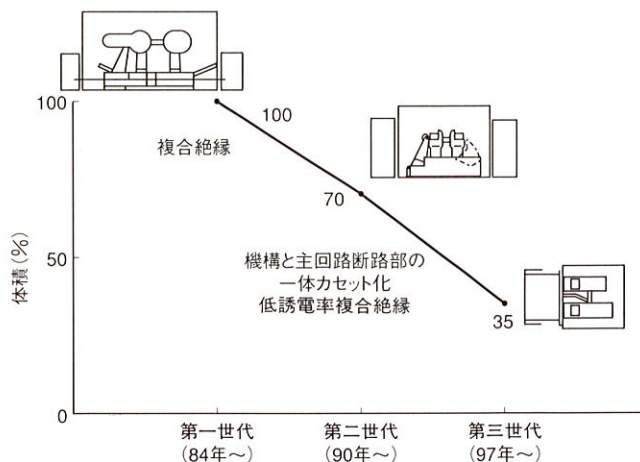


図 3. DS/ES の小型化 DS/ES は複合絶縁技術と解析技術の進歩により小型化され、当社従来品に比べ体積で 35 % となる。

Reduction in size achieved for DS/ES

素子 1 枚当たりの抵抗を高くした高抵抗素子を採用することで、当社従来品に対し専有体積、質量ともに 30 % まで小型・軽量化できる。さらに、制限電圧を現行規格値より 15 % 低減し高性能化を図る。

図 4 に SA の小型化の変遷を示す。

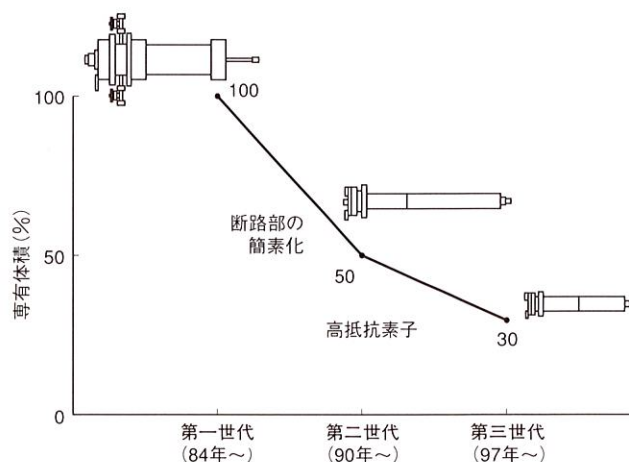


図 4. SA の小型化 SA は酸化亜鉛素子の材料組成の改良により小型化され、当社従来品に比べ体積で 30 % となる。

Reduction in size achieved for SA

3 新型 66/77 kV C-GIS

以上のように、収納機器の高さ寸法を縮小化し、カセット式とすることで C-GIS 正面より高さ方向に VCB, DS/ES, SA などの段積み構成が可能になる。これにより C-GIS の構成が簡略化され、メンテナンスも容易になる。

新型 C-GIS は、当社従来品に対し体積を 40 %、質量を

60%と大幅に省スペース化と軽量化を実現できる。また、従来と同様に外部固体絶縁母線の採用により工場組立ての状態で一体輸送ができ、現地でのガス処理が不要となり工

期の短縮が可能である。

表1に新型C-GISの定格を、図5にC-GISの小型化の変遷を示す。

表1. 新型C-GISの定格
Ratings of new C-GIS

項目		定格仕様	
公称電圧 (kV)		66	77
定格電圧 (kV)		72	84
定格耐電圧	雷インパルス (kV)	350	400
	商用周波 (kV)	140	160
定格電流 (A)		800/1,250	
定格短時間耐電流 (kA)		25/31.5	
定格ガス圧力 (MPa ゲージ)		0.05	

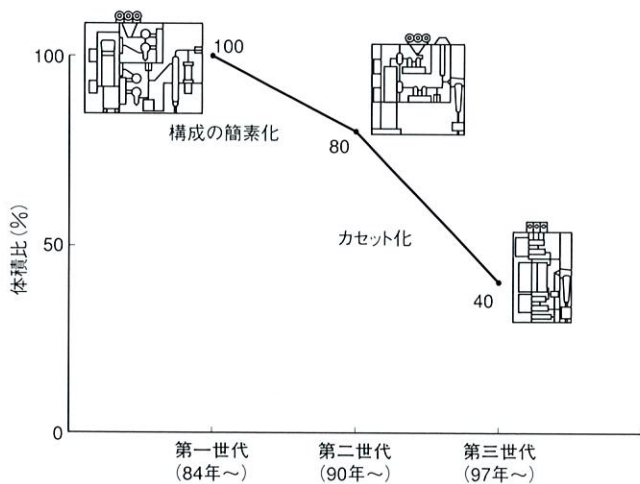


図5. C-GISの小型化 C-GISは収納機器の縮小化と複合絶縁技術により小型化され、当社従来品に比べ体積で40%となる。

Reduction in size achieved for C-GIS

4 あとがき

新型66/77kV C-GISの技術と製品概要を紹介した。わが国と同様に土地の有効利用を必要としている国々では、今後ますます省スペース化、省メンテナンス化が要求されるものと思われる。

当社ではさらに新しい概念の真空アーク制御方式である“自発拡散原理”の技術を駆使して、ますますの真空バルブの小型化を図っていく予定である。

これからも小型・軽量、安全で地球に優しいVCBやC-GISが、21世紀の受配電システムを支えるキー技術として社会に大きく貢献するものと確信している。



宮崎 靖浩 Yasuhiro Miyazaki

電機システム事業部産業電力システム技術部主務。
産業用受変電システムのエンジニアリング業務に従事。電気学会会員。
Industrial Automation Systems Div.



本間 三孝 Mitsutaka Honma

府中工場スイッチギヤ部主査。
真空遮断器の開発設計に従事。電気学会会員。
Fuchu Works



宮川 勝 Masaru Miyagawa

府中工場スイッチギヤ部主務。
スイッチギヤの開発設計に従事。電気学会会員。
Fuchu Works