

世界最小高圧コンデンサ設備 スーパーユニバールトwinsの製品化

World's smallest high voltage power capacitor "Super Univar Twin"

平崎 敬朗*	富田 久幸*
N. Hirasaki	H. Tomita
中山 誠二*	山下 勉*
S. Nakayama	T. Yamashita
小倉 慎太郎*	山下 武夫*
S. Ogura	T. Yamashita
近藤 智**	川勝 憲一**
S. Kondo	K. Kawakatsu

概要

力率改善、設備容量の余裕増加、配電設備の損失低減、あるいは電圧調整などを目的として設置される進相コンデンサ設備は受変電設備に欠くことのできない機器となっている。

昨今、受変電設備の小型化要求が高まる中、この要求に対応すべく大幅な設置面積の低減を実現したコンパクトタイプ形コンデンサ装置「スーパーユニバールトwins」を製品化したのでその概要について紹介する。

Synopsis

Power capacitors are used to improve power factor and voltage condition, increase transmission capability and reduce transmission and distribution losses. It is essential equipment in substation facility.

In response to "Compact" requirement of substation facility from market in recent years, we produced compact type power capacitor named "Super Univar Twin" which can reduce drastically installation area.

We explain the outline of the product.

1. まえがき

コンデンサ設備は、力率改善作用により電気料金の低減、設備容量の余裕増加、配電設備の損失対策、あるいは電圧調整などを目的として幅広く使用されている。また環境問題対策のひとつとしての効果も期待でき、受変電設備に欠くことのできない機器となっており、幅広い分野で使用されているのは周知の通りである。

昨今、受変電設備の小型化要求が高まる中、この要求に対応すべく弊社独自の「OF式タンク形コンデンサ」の応用により、大幅な設置面積の低減を実現した世界最小コンデンサ装置「スーパーユニバールトwins」を開発・製品化した。以下にスーパーユニバールトwinsの概要を紹介する。

2. 開発背景と課題、及び設計方針について

2・1 開発背景

受変電設備の小型化要求が高まっており、各機器のコンパクト化が進められている。一方、高圧進相コンデンサ設備においては、誘電体改良等によりコンデンサ単体としてはコンパクトになっているものの、コンデンサ、リアクトルを一体化されたユニット形装置としては飛躍的なコンパクト化はなされていなかった。今回、この高圧ユニット形コンデンサ設備において、受変電設備全体のコンパクト化と合わせた全体最適の観点から、現行品の設置面積の1/2化を目指して開発を進めることとした。

2・2 開発を進める上での課題

現行高圧ユニット形コンデンサ装置の設置状況例を図1に示す。1回路/ユニットで構成された単器ユニ

* グローバル事業本部
** 産業・電力システム事業本部

ットを複数台設置する場合、ユニット間を連結ダクトにて接続し設置され、据付及び接続作業は現地で行っている。この現行品においては、連結ダクトを使用するため、ダクト下部のデッドスペースが存在している。

また、設備据付用の基礎は台数が多ければ多いほど、また設置面積が広ければ広いほど、現地作業も含めたコンデンサ設備の設置に必要なトータルコストのアップに繋がることになると言える。

よって、今回のスーパーユニバーサルツインの開発に当たっては、設置面積の低減も含め次の課題を考慮し進めていくこととした。

- (1) コンデンサ設備本体のコンパクト化方策。
- (2) 連結ダクト接続によるデッドスペースの削減方策。
- (3) 現地作業の簡素化の方策。



図1 現行品の設置状況例

- (2) 直列リアクトルは1タンク内に2回路分を収納し対応。
- (3) 真空接触器、電力ヒューズ等を収納するための真空接触器収納箱内に2回路分の機器を、収納し対応。

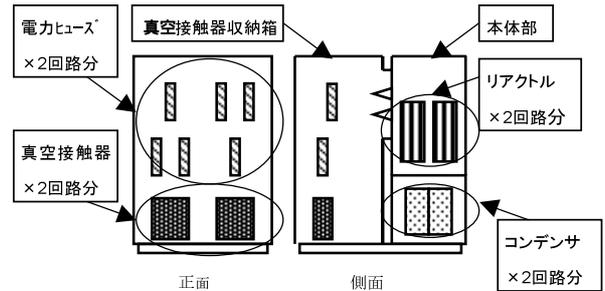


図2 スーパーユニバーサルツインの構造イメージ図

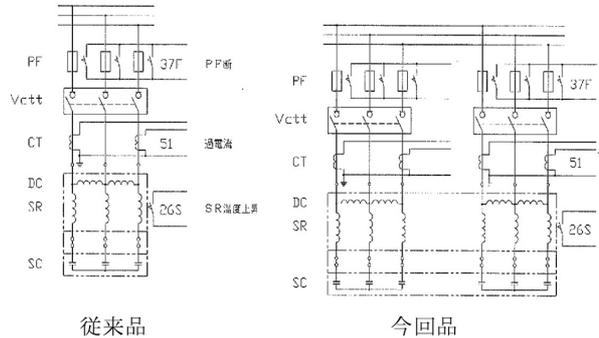


図3 三線結線図

2・3 コンデンサ設備本体のコンパクト化

2・2項で開発に関する課題を述べたが、これを考慮した上で今回のスーパーユニバーサルツインの開発を行なった。その開発方針は、以下の通りである。

2・3・1 設備本体のコンパクト化

コンデンサ設備のコンパクト化については、現行品の設置面積の1/2を目指すことは既に述べたが、この実現に当たり立案した方策として、1回路/ユニットで構成しているものを2回路/ユニットで構成し設置面積の低減を図ることとした。つまり、コンデンサ、直列リアクトル(放電コイル内蔵)、真空接触器、及び電力ヒューズから構成されるコンデンサ設備において、従来は1回路/ユニットで構成されていたが、スーパーユニバーサルツインにおいては、各主要構成機器を下記で対応し、2回路分を1ユニットで構成する。その構造イメージを図2、三線結線図を図3に示す。

- (1) コンデンサは大容量定格品を1タンク内に収納することが可能な、弊社独自の「タンク形コンデンサ」で製作し、対応する。

2・3・2 機器間連結方式

現行品の機器間連結は、前述の通り、連結ダクトによる接続で対応している(主母線接続はブスバーにて連結)が、スーパーユニバーサルツインは、真空接触器収納箱直結方式を採用することで、連結ダクト下部のデッドスペースを排除することとした。

このスーパーユニバーサルツインの連結状況例を図4に示す。



図4 スーパーユニバーサルツインの連結状況例(イメージ)

2・3・3 現地作業簡素化

現行品では、各ユニットを設置し、その後連結ダクトにてユニット間母線接続を実施している。今回のスーパーユニバーサルツインは、2・1・2項で述べたとおり真空接触器収納箱直結方式を採用することで対応するが、これによりユニット間連結作業（最大3台）及び母線接続作業を工場内で実施することができ、複数台まとめた形で出荷することが可能な構造とした。これにより、現地作業においては、一括での据付作業が可能となり、現地作業への簡素化に繋がることになる。

2・3・4 その他の設計方針

(1) 保護回路

コンデンサについては、内部素子故障時の電流変化を捕らえるために、過電流検出(カレントセンサ)を採用、これにより万一の故障時には短時間で検出することが可能である。また、直列リアクトルは過電流流入による温度上昇を捕らえるべく、温度上昇検出(温度センサ)を採用している。尚、コンデンサ故障検出は2回路各々で検出装置を付属し、リアクトルは2回路分を1タンク内に収納しているため、2回路を一括で検出する。また、装置内の短絡保護としては、電力ヒューズ(溶断接点付)を取り付けることとした。その保護を含めた制御回路のイメージ図を図5に示す。尚、制御電源は共有とし、故障接点出しは2回路一括として出力することとした。

(2) シリーズ定格

過去の納入実績等も配慮し、スーパーユニバーサルツインのシリーズ定格は以下の通りとした。

- (a) 定格電圧：3.3kV / 6.6kV
- (b) 周波数：50Hz / 60Hz
- (c) 定格設備容量：
 (100kvar × 2回路) ~
 (1000kvar × 2回路)
- (d) 直列リアクトルリアクタンス率：
 L=6% (許容電流種別：)
- (e) 定格母線電流：630A
- (f) 短時間耐電流：
 連結母線において12.5kA (1秒)

3 . スーパーユニバーサル製品化とその効果・特長

スーパーユニバーサルツインの製品外観、及び真空接触器収納箱内部状況を図6に示す。本スーパーユニバーサルツインの製品化により次の効果(特長)が得られるものとする。

3・1 ユニット連結時の大幅な設置面積の低減の実現

現行品との設置面積の比較を行なったものを図7に示す。モデルケースは6.6kV 3相 50Hz 2000kvar (500kvar × 4台構成) L=6%で比較検討した結果、現行品設置面積の約1/2(ケーブル引込ダクトを除く)を実現した。また、代表定格における従来品及び他社製との比較を図8に示すが、すべての定格においてスー

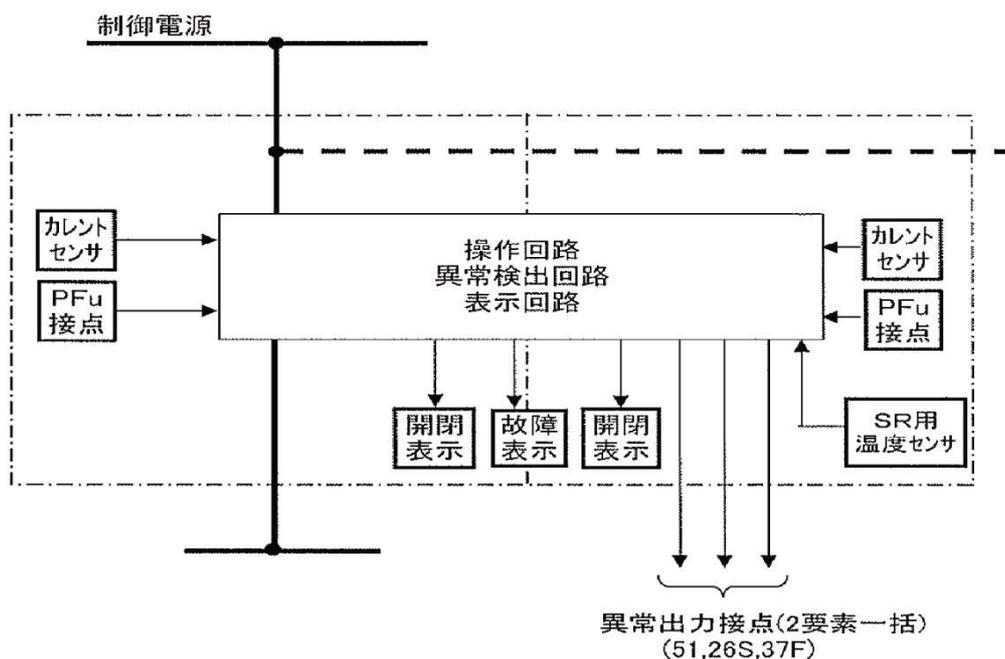


図5 スーパーユニバーサルツインの制御制御回路イメージ図

パーユニバーツインが最小となっている。

3・2 現地工事費を含むトータルコストの低減
前項の通り、ユニットがコンパクト化されたことにより、以下の効果が生まれることになる。

- (1) 基礎工事の簡略化
土木工事費・材料費の削減
- (2) 機器連結出荷による組立工事の簡略化
組立作業人件費・工事日程短縮

重機使用期間の短縮

尚、現地工事費（基礎工事、据付他含む）について、スーパーユニバーツイン3台（現行品6台）で試算し、現行品と比較した結果、現行約25%のコストダウンが可能となった。（当社比）。参考として、2台連結品一括搬入状況を図9に示す。複数台連結した状態で工場出荷することにより、現地で一括据付が可能であり、現地据付作業の簡略化に寄与するものとする。



(a) 製品外観



(b) 真空接触器収納箱内部状況

図6 完成状態

6.6kV 3相 60Hz 1200kvar L=6%
[300kvar × 2回路 / 台連結品]

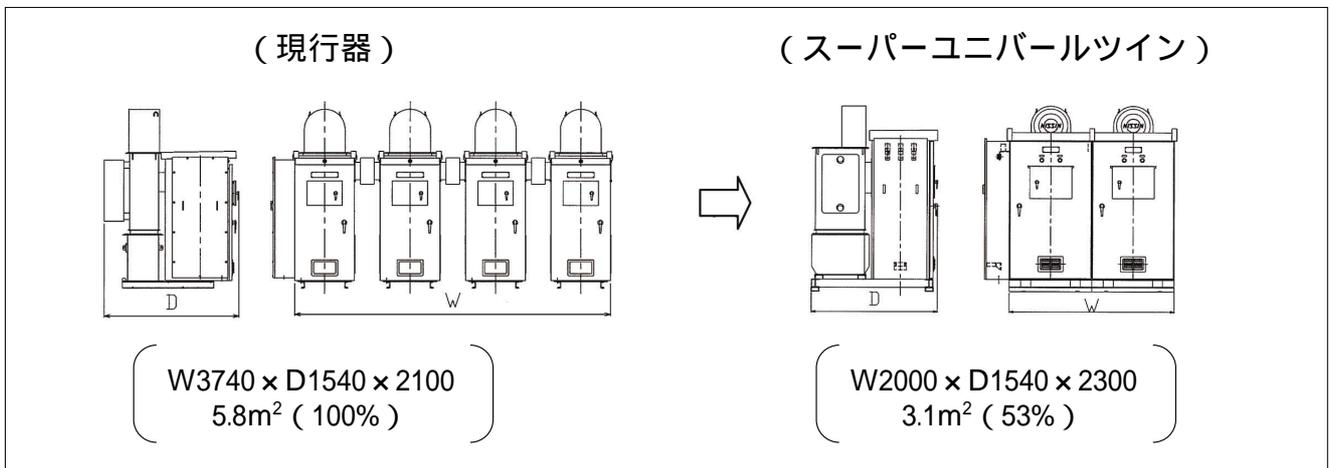


図7 現行品との寸法比較

3・3 高信頼性の確保

弊社独自の堅牢構造であるOF式タンク形コンデンサ（オールフィルムタイプ）に直列リアクトルを油中接続し一体化したユニット形構造、充電部を完全に遮蔽した構造であり、外部露出箇所が限定され安全性に優位な構造になっている。更に連結ダクト部を省略することで、保守部品の削減にも繋がり、保守の簡素化にも寄与するものとする。また、万一のコンデンサ故障に対しては、各回路毎に電氣的保護（カレントセンサ）直列リアクトルは温度上昇保護（温度センサ（2回路分一括保護））を装備している。その他にもコンデンサ開放後5秒以内の再投入ロック機能も装備しており、高信頼性を確保したものとなっている。

3・4 その他

コンデンサ使用により、変圧器、配電線の損失低減作用については、周知の通りであるが、これに加えてコンデンサ、直列リアクトル本体部は、鋼材、絶縁油等を節減しており、また2回路を1度に生産するために、いわゆる生産のためのCO₂削減にも寄与できるものとする。（現行品の概略10%の削減。但し、素材製造から組立（製品完成）までの主材料のみの差であり、詳細（細かな構成部材、輸送、現地基礎工事・作業等）も含めれば、さらなるCO₂削減が期待できると考える。）

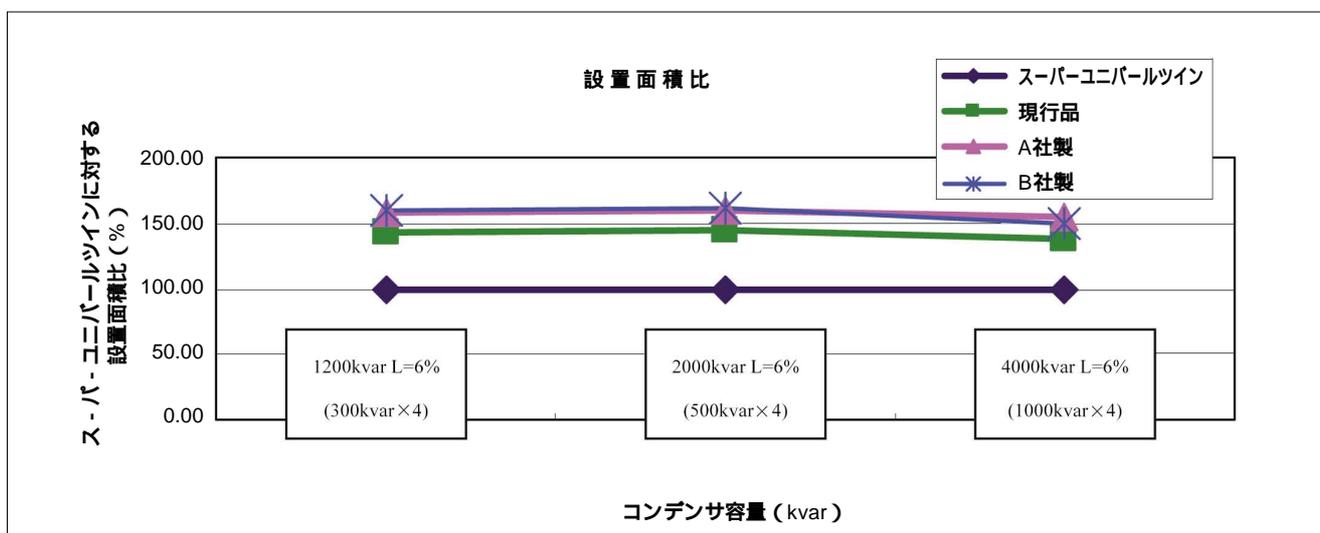


図8 代表定格における比較



図9 複数台一括搬入状況



図10 当社受電変電所での設置状況

4. あとがき

以上、新しく開発・製品化したスーパーユニバーサルツインについて、その開発状況から効果について述べた。本器の採用により、小スペース化やトータルコストの低減等に寄与できるものと考え。尚、当社特高

受電変電所においても1号器を設置し、スペースの有効活用に寄与している。その設置状況を図10に示す。

今後は日新電機コンデンサ事業における主力製品となり、各需要家各位にご満足頂ける製品になることを期待する。

執筆者紹介



平崎敬朗 Norio Hirasaki
グローバル事業本部
コンデンサ事業部
技術部産業技術担当グループ長



富田久幸 Hisayuki Tomita
グローバル事業本部
コンデンサ事業部
技術部主査



中山誠二 Seiji Nakayama
グローバル事業本部
コンデンサ事業部
技術部設計担当グループ長



山下 勉 Tsutomu Yamashita
グローバル事業本部
コンデンサ事業部
技術部設計担当主任



小倉慎太郎 Shintaro Ogura
グローバル事業本部
コンデンサ事業部
技術部設計担当



山下武夫 Takeo Yamashita
グローバル事業本部
コンデンサ事業部
技術部長



近藤 智 Satoshi Kondo
産業・電力システム事業本部
システム技術部
西部技術部グループ長



川勝憲一 Kenichi Kawakatsu
産業・電力システム事業本部
システム技術部
西部技術部