

一 般 論 文

ミニバールの開発

Development of “Minivar”

武内省一*	榎靖弘*
S. Takeuchi	Y. Enoki
高瀬雅章*	長崎則久*
M. Takase	N. Nagasaki
川口正人*	出口洋成*
M. Kawaguchi	H. Deguchi
神庭勝*	
M. Masaru	

概 要

高圧小容量コンデンサは、力率改善による電気料金の低減、配電設備の損失対策等、省エネ対策装置として、小規模受変電キュービクル（以下、キュービクル）には欠くことができない機器である。

昨今、キュービクルの小型化要求が高まる中、この要求に対応すべく、大幅なコンパクト化を実現した小容量一体形コンデンサ装置「ミニバル」を製品化したので、その概要について報告する。

Synopsis

High-voltage small power capacitors are used to reduce electricity bill by improving power factor and reduce transmission and distribution losses. It is essential energy saving equipment in small electric substation cubicle.

In response to “Compact” requirement of substation cubicle from market in recent years, we produced compact type small power capacitor unit named “Minivar” which can reduce drastically installation area.

We explain the outline of the product.

1. はじめに

高圧小容量コンデンサは、力率改善による電気料金の低減、配電設備の損失対策等、省エネ対策装置として、小規模受変電キュービクル（以下、キュービクル）には欠くことができない機器である。

当社は、油入缶形コンデンサとモールド乾式リアクトルの組み合わせにより、市場のニーズに応じてきた。

一方、キュービクルについては、小型化・低価格化要求が高まっており、更に、省エネ・省資源であること、安全であることもより一層求められている。

この要求に対応すべく、当社独自の「タンク形コンデンサ」の「リアクトル一体形コンデンサ装置」の考え方を、高圧小容量の定格範囲へ展開し、大幅なコンパクト化を実現した小容量一体形コンデンサ装置「ミニバル」を開発・製品化した（図1）。以下にミニバールの概要を紹介する。



電 圧：6.6kV
相 数：3相
周波数：50Hz, 60Hz
容 量：10～30, 12～36kvar
SRリアクタンス：L=6%（許容電流種別Ⅱ）

図1 ミニバールの外観

*電力機器事業本部 コンデンサ事業部 技術部

2. 開発背景と課題、方針

2.1 開発背景

従来、高圧小容量コンデンサは、油入式缶形コンデンサとモールド乾式リアクトルとをキュービクルに設置している。このため、キュービクルが大型化している。また、客先で機器同士を結線する必要もある。

一方、キュービクルは、ビル・店舗の敷地面積が限られる中で常に小型化が指向されている。

また、昨今の経済情勢から低価格化も求められている。さらに、省エネ・省資源という環境に優しいことと、安全であることも、より一層求められている。

今回、これらの要求に対応するために、高圧小容量コンデンサをユニット化し、キュービクル全体のコンパクト化と難燃化を実現するため、開発を行った。

2.2 開発課題

従来方式の高圧小容量コンデンサの設置状況を図2に示す。

従来方式では、油入式缶形コンデンサとモールド乾式コンデンサを個別に設置しており、相互間、及び、キュービクル壁面との間に絶縁距離を確保する必要がある。

また、油入式缶形コンデンサを使用しているため、装置全体として難燃性になっていない。

よって、今回のミニバルの開発に当たっては、設置面

積の低減を含め、次の課題を考慮した。

- (1) 高圧小容量コンデンサ装置のコンパクト化
- (2) モールド乾式コンデンサの適用による難燃化
- (3) モールド乾式コンデンサを碍子レスとし、モールド乾式リアクトルと一体化

2.3 開発方針

前項で、開発課題を述べたが、これを考慮して、今回の「ミニバル」の開発を行った。その方針は、以下のとおりである(図3)。

- ・モールド乾式リアクトルの支持構造をケース状にした。
- ・高圧乾式コンデンサの技術を取り入れ、モールド乾式リアクトル支持構造の中に乾式コンデンサを一体モールドした。
- ・モールド乾式コンデンサのモールドに直接KIP電線を埋め込み、碍子レスとした。
- ・モールド乾式コンデンサとモールド乾式リアクトルを一体化して設置することにより、相互間の絶縁距離が不要となり、設置面積で1/2と大幅なコンパクト化と、機器の難燃化を実現した(図4)。

また、碍子レス化により、モールド乾式コンデンサとモールド乾式リアクトル相互間の結線を製造段階で実施し、客先での結線の手間が不要となっている。

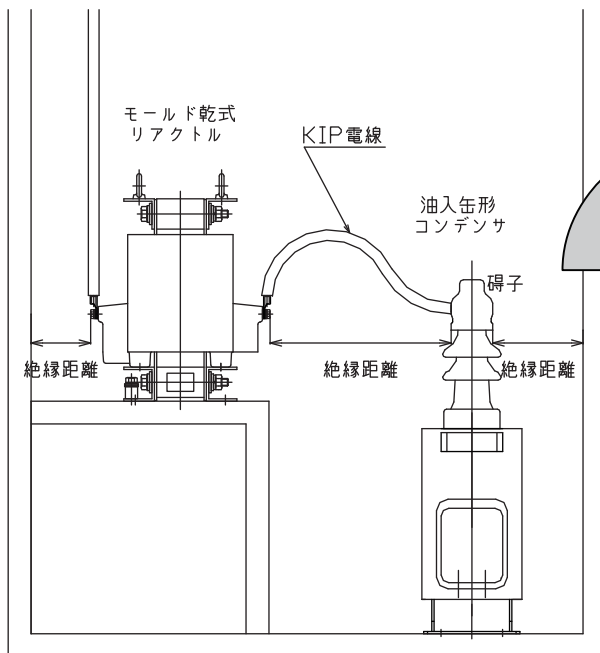


図2 従来方式の設置状況

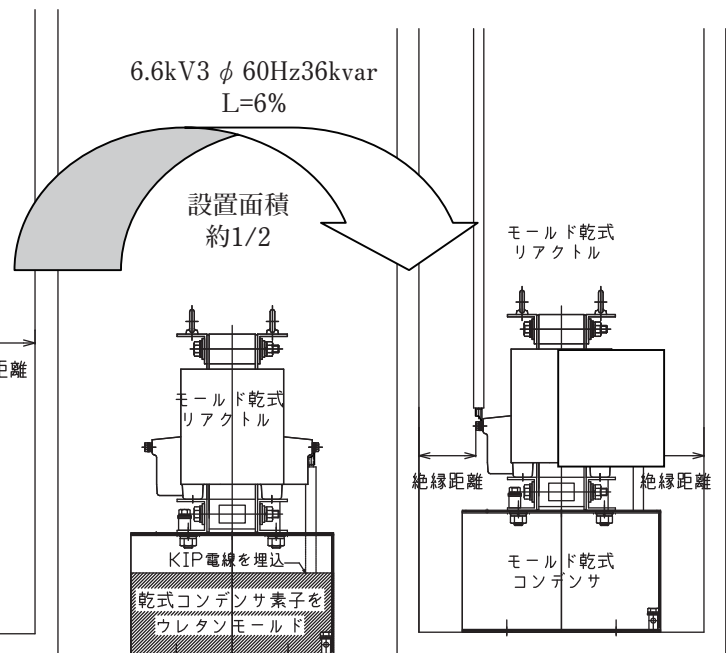


図3 ミニバル設計方針

図4 ミニバルの設置状況

3. 開発品の詳細

3.1 モールド乾式コンデンサ

「ミニバル」のモールド乾式コンデンサは、乾式コンデンサと同じ、ポリプロピレンフィルムに金属蒸着したメタライズドポリプロピレンフィルムを巻き回した誘電体素子を、ウレタン樹脂で封止して素体化している、SH式コンデンサである(図5)。

乾式コンデンサでは、樹脂封止した素体を金属ケース内に収納し、窒素／ヘリウム混合ガスを封入しているが、モールド乾式コンデンサでは、素子と金属ケースとの間をウレタン樹脂で充填封止している。

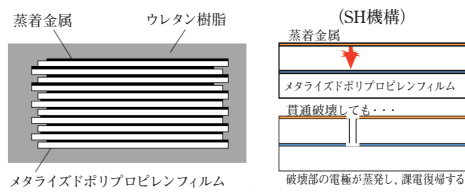


図5 ミニバールの誘電体、絶縁封止

3.2 モールド乾式リアクトル

エポキシモールド式のモールド乾式リアクトルで、三相一括形タイプを開発し、従来よりも小型化した。

3.3 保護方式

従来の高圧小容量コンデンサとミニバル、及び乾式コンデンサ(参考)の故障進展比較を表1に整理した。

油入缶形コンデンサ、乾式コンデンサは、内圧上昇検出に基づく保護方式(保安装置または圧力接点)と限流ヒューズによってケース破壊を防止している。

これは、油入缶形コンデンサ、乾式コンデンサが密閉容器であり、万一の故障時には、ガス発生に伴い内圧上昇するためである。

一方、ミニバールのモールド乾式コンデンサは、碍子レスの半密閉構造であるため、圧力接点保護方式ではなく、発煙センサを採用し、ケースからの煙漏れ、火災の発生を防止している。

これは、乾式コンデンサ素子・ウレタン樹脂が、万一の故障発生時に発煙することから、この煙を検知して遮断する仕組みである。

発煙検知センサにより、モールド乾式コンデンサの異常初期段階での検知を可能とした。

更に、発煙検知センサの電源をリアクトル鉄心磁束から得る「エネルギーハーベスト」方式(オプション)を開発した(図6)。

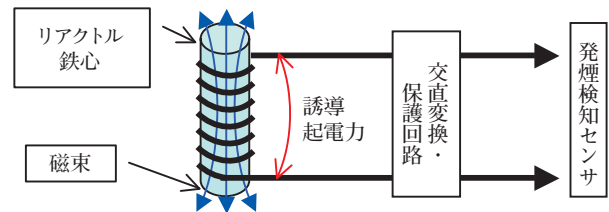


図6 エネルギーハーベスト

	従来方式	(参考)	ミニバル
コンデンサ部	油浸缶形コンデンサ	乾式コンデンサ	モールド乾式コンデンサ
方式	NH方式	SH方式	
ケース	金属筐体		樹脂モールド+金属棒(5面)+樹脂蓋
密閉	油密	気密(N ₂ +He封入)	半密閉
引出	プッシング引出		KIP電線引出
故障進展フロー	素子短絡(Al箔)	素子短絡(炭化物)	素子短絡(炭化物)
	残素子放電	炭化物放電	炭化物放電
	ガス発生	ガス化、発煙	ガス化、発煙
	ケース内圧が上昇	ケース内に煙が充満	ケース内に煙が充満
	ケース内圧が上昇	ケース内圧が上昇	煙センサ
	ケース破壊	ケース破壊	ケースから煙漏れ

表1 各種小容量コンデンサの故障進展比較

4. 防災性の確認

4.1 防災性の確認

発煙検知センサによる保護の有効性を確認するため、故障模擬試験を実施した。

故障模擬試験では、あらかじめ乾式コンデンサ素子のうち1ヶを短絡故障させ、定格通電した(図7)。

試験の結果、通電後36秒で故障相に過電流が流れ、その12秒後には発煙検知センサが動作した(図8)。

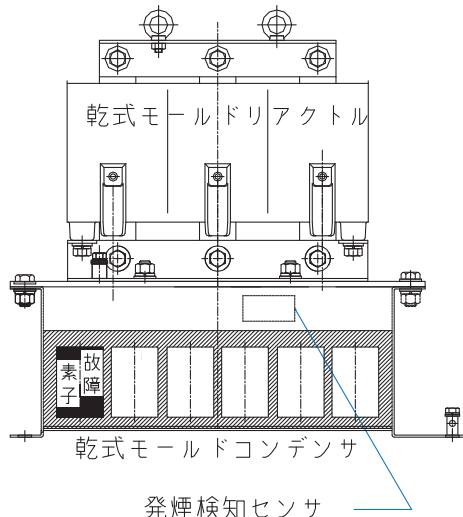


図7 故障模擬モデル

4.2 エネルギーハーベットの検証

ミニバールの保護には、発煙検知センサを用いている。

センサの動作に必要な電源については、標準でキュービクル(盤)から電源供給を受ける仕様としている。

また、キュービクルから電源供給を受けられない場合に対応するため、モールド乾式リアクトルの鉄心磁束から電源を取り出す「エネルギーハーベスト」を、オプションとして用意している。

このエネルギーハーベストについても、実系統での運転状況を模擬した各種の試験を行い、問題ないことを確認している。

5. まとめ

以上、高圧小容量コンデンサ装置のコンパクト化のために開発した、モールド乾式の小容量一体形コンデンサ装置「ミニボール」について概要を紹介した。

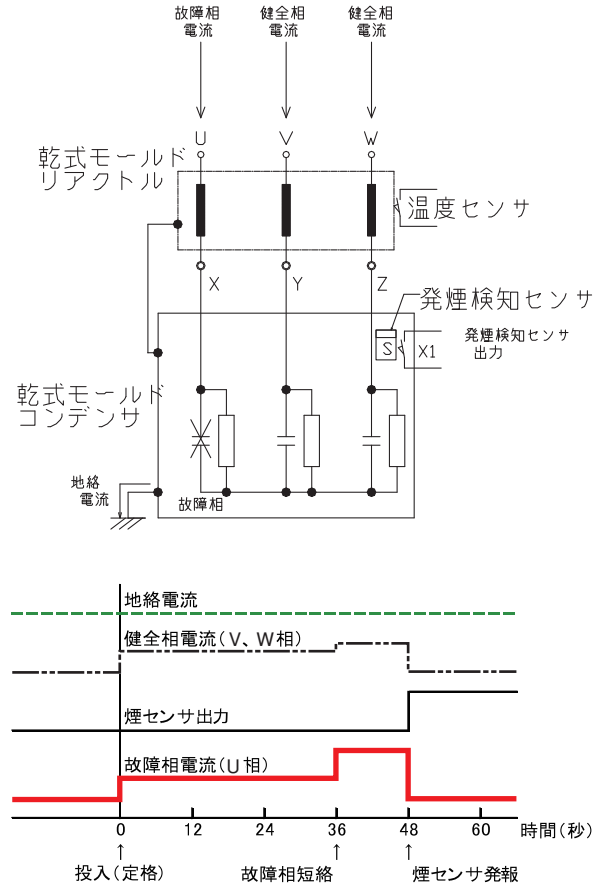


図8 故障模擬試験結果

執筆者紹介



武内省一 Shoichi Takeuchi
電力機器事業本部
コンデンサ事業部 技術部
設計担当 主任



高瀬雅章 Masaaki Takase
電力機器事業本部
コンデンサ事業部
技術部 グループ長



川口正人 Masato Kawaguchi
電力機器事業本部
コンデンサ事業部
副事業部長



神庭 勝 Masaru Kamba
電力機器事業本部
コンデンサ事業部
技師長



榎 靖弘 Yasuhiro Enoki
電力機器事業本部
コンデンサ事業部 技術部
設計担当 グループ長



長崎則久 Norihisa Nagasaki
電力機器事業本部
コンデンサ事業部
技術部 主幹



出口洋成 Hiroshige Deguchi
電力機器事業本部
コンデンサ事業部
開発部長