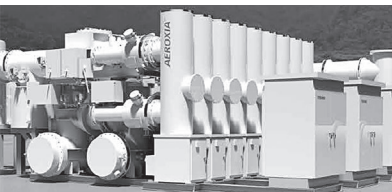
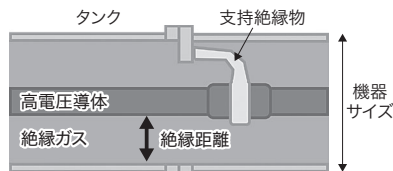


自然由来ガスCO₂/O₂でガス絶縁開閉装置を実現する高電圧絶縁技術

High-Voltage Insulation Technologies for Gas-Insulated Switchgear (GIS) Using Natural-Origin Carbon Dioxide (CO₂)-Oxygen (O₂) Gas Mixtures



(a) GIS



(b) GIS内部構成の概要

絶縁ガス	SF ₆	CO ₂	CO ₂ /O ₂	CO ₂ /O ₂
ガス圧力	0.45 MPa	0.9 MPa	0.9 MPa	0.9 MPa
適用技術	—	自然由来ガス化 ガスの高圧力化	O ₂ 30 %添加	導体コーティング
ポイント	—	・絶縁性能に優れた CO ₂ を選定 ・制約上限の高圧力	・混合ガスのシナジー 効果による絶縁性能 向上 ・O ₂ 濃度最適化	・独自のコーティング 材料を開発 ・理論ポテンシャルまで 絶縁性能向上
機器サイズ (SF ₆ に 対する比)	100 %	160 %	125 %	110 %
構成				

(c) GISのコンパクト化

CO₂ベースの自然由来ガスを用いたGISのコンパクト化

Size reduction of GIS using natural-origin CO₂-based insulating gases

ガス絶縁開閉装置 (GIS) には、優れた電気的特性を持つ SF₆ (六フッ化硫黄) ガスが広く適用されてきた。しかし、SF₆ は CO₂ (二酸化炭素) の約 24,000 倍という極めて高い温室効果を持つことから、使用規制が始まった国・地域があり、今後段階的に拡大される見込みである。このような状況を踏まえ、SF₆ ガスを使わない GIS の開発が急務となっている。東芝は、自然由来ガスの適用により温室効果ガスを低減できる GIS を製品化し、AEROXIA™ (エアロクシア) ブランドとしてラインアップ拡充を進めている。

一方で、CO₂ をはじめとする自然由来ガスの絶縁性能は SF₆ の約 1/3 にとどまるため、絶縁距離の増大に伴う機器の大型化とコスト増加が避けられなかった。これを解決するために、高電圧絶縁技術の高度化による性能向上の研究に取り組み、GIS のコンパクト化を図った。

まず、自然由来ガスの中でも絶縁性能に優れた CO₂ ガスを選定した。ガスの絶縁性能は、圧力が高くなるほど向上するため、機器内の CO₂ ガスを法規制や製造制約の上限まで高圧力化した。

また、CO₂ に O₂ (酸素) を添加すると、絶縁性能が向上する混合ガスのシナジー効果が発現することを、数値シミュレーション及び基礎実験により見いだして適用した。O₂ の混合比

はシナジー効果とその他の要因を考慮し、最適となる 30 % にした。

更に、高温 120 °C かつ高圧の O₂ 雰囲気下で利用可能な熱酸化劣化耐性を持つ独自のエポキシ系コーティング材料を新たに開発し、高電圧導体の表面に塗布した。コーティングにより絶縁破壊のトリガーとなる金属導体からの電子放出を抑制し、かつ導体表面の平滑化により電界集中を低減した。その結果、絶縁性能をガスの理論ポテンシャルまで引き上げ、機器サイズを SF₆ ガス使用の場合の 110 % に抑えることに成功した。

ほかに、機器内に発生する高電界部の電界を低減させるため、形状最適化シミュレーションと 3D (3 次元) 設計を融合した電界最適化手法を確立した。

これらの研究成果を、現在開発中の自然由来ガスを用いた 300 kV の GIS へ適用し、合理的なサイズでの実用化を可能とした。今後も高電圧絶縁技術の研究を推進し、カーボンニュートラルに貢献できる AEROXIA™ の開発を進めていく。

安岡 孝倫 YASUOKA Takanori

総合研究所 エネルギーシステム R&D センター 送変電システム開発部