

ガス絶縁開閉装置の 環境負荷低減への技術動向

ガス絶縁開閉装置の環境負荷低減への技術動向 調査専門委員会編

(発行日 2023年12月15日)

目 次

1. まえがき	03	4. SF ₆ ガスの規制に関する動向と国際的な 代替技術の議論状況	24
2. 環境負荷低減への現在の取り組み	03	4.1 地球温暖化防止に向けた国際動向	24
2.1 ガス絶縁開閉装置が環境に与える影響	03	4.1.1 欧州における環境規制の動向	24
2.1.1 環境調和	03	4.1.2 米国における環境規制の動向	25
2.1.2 環境対策	04	4.1.3 その他諸外国における環境規制の動向	26
2.1.3 安全性	04	4.1.4 国内における環境規制の動向	26
2.2 使用材料削減とリサイクルの取り組み	04	4.1.5 各国における環境規制の動向総括	28
2.2.1 GISの使用材料削減	04	4.2 SF ₆ 代替技術に関する国際的な研究調査および 規格化動向	28
2.2.2 GISのリサイクルの取り組み	05	4.2.1 国際的な会議体の連携	28
2.3 SF ₆ ガス使用量・排出削減の取り組み	07	4.2.2 CIGREでの技術調査動向	28
2.3.1 国内におけるSF ₆ ガス導入量	07	4.2.3 IEC/IEEEでの規格・標準化への取り組み	32
2.3.2 国内におけるSF ₆ ガス排出削減に向けた 取り組み	08	4.2.4 国内における議論状況	32
3. GISの機器小形化の変遷と適用技術	09	4.2.5 国内における今後の取り組み	33
3.1 GISの変遷	09	5. SF ₆ 代替ガス技術開発の状況と各国の活動状況	35
3.1.1 GISの構造変遷	09	5.1 SF ₆ 代替ガスの基礎特性	35
3.1.2 GIS構成機器の変遷	09	5.1.1 絶縁性能	35
3.2 機器小形化技術	11	5.1.2 遮断性能	38
3.2.1 ガス絶縁技術	11	5.1.3 材料反応性	40
3.2.2 電流遮断技術	14	5.1.4 分解生成物(気体、固体)の種類と毒性	41
3.2.3 複合絶縁技術	16	5.2 SF ₆ 代替ガスを用いた開閉装置の市場環境 および開発動向	43
3.3 SF ₆ ガス排出抑制技術	20	5.2.1 海外・国内の市場環境	43
3.3.1 SF ₆ ガスシール技術	20	5.2.2 ガス遮断器の開発動向	44
3.3.2 SF ₆ ガススローリーク検出技術	22	5.2.3 GISおよびDSの開発動向	50
		5.2.4 SF ₆ 代替ガスを適用する場合の留意点	58
		6. まとめ	61

ガス絶縁開閉装置の環境負荷低減への技術動向 調査専門委員会委員

委員長	望月 哲夫 (三菱電機)	委員	三重堀 徹 (日立製作所)
幹事	川東 真人 (三菱電機)		大野 洋平 (三菱電機)
幹事補佐	藤岡 将広 (三菱電機)	途中退任	塚尾 康宏 (三菱電機)
委員	日高 邦彦 (東京電機大学)		新開 裕行 (電力中央研究所)
	小島 寛樹 (名古屋大学)		青野 紀彦 (中部電力パワーグリッド)
	大塚 信也 (九州工業大学)		北田 裕樹 (関西電力送配電)
	神足 将司 (電力中央研究所)		濱邊 真輝 (関西電力送配電)
	中村 圭佑 (東京電力パワーグリッド)		藤山 はるか (関西電力送配電)
	矢田部 優樹 (中部電力パワーグリッド)		永渕 尚志 (九州電力送配電)
	川野 慎也 (関西電力送配電)		大渕 禎夫 (東光高岳)
	東石 和久 (九州電力送配電)		片山 大輔 (東光高岳)
	木村 結花子 (東光高岳)		新井 淳 (日立製作所)
	相馬 功 (日新電機)	主な参加者	芝田 和浩 (関西電力送配電)
	高野 翔 (富士電機)		清水 亮太 (関西電力送配電)
	白井 英明 (東芝エネルギーシステムズ)		
	杉山 裕紀 (東芝エネルギーシステムズ)		

1. まえがき ⁽¹⁾ (2)

1970年代に入り本格導入されたガス絶縁開閉装置 (GIS) は約 50 年が経過し、この間、高電圧・大容量化に始まり、高信頼度化や小形・縮小化、経済性の向上を重ねてきた。550kV GIS では、大容量の一点切遮断器 (GCB) の適用、72/84kV GIS では急速な小形化が進み、据付面積の縮小化など変電所建設の経済性向上に大きく貢献している。一方、地球温暖化対策など、対環境性への重要度が増し、SF₆ガスの取扱いの議論や、SF₆ガスに替わる絶縁・消弧媒体としてのSF₆代替ガスに関する研究が国内外で行われていることも注目すべき動向である。

この対環境性への取り組みとして、地球温暖化係数 (GWP : Global warming potential) の高いSF₆ (GWP=23,900 (国連気候変動に関する政府間パネル第 6 次報告書においては 25,200 と記載がある)) は、国内では自主行動指針による排出削減の努力が継続されている。海外では欧州 F-gas 規制である Regulation (EU) No 517/2014 の改正案が 2022 年 4 月に提示され、2026 年 (24kV 以下) から 2031 年 (145kV 超) までに SF₆ガスが段階的に廃止となる見込みである。今後、欧州内で審議継続のうえ 2023 年中に最終案となる。また米国カリフォルニアでの CARB (California Air Resource Board) でも F ガス規制が 2022 年 1 月に決定された。高電圧 (HV) クラスでは、2025 年 (145kV 以下) から 2033 年 (245kV 超) までに SF₆ガスが段階的に廃止となる。

以上の背景から、GIS に適用されている環境負荷低減技術、社会情勢に対応した技術、規格改正の動向などを体系的に整理する目的で本調査専門委員会を発足し活動した。

電気学会調査専門委員会における対環境性関連の調査研究としては、2001 年発行の「第 841 号 SF₆の地球環境負荷と SF₆混合・代替ガス絶縁」、第 852 号「ガス絶縁開閉装置の環境適応性と安全性」、2004 年発行の「第 985 号 GIS に適用される材料技術」、2010 年発行の「第 1189 号 変電所システムにおけるガス絶縁開閉装置 (GIS) の技術動向」があり、また、電協研から 1998 年に発行された「第 54 巻第 3 号 電力用 SF₆ガス取扱基準」も挙げられる。一方、海外での動きとして、CIGRE では代替ガス関係の技術報告書 (TB) が続々と発行されている。WG D1.51 より TB 730, B3.45 より TB 802, “Application of non-SF₆ gases or gas-mixtures in medium and high voltage gas-insulated switchgear”, A3.41 より TB 871, “Current interruption in SF₆-free switchgear”, D1.67 より TB 849 などである。一方、IEC の TC 17 では代替ガスも含めたガスの取扱い基準 (IEC 62271-4) が改定され ED 2 として 2022 年 7 月に発行された。

このような背景から、これからのガス絶縁機器に要求される対環境性への取り組み、SF₆代替ガス技術などの動向について技術文献を中心に体系的に調査し、国内外の GIS の将来像を展望するため、電気学会にガス絶縁開閉装置の環境負荷低減への技術動向調査専門委員会が設置された。こ

の委員会は 2020 年 10 月に発足後、内外の文献を調査し国内外の規制の動向や取り組み、SF₆代替ガスを用いた機器の動向などの情報を調査した。約 3 年間をかけた設立主旨に基づき技術動向を体系的に調査・整理し、ここに技術報告をまとめるに至った。

引用・参考文献

- (1) Contribution of Working Group I to the Second Assessment Report of Intergovernmental Panel on Climate Change: “Climate Change 1995: The Science of Climate Change”, (1996)
- (2) Working Group I contribution to the IPCC Sixth Assessment Report (AR6-WG1): “Climate Change 2021: The Physical Science Basis” (2021)

2. 環境負荷低減への現在の取り組み

2.1 ガス絶縁開閉装置が環境に与える影響 ⁽¹⁾ (2)

GIS と環境との関わりに関しては、これまでも検討がなされてきており、電気学会技術報告第 852 号にもまとめられている。ここでは概略を紹介する。

2.1.1 環境調和

(1) 規制 変電所建設に際しては、環境保全関連法令および各自治体における独自の規制を確認し、電力供給設備に求められるニーズを満足させなければならない。2005 年 6 月より施行された景観法に基づき、計画区域に変電所を建設する場合には条例に則って対応することが必要になった。

(2) 景観 変電所における美観の改善には、設備の周囲環境との調和や隠蔽化という従来の手法と、より調和を高めるための積極的で創造的な方法に大別される。変電所への GIS の採用は、機器の複合化や縮小化により設備の隠蔽にも大きく寄与するため、今後もこの傾向が強まるものと考えられる。また、GIS の色彩により周辺との調和を工夫する場合もある。

(3) 振動騒音 GIS から発生する振動・騒音としては、

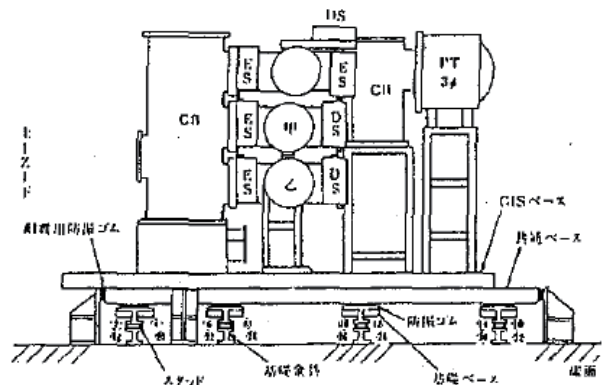


図 2.1 GIS 防振ゴム取付け事例 ⁽¹⁾

Fig. 2.1. Example of installing anti-vibration rubber ⁽¹⁾