

一般論文

環境対応形スイッチギヤの開発

Development of Eco-friendly Switch Gear

東村 伸* 近藤 誠*
S. Higashimura M. Kondo
磯谷 智生* 中谷 英之*
T. Isotani H. Nakatani

概要

様々な分野において、安定した電力供給、耐環境性、安全性、保守省力化などが求められており、従来から、信頼性の高い機器としてSF₆絶縁スイッチギヤや固体絶縁スイッチギヤが知られている。

いずれの製品も一般気中スイッチギヤと比較して充電部の露出がないので、周囲環境の影響（塵埃、結露等）を受け難く点検周期が長い等、信頼性の高い優れた機器であるが、汎用性に乏しく、SF₆ガスを使用することもある、長期的な保守面からみると、取り扱いの難しい製品である。

そこで、SF₆ガス絶縁スイッチギヤや固体絶縁スイッチギヤと同等の性能を維持したままで、環境負荷の高いSF₆ガスを使用しない環境対応形スイッチギヤを開発したので紹介する。

Synopsis

SF₆ gas or solid insulated switch gears have been used to achieve stable power supply, environmental suitability, safety, and labor saving maintenance. But they are usually not universal and difficult to handle because they contain SF₆ gas inside. So we decided to develop an eco-friendly switch gear with no SF₆ gas at all.

1. はじめに

SF₆ガス絶縁スイッチギヤ（図1）や固体絶縁スイッチギヤ（図2）は信頼性が高い優れた機器であるが、汎用性に乏しく、SF₆ガスを使用することもある、長期的な保守面からみると、取り扱いの難しい製品といえる。

そこで、これらと同等の性能を有したままで、温室効果の高いSF₆ガスを使用しない環境対応形スイッチギヤを開発したので紹介する。



図1 SF₆ガス絶縁
スイッチギヤ



図2 固体絶縁
スイッチギヤ

*電力・環境システム事業本部

2. 製品特長と外観

2.1 特長

- ①耐環境性の改善による信頼性向上
 - ・ユニット化することで汚損・結露による事故の防止を図った。
 - ・ユニット化により主回路部への小動物侵入の防止を図った。
- ②保守省力化（点検周期の延伸）
 - ・耐環境性能の向上により保守省力化を図った。
 - ・汎用機器の採用により保守性を向上し、機器更新時の取替を容易にした。
 - ・ワイドレンジCTの採用により負荷変更時のCT交換を不要とした。
 - ・脱SF₆ガスによりガス回収作業を不要とした。（SF₆ガス絶縁スイッチギヤとの比較）
- ③安全性の向上
 - ・密閉により充電部が露出しない構造とした。

2. 2 外観

スイッチギヤは、密閉ユニットと防塵ユニットから構成されている(図3)。



図3 環境対応形スイッチギヤ

3. 主な考慮点

3. 1 汎用高圧主回路機器の採用

遮断器等の高圧主回路機器は、固定形の専用機器とせず、保守性を考慮して、汎用性の高い安価な引出機器を採用した。

3. 2 ユニット区分

①防塵ユニット

点検・取替等の保守性を考慮して、汎用性の高い真空遮断器等の高圧主回路機器を、防塵ユニットに収納した。

ユニット構造は、引き出して保守ができるように点検窓付扉を設け、充電部が露出しない構造とした(図4)。

②密閉ユニット

引出機器以外の母線等を密閉ユニットに収納した。密閉構造を採用することにより塵埃侵入を防止し、且つ、ドライエアを封入することで低湿度化を図り、内部の吸湿状況が目視確認できる点検

窓を設けた(図5)。

また、ケーブル接続部にはT形コネクタを採用し、充電部が露出しない構造とした。

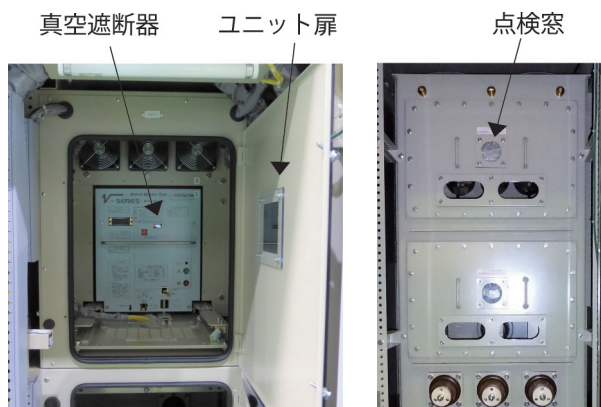


図4 防塵ユニット

図5 密閉ユニット

3. 3 ドライエアの封入目的

密閉ユニット内に封入したドライエア(乾燥空気、露点: -60°C 以下)は絶縁媒体としてではなく、収納機器の周辺環境を良好に維持すること(汚損や結露の防止)を目的としたものであり、充填圧力は大気圧レベルとした。

3. 4 スwitchギヤ内許容水分量の検討

ユニット内最低使用温度(-5°C)時の飽和水分量は、約 $3.4\text{g}/\text{m}^3$ となることから、裕度を考えて、スイッチギヤ内の許容水分量を $2.6\text{g}/\text{m}^3$ 以下とした。本水分量は、 20°C 時の相対湿度に換算すると15%に相当し、本湿度を管理値とした(図6)。

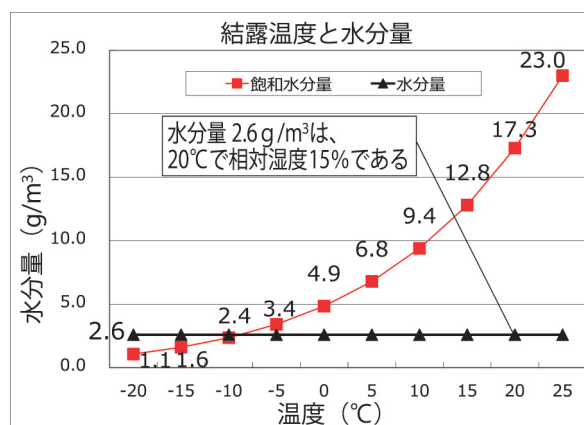


図6 結露温度と水分量

3.5 ドライエアの封入方法

ドライエアの初期封入は、SF₆ガスの場合と同様に真空排気して内部空気を完全に取除いた後に行うが、現地にて点検蓋を開放した場合には、真空排気は行わず、以下に示す方法で設定湿度（15%以下 at20℃）になるまでドライエアで置換する方式をとる。

※ドライエア置換方法

密閉ユニット下部の入力弁からドライエアを送り込んで内部の湿った空気との置換を行い、一定時間経過後にユニット上部の出力弁を閉じて大気圧レベルまで封入した後、最後に入力弁を閉じる（図7）。



図7 置換方法

3.6 内部機器からの放湿対策

ドライエアでの置換により、密閉ユニット内が設定湿度に達しても、内部収納機器からの放湿で再度湿度が上昇するため、シリカゲルを同梱して除湿している（図8）。

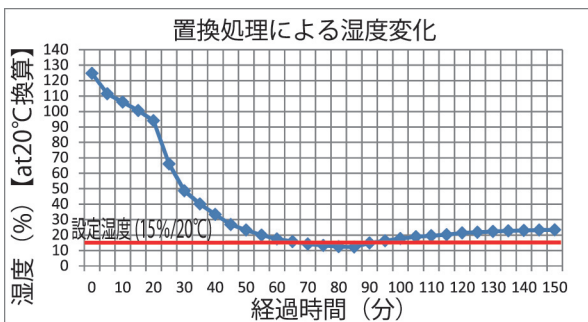


図8 置換処理による湿度変化

3.7 密閉ユニットの耐圧

密閉ユニット内の圧力は、最高使用温度（約90℃）になると、最大、約36kPa・G（kPa・G：大気圧を0（ゼロ）としたゲージ圧）となることから、ユニットの耐圧強度は40kPa・G以上とした。

3.8 密閉ユニットの薄板化

強度解析技術を駆使し、重量低減の為、密閉ユニットの薄板化を図った（図9）。

- ①鋼板をSF₆ガス絶縁スイッチギヤと比べて薄くした（板厚t6~8、点検蓋部はt20とした）。
- ②高使用圧力に耐える為、補強材の最適な数量、形状、位置を導きだして必要最小限の補強を行った。

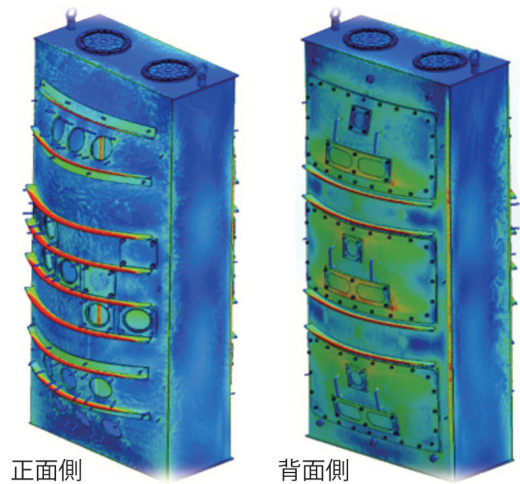


図9 密閉ユニットの強度解析結果

3.9 放圧対策

万一、密閉ユニット内部の事故等で内圧が急激に上昇した場合を想定して、ユニットの破裂を防止する為、最高使用圧力と本体の強度を考慮して、100kPa・G程度で動作する放圧装置（図10）をユニット上部に設けた。

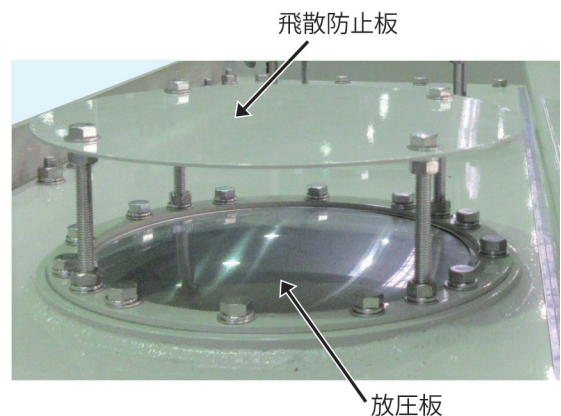


図10 放圧装置

3. 10 温度上昇抑制

機器、接触部、接続部等から発する高温の空気を防塵ユニット内に設けたファン（図11）で循環させ、ユニット正面・側面部（熱伝導率の良いアルミ材を一部使用）で放熱することで、ユニット内部の温度上昇を抑制した。



図11 循環ファン

4. あとがき

この環境対応形スイッチギヤは、耐環境性に優れ、かつ地球環境に優しい製品である。

また、一般気中スイッチギヤと比べて、定期点検の頻度を減らすことが可能であり、ランニングコストやライフサイクルコストを削減することができる。今後、製品定格を拡大していく予定である。

執筆者紹介



東村 伸 Shin Higashimura
電力・環境システム事業本部
システム装置事業部 開発部



近藤 誠 Makoto Kondo
電力・環境システム事業本部
システム装置事業部 開発部
グループ長



磯谷 智生 Tomoo Isotani
電力・環境システム事業本部
システム装置事業部 開発部
主任



中谷 英之 Hideyuki Nakatani
電力・環境システム事業本部
システム装置事業部 開発部長