

一般論文

首都高速道路株式会社殿向け 環境配慮型変電塔の開発

Development of Environment consideration unit
substation for Metropolitan Expressway Co.,Ltd.

福 富 敏* 近 藤 誠*
S. Fukutomi M. Kondo
東 村 伸*
S. Higashimura

概要

首都高速道路用変電塔（道路照明、案内標識、視線誘導灯等の変電設備）は、路側帯や高架下に設置されることが多いため、通行車両の排ガスや海岸埋立地沿岸道路で潮風にさらされるなど設置環境が厳しい。その環境下で変電塔が故障し電源供給ができなくなると通行車両の安全に影響を及ぼす恐れがある。このため従来型は、設置環境の影響を考慮してSF₆ガスを充填した密閉容器（高圧機器収納）を内蔵した変電塔を納めてきた。昨今、地球環境に対する意識の高まりを考え、従来の耐環境性を維持しつつ、温室効果の高いSF₆ガスを使用しない環境配慮型変電塔を開発したので紹介する。

Synopsis

We have developed unit substation which doesn't have a bad influence on the environment by not using SF₆ gas for Metropolitan Expressway Co.,Ltd.

1. まえがき

変電塔を構成している盤の内、受電盤（図1参照）は、高圧機器類への塵埃の付着や結露防止のため、高圧機器類を密閉容器（以下、受電装置という）に収納している。（図2参照）

従来型は、その受電装置に電気的絶縁媒体としてSF₆ガスを充填した耐環境性と信頼性の高い製品である。

本稿では、昨今、地球環境に対する意識の高まりを考え、従来の耐環境性を維持しつつ、温室効果の高いSF₆ガスを使用しない環境配慮型変電塔を開発したので紹介する。（特許出願中）



図1 変電塔正面（枠内が受電盤）

2. 主な考慮点

2. 1 ドライエアの採用

受電装置内の充填ガスをSF₆ガスの代替えにドライエア（窒素：4・酸素：1の混合ガス、露点：-60℃以下）を採用した。

	従来型	環境配慮型
外観		
寸法	受電装置 W1170×H1680×D730	受電装置 W1190×H1800×D740
	受電盤 W1600×H1800×D1050	

図2 受電盤正面（枠内が受電装置）

*電力機器事業本部

- ①ドライエアは絶縁媒体として使用するのではなく、収納機器に対する好環境維持（汚損・結露防止）を目的とした。
- ②充填圧力は、最低使用温度時（ -5°C ）に外気圧より負圧にならないように加圧（約 $10\text{kPa}\cdot\text{G}/20^{\circ}\text{C}$ ）した。

2. 2 気中（ドライエア）絶縁機器選択

受電装置内の気中に対応した機器の選択を行った。

- ①受電装置内収納に最適な形状のモールド変圧器（汎用品）を採用した。（図3参照）
- ②気中で変圧器の励磁電流遮断可能な断路器（今回開発品）を採用した。（図4参照）



図3 モールド変圧器

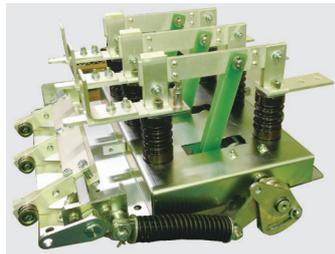


図4 断路器

2. 3 受電装置内許容水分量の検討

受電装置内最低使用温度（ -5°C ）時の飽和水分量は、 $3.4\text{g}/\text{m}^3$ 以上となることから、裕度を考え水分量を $2.6\text{g}/\text{m}^3$ 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5参照）

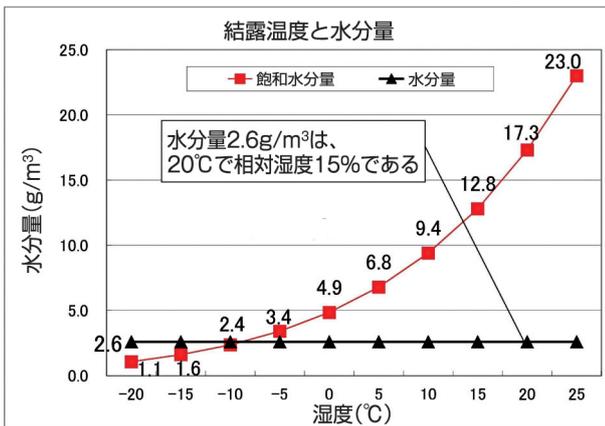


図5 結露温度と水分量

2. 4 ドライエア置換方法の簡素化

SF_6 ガス使用時は、真空引きして内部空気を完全に除去し SF_6 ガスを充填する必要があったが、今回採用したドライエアは、以下に示す置換方法で管理湿度（ $15\%/20^{\circ}\text{C}$ 以下）に下げられることが実証でき、真空

引き作業が不要となり簡素化が図れた。

※簡素化した置換方法

- ①受電装置下部にある入力弁から約 3.5m^3 のドライエアを約90分かけて注入し内部空気と置き換える。
- ②90分経過後に受電装置上部にある出力弁を閉じ、設定圧力（約 $10\text{kPa}\cdot\text{G}/20^{\circ}\text{C}$ ）まで加圧し、入力弁を閉じる。（図6参照）



図6 置換方法

2. 5 内部機器放湿対策

ドライエアの置換作業により、受電装置内の湿度が設定湿度（ $15\%/20^{\circ}\text{C}$ 以下）に達した後、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放湿対策とした。（図7参照）

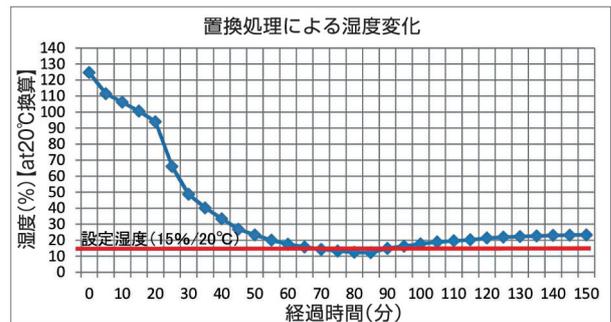


図7 置換処理による湿度変化

2. 6 受電装置内圧力強度の検討

受電装置は簡易密閉容器のため、最低使用温度（ -5°C ）時に負圧となって外気を吸い込まないように外気より高く（約 $10\text{kPa}\cdot\text{G}/20^{\circ}\text{C}$ ）圧力調整しており、その圧力下で最高使用温度（約 90°C ）になると、最大 $36.3\text{kPa}\cdot\text{G}$ の圧力となることから、受電装置の圧力強度は、安全率10%を考慮し強度 $40\text{kPa}\cdot\text{G}$ 以上とした。（図8参照）

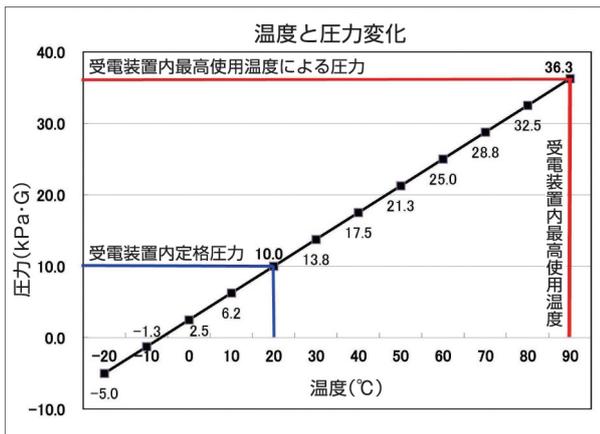


図8 温度と圧力変化

2.7 受電装置薄板化

強度解析技術により、受電装置（図9参照）の薄板化による重量低減を行った。

- ①鋼板を従来型と比べ薄く（板厚 $t8 \Rightarrow t6$ ）した。
- ②最高使用圧力（ $40\text{kPa} \cdot \text{G}$ ）に耐えるため、補強設計において強度解析（図10参照）を行い有効な補強材数量と位置を導きだして必要最小限の補強材を取付けた。



図9 受電装置

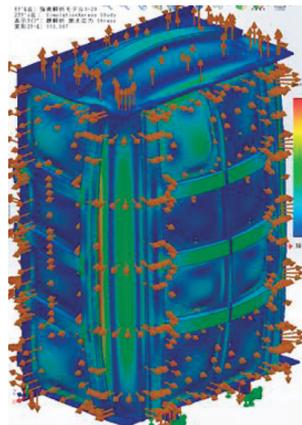


図10 強度解析

2.8 放圧対策

万一、受電装置の内部事故で内圧上昇した場合、受電装置の破裂防止のため、最高使用圧力（約 $40\text{kPa} \cdot \text{G}$ ）と受電装置本体強度の協調を考慮し、 $100\text{kPa} \cdot \text{G}$ 程度で動作する放圧装置（図11参照）を開発し採用した。



図11 放圧装置

2.9 放熱対策

SF_6 ガスに比べドライエアは、熱伝導率が悪いいため放熱効果が低下する。その対策として受電盤の背面（図12参照）を、オープン状態にして外気を直接受電装置に接触させることで冷却効果を高めた。

2.10 組立効率化

収納機器の設置と配線作業を容易にして組立効率化するため、内部フレーム（図13参照）を設け、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とした。

2.11 既納品更新対応

受電装置収納機器を最適配置することで、受電装置を従来型と同じ大きさの受電盤に収納した。（図2参照）によって従来型変電塔を同じ設置スペースで更新が可能とした。



図12 受電盤（背面）



図13 収納機器

3. あとがき

この環境配慮型変電塔は、耐環境性に優れ、かつ地球環境に優しい両面を備えた製品である。また、一般気中スイッチギヤと比べ定期点検の延伸化（3年 \Rightarrow 6年）が可能となり、ランニングコストが削減できることで、ライフサイクルコストが下げられる。

今後、この特長を活かして一般産業向けスイッチギヤに展開し、対象製品を拡大していく予定である。

✎ 執筆者紹介



福富 敏 Satoshi Fukutomi
電力機器事業本部
受配電機器事業部 開発部
プラットフォーム開発グループ長



近藤 誠 Makoto Kondo
電力機器事業本部
受配電機器事業部 開発部
プラットフォーム開発グループ主査



東村 伸 Shin Higashimura
電力機器事業本部
受配電機器事業部 開発部
プラットフォーム開発グループ