

真空VT用高電圧VC

🔗 真空コンデンサ，配電，計器用変圧器

* 高橋大造 Daizo Takahashi

概要

計器用変圧器（VT：Voltage Transformer）は電圧計測のための機器であり，巻線形・コンデンサ形という方式がある。しかし，現状これらの方式では「絶縁不良による問題」，「温度特性の低さ」などの課題が有り，どの方式でも品質的に高いとは言い切れない。

そこで真空コンデンサ（VC：Vacuum Capacitor）を適用し，VCの特長である「良好な温度特性」による高精度化，「経年劣化がない」ことによる高信頼性，さらに「高耐電圧」による小形化を行い，世界初となる真空VTに適用する高電圧用VCを開発した。



プロトタイプ

1. ま え が き

計器用変圧器（VT：Voltage Transformers）は分圧回路によって高電圧を安全な電圧に変換させ，電圧計などの計測器や保護継電器などに入力するために使用する機器である。VTには巻線形・コンデンサ形・抵抗形といくつかの方式があり，巻線形VTはモールド劣化による地絡事故のおそれあり，油コンデンサ形VTは温度特性が悪いなど，いくつか品質的な課題を有しており，改善が望まれている。

真空VTとしてコンデンサ形VTに使用可能な真空コンデンサを開発した。その効果について真空VTへの適用検討を行ったので，本稿で紹介する。

2. 真 空 V T 紹 介

2.1 真空の利点

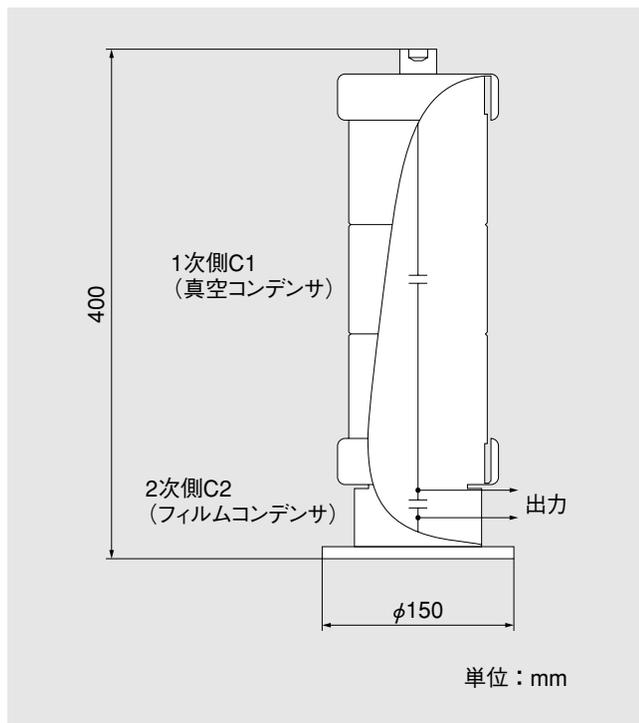
真空VTの特長として，小形・高精度・高信頼性
*VC事業開発部

を目標としている。真空機器の特長として一番に挙げられる項目は，高い絶縁耐力である。この特長により機器の小形化が可能となり，同時に軽量化も図れる。また真空誘電率は温度の影響を受けないため温度特性が良く，高精度につながる。そして真空コンデンサの構成上，経年劣化による焼損事故は発生せず高信頼性となる。しかし真空にも欠点があり，真空誘電率が低いために，他のコンデンサと比較して静電容量が小さい。そのため静電容量を大容量化すると，内部が複雑かつ大形化してしまう可能性がある。

2.2 真空VTプロトタイプ

プロトタイプは製品適用を考えている33kV電圧仕様で，設計・検証を行った。第1図に概念図を示す。

コンデンサ形VTにおいて，1次側コンデンサの静電容量が大きいほど電圧特性に優れるため，静



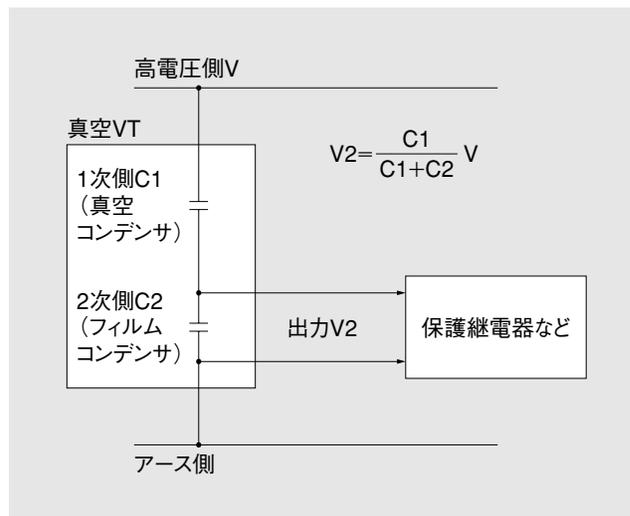
第1図 プロトタイプ概念図

高電圧側のコンデンサに真空コンデンサを適用している。

電容量を大きくしたい。そのためには、電極間ギャップを狭めることが望ましいが、電力機器には耐電圧試験があり、33kV仕様VTでは200kVの雷インパルス電圧に耐えなければならない。耐電圧試験をクリアするためには、電極間のギャップを広くとることが望まれる。この相反する要求を満たすために、基礎実験やプロトタイプ前モデル試作検証結果や電界計算などから静電容量及び電極ギャップ長を決定した。さらに電極素材も耐電圧に大きく影響するため、この素材選定には、埼玉大学との共同研究により得た検証データを基にして決定した。

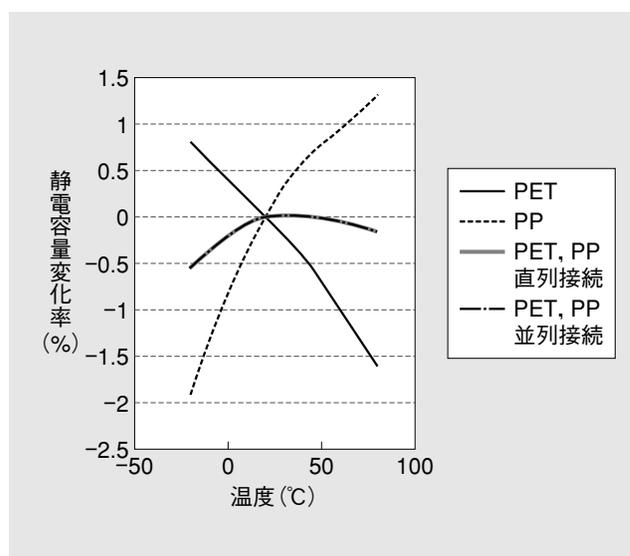
第2図に計測回路図を示す。コンデンサ形VTの2次側出力（出力V2）を100V程度に収めるためには、ある程度の静電容量の大きさが2次側コンデンサに求められる。この2次側コンデンサの値は、真空コンデンサより大きい静電容量帯のため、フィルムコンデンサを使用することとした。

第3図にフィルムコンデンサ温度特性対策を示す。フィルムコンデンサは、温度変化により大きく静電容量が変わってしまい、1次側コンデンサに温度特性の良い真空コンデンサを使用しても、その特長を無駄にしてしまう。そのため、温度が高くなると静電容量が大きくなるコンデンサと温度



第2図 計測回路図

コンデンサ形VTは、2つのコンデンサの分圧により電圧を計測する。



第3図 フィルムコンデンサ温度特性対策

温度特性の異なるコンデンサを組み合わせることで、温度特性が改善される。

が高くなると静電容量が小さくなるコンデンサとを組み合わせ、温度変化による静電容量差を小さくして対応した。

以上の項目を設計に反映させた結果、プロトタイプで雷インパルス耐電圧200kVを達成、そのほかの電圧特性・温度特性・周波数特性など良好なデータを得た。その一方で1次側の真空コンデンサ静電容量が周囲環境の影響をわずかに受けることや、雷インパルス耐電圧性能が不安定などの課題も発見した。

2.3 次期モデル

プロトタイプによる検証結果を得て、次期検証モデルは外観を全接地とし、プラグインタイプ形

状とした。全接地により周囲環境の影響を排除し、プラグインタイプにより、メンテナンス性の向上を図る。

3. む す び

以上、真空VTプロトタイプの試作検証結果より、製品化実現の可能性を示した。また市場には、従来形VTの不具合解消を求める声も多く、ニーズも強い。本製品を早期に製品化し、高電圧用VCが真空VTに標準的に採用されるよう見直していく所存である。

本開発にあたり様々な助言をいただいた、埼玉

大学関係者方々及び(有)TC-TANICに厚く感謝する次第である。

・本論文に記載されている会社名・製品名などは、それぞれの会社の商標又は登録商標である。

《執筆者紹介》



高橋大造 Daizo Takahashi
真空コンデンサの設計・開発に従事

