

一般論文

24kV・7.2kV縮小形スイッチギヤ

24kV・7.2kV Compact Switchgear

一井 勉* 伊藤 祐二*
T. Ichii Y. Ito
岩根 弘幸* 谷口 祐亮*
H. Iwane Y. Taniguchi
今江 龍彦*
T. Imae

概要

2005年に発売を開始した7.2kV縮小形スイッチギヤ⁽¹⁾の後継機種として、24kVをラインアップに加えた新シリーズ品の開発を行った。縮小化、環境配慮のコンセプトを継承し、使用機器の再編、高機能機器を採用することで、操作性や保守・メンテナンス向上を図ったスイッチギヤであり、その概要、性能について紹介する。

Synopsis

We NISSIN has developed compact type switchgears newly including 24kV class as a renewal model of the 7.2kV compact type switchgears started selling in 2005. These switchgears take over the concept of a compact and an environmental friendly. They have been improved an operability and a maintenance by adopting high functionally components. We introduce the outline and the performance.

1. まえがき

近年、高度成長期に納入した設備の老朽化が進み、更新の時期を迎えている。更新に際しては、既存設備を運用しながら更新される場合も多く、限られたスペースを有効に活用することが必要となる。また、従来から求められている高品質、高信頼度のニーズに加え、保守人員の減少により保守、メンテナンスの省力化についてもニーズが高まってきた。

当社では、更新のみならず新設においても電気設備の設置スペースを有効活用して頂くため、コンパクト化をコンセプトに製品開発を行ってきた。

本稿では、2005年に発売を開始した7.2kV縮小形スイッチギヤの後継機種として、最新のデジタル機器を搭載し保守、メンテナンスの省力化を図ると共に、新たに24kVをラインアップに加えた新シリーズを開発、製品化したのでその概要、性能について紹介する。



(24kV 縮小形スイッチギヤ) (7.2kV 縮小形スイッチギヤ)

図1 縮小形スイッチギヤの外観

2. 特長

2.1 コンパクト化

使用機器の見直し、専用機器の開発と、各機器の配置を見直しデッドスペースの削減および合理的な

* 電力機器事業本部

配置を行うことでスイッチギヤのコンパクト化と省スペース化を実現した。これによりスペースの有効活用が図れると共に、狭い場所への機器搬入、据付が可能となった。

モデルケースにおける当社従来品との外形寸法の比較を図2、3に示す。

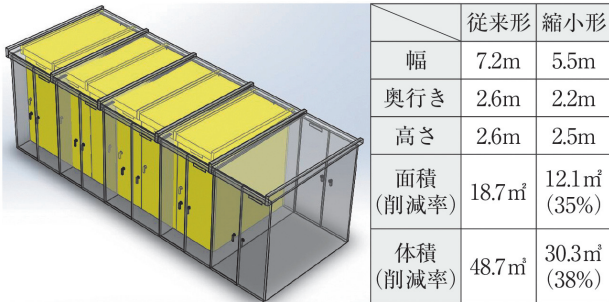


図2 モデルケースによる外形寸法の比較 (24kV)

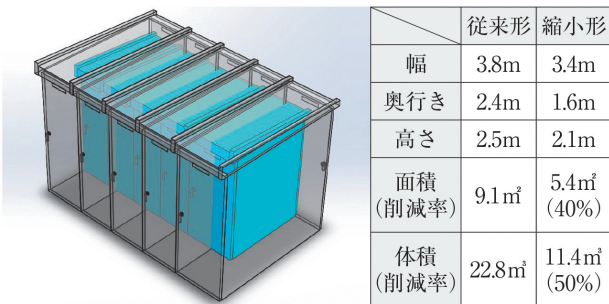


図3 モデルケースによる外形寸法の比較 (7.2kV)

2.2 環境に優しい

コンパクト化することで省資源化を実現するとともに、生産時に発生する温室効果ガスであるCO₂の排出量を低減することができた。図4に当社従来品と比較した生産時に発生するCO₂削減量の比較を示す。

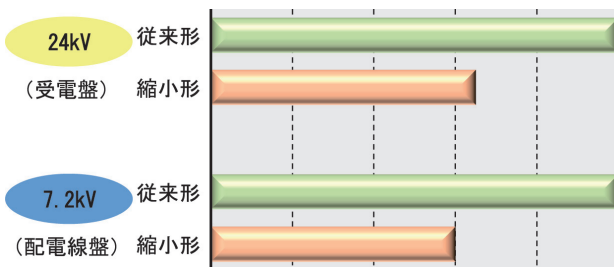


図4 生産過程におけるCO₂削減比較 (当社従来比)

2.3 保守、メンテナンスの省力化

豊富な機能を一体化したデジタル制御ユニット(DCU)を標準採用することで、現地作業における点検周期の延長が可能となった。また、ワイドレンジCTとの組み合わせにより将来の負荷変更への対応が容易に行えるようになった。

3. スイッチギヤ

3.1 特長

スイッチギヤの絶縁方式は、環境への影響を極力少なくするため、現在幅広く採用されている気中絶縁方式を主絶縁方式とした。また、絶縁物の使用を極力抑えるようにした。

3.2 定格

24kV、7.2kV縮小形スイッチギヤの定格・仕様を表1に示す。

表1 スイッチギヤの定格・仕様

名称	24kV縮小形スイッチギヤ	7.2kV縮小形スイッチギヤ
定格電圧	24kV	7.2kV
定格周波数	50/60Hz	50/60Hz
定格電流	600A	600/1200A
定格短時間耐電流	25kA	12.5kA
定格耐電圧	AC 50kV	AC 22kV
	Imp 125kV	Imp 60kV
保護等級	IP2X/IP2XW	IP2X/IP2XW
スイッチギヤの形	CW	CW
準拠規格	JEM1425	JEM1425
設置場所	屋内/屋外	屋内/屋外
ケーブル方向	上/下	上/下

3.3 性能

性能についてはJEM1425に規定されている形式試験項目について試験を行い、良好な結果を得た。



図5 形式試験状況

4. デジタル制御ユニット (DCU)

4.1 特長

図6に本ユニットの外観を示す。従来品との外形互換を保ちながら、液晶表示器を採用する事で操作性・視認性を向上させ、CPU・アナログ回路の二重化、豊富な自己診断機能により信頼性を向上している。



図6 装置外観

4. 2 一般仕様

表2に一般仕様を示す。

表2 一般仕様

項目	仕様	
制御電源	AC100/110V (85~126.5V) 最大25VA以下 DC100/110V (80~143V) 最大15W以下	
定格周波数	50Hz/60Hz	
定格入力負担	VT二次	110V 0.2VA 以下
	CT二次	5A 0.3VA/相 以下 (ワイドレンジは1A)
	EVT三次	110/190V 0.2VA以下
外形	W195×H190×D143	
質量	3.0kg	
使用温度範囲	-10~60℃	
接点出力定格	しゃ断器用	閉路：DC110V 15A 0.5秒(抵抗負荷) 開路：DC110V 0.2A (抵抗負荷)
	表示・警報用	開閉：DC110V 0.2A (L/R=15ms)
接点入力定格	DC110V 10mA (遠方制御はDC24V 5mA)	
商用周波耐電圧	電気回路一括アース間	AC2000V 1分間
	電気回路相互間	AC2000V 1分間
	接点回路端子間	AC1000V 1分間
雷インパルス耐電圧	電気回路一括アース間	±4.5kV
	電気回路相互間	±4.5kV
	接点回路端子間	±3.0kV (CB回路のみ)

4. 3 保護・計測仕様

保護・計測要素と、今回開発した機種への対応を表3に示す。

過電流リレーの限時特性についてはソフトウェア演算で実現しており、反限時4種類と定限時から選択可能となっている。地絡方向リレーは、中性点不安定現象による誤動作対策として低周波振動対策機能を内蔵し、地絡過電流リレーは、しゃ断器の励磁突入電流による不要動作を防止するため高調波抑制機能を備えている。各リレー要素の整定範囲を表4に示す。

計測表示は、バーグラフ表示を可能とし、メイン画面には任意の4項目を表示する事が可能となっている。また設定により、必要な計測要素だけを表示する事ができる。

表3 保護・計測対応表

種別	項目	受電	Tr二次	母線	配電線
保護	OC×3	○			
	OC×2		○		○
	OCG	○			
	DG/OCG				○
	UV		○	○	
	OV		○	○	
	OVG		○	○	
計測	V×3	○	○	○	○
	A×3	○	○		○
	W	○	○		○
	var	○	○		○
	PF	○	○		○
	F	○	○	○	○
	Wh	○	○		○
	varh	○	○		○
	MVo		○	○	○
	Vo		○	○	○
	DA	○	○		○
	DW	○	○		○
	MDA	○	○		○
	MDW	○	○		○
	MAo	○			○
	Ao	○			○
高調波含有率	○	○		○	

表4 保護リレー整定範囲

51H		2~80A	即時,0.10~3.00s
51L		1.0~12.0A	即時,0.10~3.00s 0.5~10.0 (反限時)
ワイドレンジ	51H	40~1600%	即時,0.10~3.00s
	51L	20~240%	即時,0.10~3.00s 0.5~10.0 (反限時)
67G		1.0~20.0mA	3~60V EVT三次
		Lead45°	即時,0.20~10.00s
67G		ZCT一次 0.1~1.0A	2.5~40.0% ZPD
		Lead45°	即時,0.20~10.00s
67G		ZCT一次 0.1~1.0A	3~60V EVT変換器
		Lead45°	即時,0.20~10.00s
51G		0.05~2.40A	即時,0.10~30.00s
59		40~160V	即時,0.10~30.00s
27		5~110V	即時,0.10~60.00s
64V (EVT)		3~150V	即時,0.10~60.00s
64V (ZPD)		2.5~40.0%	即時,0.10~60.00s

4. 4 トランスデューサ仕様

トランスデューサ仕様を表5に示す。

表5 トランスデューサ仕様

	項目	出力仕様
アナログ出力	A×3、V×3、W、var、PF、F、Vo、MVo、Ao、MAo、DA、MDA、DW、MDW	4~20mA
パルス出力	+Wh、-Wh varh（進み）、varh（遅れ）	フォトMOSリレー

アナログ出力は、計測項目のうち任意の6出力が選択でき、W・var・PFはスケール設定も可能としている。また出力補正機能（ゼロ、スパン）で出力を調整する事ができる。

パルス出力は任意の2出力を選択でき、パルス乗率は10、1、0.1、0.01から選択可能である。

4. 5 監視制御機能

リレー動作・外部故障出力は、出力要素ごとに設定可能なシーケンス機能を内蔵している。

（設定：自動復帰/手動復帰、重故障/軽故障、投入ロック有無、トリップ有無）

停電時の順序遮断、復電時の順序投入のタイマーを内蔵し停復電制御シーケンスを構築する事が可能である。また、遮断器制御時の応動を監視する渋滞監視機能も内蔵している。

4. 6 通信機能

CC-Link通信機能（オプション）により、各種情報の読出しやマスタからの指令で機器を制御する事ができる。

計測値読出し、整定値読み書き、接点入力状態モニタ、表示復帰強制動作、機器制御、時刻読み書き、各種履歴データ読出し

4. 7 信頼性

CPU・アナログ回路・トリップ出力ドライブ回路二重化によるフェイルセーフ設計としている。

豊富な自己診断機能（常時監視、自動点検機能）により、装置に生ずる不良を速やかに検出し装置異常警報を出力する。また保護機能に関係ない部分の故障などの場合は、保護機能の運転は継続するようにしている。

4. 8 その他の機能

(1) 波形記録機能

保護リレー動作時の波形データを5回分保存。

（保存データは1回あたり250サイクル分）

(2) 保護リレー動作履歴

動作時の電流・電圧データを、装置本体で確認でき、パソコンを接続すれば動作前後のデータも表示する事が可能である。

(3) 機器動作時間監視機能

投入および引き外しの時間を監視し、それぞれ10回分の動作履歴を確認する事ができる。

(4) ログ表示機能

保護リレー動作/復帰、装置異常発生/復帰などのログを100件分保存し、装置本体で確認する事ができる。

5. 24kV 断路器

24kV縮小形スイッチギヤのコンパクト化目標を実現するため、スイッチギヤに収納する断路器の小型化が必要となり専用断路器の開発を行った。

5. 1 特長

今回開発した24kV断路器の特長は、可動接触子（ブレード）を折りたたみ構造にすることにより、

- (1) 少ない動作領域で十分な絶縁距離を確保すること。
- (2) ブレードの動作範囲が少なくなりコンパクト化を図れる。

ことである。図7に従来形断路器の外形図、図8に新形断路器の外形図を示す。

5. 2 定格・仕様

断路器の定格を表6に示す。

表6 24kV断路器の定格・仕様

操作方式	3極単投 遠方リンク操作式
準拠規格	JEC-2310
定格電圧	24kV
定格電流	600A
定格周波数	50/60Hz
定格短時間耐電流	25kA
定格耐電圧	AC 50kV
	Imp 125kV

5. 3 コンパクト化

従来形断路器において、ブレードは長方形の導体1枚で構成され、断路器の入切動作はヒンジ側からコンタクト側までのブレード長を半径とし、ヒンジ側の軸を中心に円弧を描き動作するため、所定の絶縁距離を確保するには奥行き方向にスペースが必要となる。切時のベースからブレードまでの奥行き寸法は720mmであった。

今回開発した新形断路器においては、このブレード部分に折りたたみ構造を採用しコンパクト化を図った。折りたたみ構造は3つのブレードで構成されており、それぞれのブレード接続部は接圧バネを用いて、通電性能を満たす十分な接圧を維持しながら、断路器の入操作、切操作ができる。この折りたたみ構造の採用と、主軸を直接操作する機構を採用することで約200mmの寸法低減を実現した。

通常、断路器は離れた位置に設置される操作装置と組み合わせて使用する。断路器と操作装置にレバーを

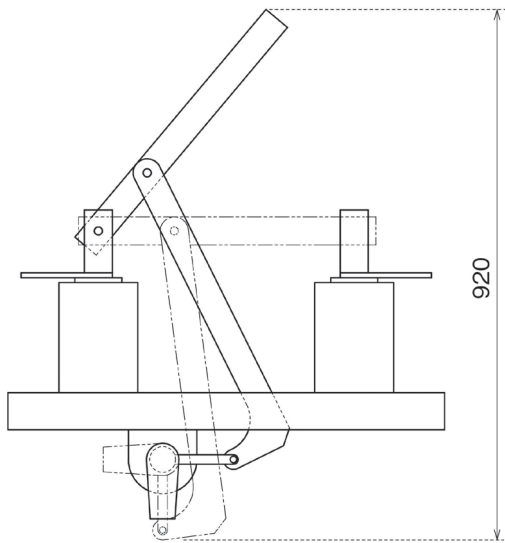


図7 従来形断路器の外形図

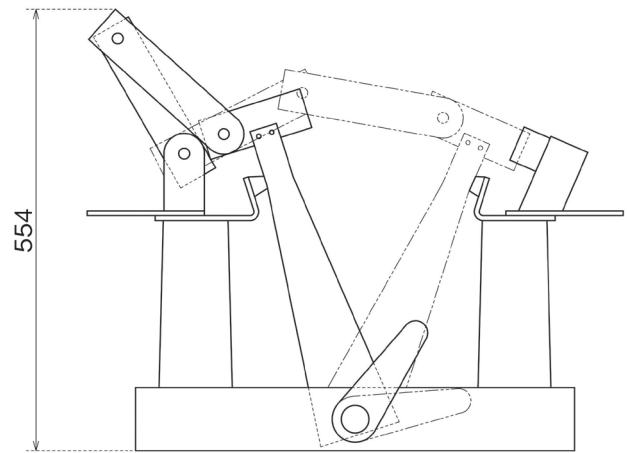


図8 新形断路器の外形図

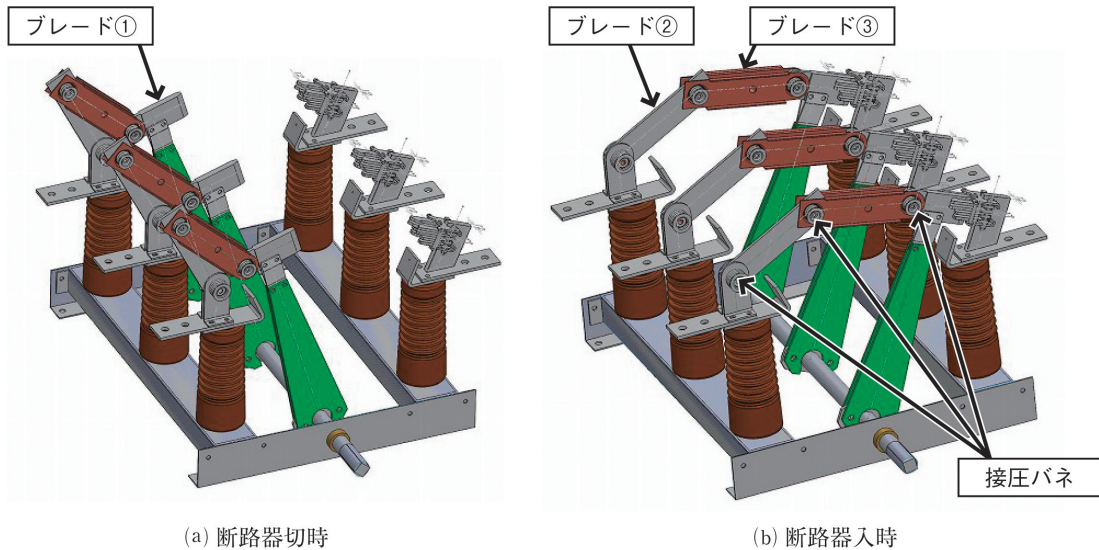


図9 新形断路器の外観図

設け、それらを連結棒で結合することで連動させる。従来形断路器は、両者のレバー比を1:1にすることで、操作装置を90°動作させると断路器も90°動作し、入切動作を完了させる構造であった。新形断路器は、よりコンパクト化を図るために、断路器側のレバー長を操作装置のレバー長よりも長くすることで、断路器は必要最低限の動作（約45°）のみで入切動作完了できる構造とした。図9に新形断路器の外観図を示す。

支持碍子についても見直しを行った。従来の断路器は高さが265mmの磁気碍子を採用していたが、エポキシ樹脂碍子を採用することで高さが210mmとなり、55mmの寸法低減を図った。

さらに、相間寸法、極間寸法についても見直しを

行い、相間寸法は300mmから250mm、極間寸法を450mmから400mmとし、それぞれ50mm寸法低減を行った。表7に従来品との寸法比較を示す。

表7からわかるように、当該品の断路器は従来の断路器と比較して幅344mm、奥行366mm、高さ93mm小さくなり、従来品から約37%のコンパクト化を実現した。

表7 24kV断路器寸法比較

	断路器の寸法[mm]		
	幅	奥行	高さ
従来品	1140	920	770
当該品	796	554	677

6. あとがき

今回開発、製品化した縮小形スイッチギヤは、現在主流である気中絶縁方式を採用した環境に優しい製品であり、縮小化、高信頼性、高品質など、従来からのニーズへの対応は維持しつつ、保守、メンテナンスの省力化など今日のニーズにも応える製品であると確信している。

今後は、環境条件など多種多様なニーズに応じられるよう仕様の拡充を図ると共に、より一層の高品質化を進めていく所存である。

参考文献

- (1) 安井 他：「7.2kV縮小形スイッチギヤ」、日新電機技報、Vol.50、pp.20-24(2005)

執筆者紹介



一井 勉 Tsutomu Ichii
電力機器事業本部
受配電機器事業部 設計部
産業構造設計グループ長



伊藤 祐二 Yuji Ito
電力機器事業本部
受配電機器事業部 開発部
電子機器開発グループ 主任



岩根 弘幸 Hiroyuki Iwane
電力機器事業本部
受配電機器事業部 設計部
産業設計グループ



谷口 祐亮 Yusuke Taniguchi
電力機器事業本部
受配電機器事業部 設計部
産業構造設計グループ



今江 龍彦 Tatsuhiko Imae
電力機器事業本部
受配電機器事業部 開発部
機器開発グループ