

特 集 論 文

関連するSDGs



環境配慮製品の適用状況
—首都高速道路株式会社向け
環境配慮型変電塔—

Application Status of Eco-friendly Products:
Environmentally Friendly Substations of Metropolitan
Expressway Co., Ltd.

鎌田 宗信
Kamada Munenobu

佐藤 真寿美
Sato Masumi

概要

これまでに市場投入した環境配慮製品のうち、当社は2016年より首都高速道路株式会社へ環境配慮型配電盤を搭載した変電塔の納入を開始した。本稿では、今後も既設老朽化に伴う更新のために継続的な適用が見込まれる本製品の現在の適用状況や今後の動向について紹介する。

Synopsis

Among the eco-friendly products that have been introduced to the market so far, this paper considers the eco-friendly switchgears for the environmentally friendly substations of Metropolitan Expressway Co., Ltd. The delivery of these switchgears began in 2016 and will continue until all the existing aging units have been replaced. We will introduce the application status and future trends at these environmentally friendly substations, where the switchgears are being applied.

1. まえがき

変電塔の構成盤である受電盤（図1）は、受電装置と呼ばれる密閉容器に高圧機器類を収納し、従来は電気絶縁媒体として六フッ化硫黄（SF₆）ガスを充填することで耐環境性と信頼性の両面で高品質を提供してきた。

本稿では、環境負荷低減のために2016年より当社が納入を開始した、SF₆ガスを使用しない環境配慮型変電塔の現在の適用状況や今後の動向について紹介する。



図1 変電塔正面外観（枠内が受電盤）

2. 環境負荷低減に関する製品特長

2.1 ドライエアの採用

受電装置内の充填ガスに、SF₆ガスの代替としてドライエア（窒素：酸素の体積比を4：1とする混合ガス、露点-60℃以下）を採用した。

- ①ドライエアは絶縁媒体としてではなく、収納機器に対する好環境（汚損・結露防止）を維持するために使用した。
- ②充填の際は、最低使用温度時（-5℃）に外気圧より負圧にならないように加圧（約10kPa・G/20℃）した。

2.2 ドライエア置換方法の簡素化

SF₆ガスを受電装置内に充填するには、真空引きして内部空気を完全に取り除く必要があった。今回採用したドライエアは、以下に示す簡素化した置換

方法（特許取得済（特許第6710922号））を用いることで管理湿度（15%/20℃以下）を満たして充填できることが実証され、真空引き作業が不要となった。これにより、作業者の負担と作業時に発生するエネルギーの両方を削減することができた。

- ①受電装置下部の出力弁から、約3.5m³のドライエアを出力弁が開いた状態で約90分かけて注入し、内部空気と置き換える。
- ②受電装置上部の出力弁を閉じ、設定圧力（約10kPa・G/20℃）まで加圧し、入力弁を閉じる（図2）。

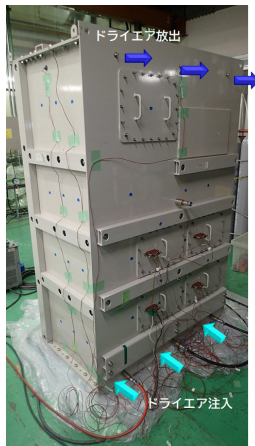


図2 置換方法

2.3 受電装置の薄板化

強度解析技術を用いて、受電装置（図3）を以下のように薄板化し、重量低減を達成した。

- ①鋼板を従来型と比べ薄く（板厚t8⇒t6）した。
- ②最高使用圧力（40kPa・G）に耐えるため、補強設計段階で強度解析（図4）を行い有効な補強材数量と位置を導きだし、必要最小限の補強材を取付けた。

このように材料の削減と軽量化を達成した結果、さらに、溶接などの加工に必要なエネルギーの削減にもつながった。

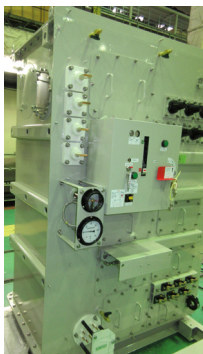


図3 受電装置外観

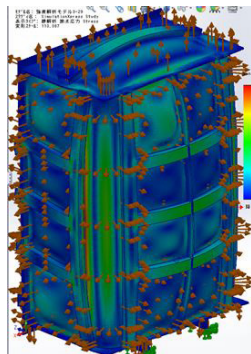


図4 強度解析結果

2.4 組立の効率化

収納機器の設置と配線作業を容易にし、組立を効率化するため、内部フレーム（図5）を設けて内部機器取付作業を完成させてから容器の胴を被せる構造（特許取得済（特許第6772474号））を採用した。この組み立ての効率化も、組立工数と使用エネルギーの抑制につながった。



図5 内部フレームに取り付けた内部機器

2.5 既納品更新への対応

受電装置収納機器を最適配置することで、従来型と同じ大きさの受電盤に収納できるようにした（図6）。したがって、変電塔を、従来型と同じ設置スペースで環境配慮型へと更新することが可能であり、新たな負担を発生させることなく現地施工が実施できる。



	従来型	環境配慮型
外観		
寸法	受電装置 W1,170×H1,680×D730	受電装置 W1,190×H1,800×D740
	受電盤 W1,600×H1,800×D1,050	

図6 受電盤正面外観および寸法（枠内が受電装置）

3. 現在までの適用状況と今後の計画

3. 1 初号機導入から現在までの適用状況

2016年に初号機を導入して以来、環境配慮型変電塔は首都高速道路株式会社の標準仕様として採用され、その適用は順次拡大している（表1）。

表1 環境配慮型変電塔の適用実績

納入	路線	適用数	備考
2016年度	横羽/狩場線	3カ所	
2020年度	横羽線	2カ所	
2025年度	湾岸線他	2カ所	納入予定

首都高速道路の変電塔には、1990年頃までは常用-予備配電方式の気中形が採用されていたが、それ以降は2回線スポットネットワーク配電方式が採用され、電源品質や信頼性向上が図られた。当社が耐環境性向上のためにSF₆ガス変電塔を開発したのもこの時期である。2016年頃からは環境負荷低減のために脱SF₆を目指し、ドライエア変電塔を開発した。

現在、首都高速道路に設置されている常用-予備型の変電塔のスポットネットワーク化が進められており、その後SF₆ガス変電塔も順次更新していくことになる。

また、変電塔の設置環境を把握するため、各種センサを標準搭載して環境の見える化を実現している。それらのデータを活用し、機器やケーブル劣化状態の推定という新しい取組みも進めている。さらに、環境配慮の観点から、通信機器やバッテリーなどを搭載する弱電盤にはノンフロン仕様のクーラーを採用し、順次修繕更新の提案を進めている。

3. 2 今後の適用計画

変電塔設備は、首都高速路線上に約250カ所ある。これまでは環境負荷低減をコンセプトに製品開発を進めてきたが、近年は人材不足という喫緊の課題もあり、センサを活用した遠隔監視によるスマート保安も考慮した更新計画が重要となっている。この課

題については、首都高速道路(株)と連携して進めていく予定である。

3. 3 適用による環境負荷効果

環境配慮型変電塔を適用すると、従来のSF₆ガス変電塔と比較して下記のような環境負荷低減効果が期待できる。

①SF₆ガス削減量

SF₆ガス変電塔をドライエアタイプへ置き換えることにより、変電塔1カ所当たり約2.6LのSF₆ガスが削減される。これを、CO₂量に換算すると約62,000tの削減となり、今後対象となる75変電塔が順次更新されると、全体で約465万tのCO₂削減が見込まれる。

②現地施工

従来のSF₆ガス変電塔と同様に、コンパクトで一括搬入が可能な盤構造であるため、従来どおりの現地施工を行うことができる。現地において据付の際のSF₆ガスの放り出しリスクがないこともメリットとなる。

③複合環境センサによる点検効果

2014年に販売を開始した「複合環境センサ」を変電塔に採用し、盤内の塵埃量や湿度変化などのデータを収集することで、最適な設備の運用につなげている。また現在進めているAIを活用した予兆診断により、持続可能な開発目標（SDGs）達成への貢献も期待される。

4. あとがき

本製品は、環境配慮製品の先駆けとして首都高速道路(株)の標準仕様として採用され、交通インフラでの環境負荷低減に貢献している。市場ではSDGsの達成が重視されており、当社は、さらなる新技術や機能の付加、および次世代品の投入により市場ニーズに応える所存である。

執筆者紹介



鎌田 宗信 Kamada Munenobu
電力・環境システム事業本部
システム装置事業部
構造設計部長



佐藤 真寿美 Sato Masumi
電力・環境システム事業本部
システム装置事業部 技術部
主幹