

技術紹介

電力設備の保守・保全に貢献する72/84 kV新形水平二点切気中断路器の開発

■ 鈴木 翔平
Shohei Suzuki

■ 大山 友幸
Tomoyuki Oyama

■ 清水 俊博
Toshihiro Shimizu

■ 高橋 徹夫
Tetsuo Takahashi

電力設備において断路器は、設備の保守点検等で作業者の安全を守るために欠かせないものである。東光高岳の主力製品である水平二点切断路器は、約35年間にわたりお使いいただいているが、物価高や材料費等の高騰を背景に、当社断路器を安定して提供し続けるためのモデルチェンジに取り組んだ。モデルチェンジでは、現行器性能を維持したまま構造を簡素化しコストダウンを図った。本稿では、開発製品の概要や、規格に基づいた開発試験の取り組みについて紹介する。

1 はじめに

電力設備において、安全に系統や機器を切り離す断路器は、設備の保守点検等で作業者の安全を守るために欠かせないものである。

当社主力製品である水平二点切断路器は、1986年に開発されたTHR6以降約35年間にわたりお使いいただいている。今回、物価高や材料費・燃料費の高騰を背景に、当社断路器を安定して提供し続けるためにモデルチェンジに取り組んだ。モデルチェンジでは、現行器性能を維持したまま構造を簡素化しコストダウンを図った。また、当社グループ会社の蘇州東光優技電気有限公司（以下、蘇州東光）で部品の調達を行い、日本国内で装置の総合組立を実施する。本稿では新形水平二点切気中断路器72/84 kV THS5形（以下、本器）の開発内容について紹介する。

2 機器諸元

今回開発した本器の諸元を表1に示す。

表1 開発した本器の諸元

形式		THS5-LG
定格	電圧 (kV)	72/84
	電流 (A)	2,000
	周波数 (Hz)	50/60
	短時間耐電流	31.5 kA / 通電時間：2秒
絶縁強度	雷インパルス耐電圧 (kV)	400
	商用周波耐電圧 (kV)	乾燥：160 (60秒) 注水：185 (10秒)
耐震性能	2倍レベルの加速度応答スペクトル※	
耐用性能	10,000回連続開閉試験済み	
適用規格	JEC-2390：2013 JEC-2310：2014	

※2倍レベルの加速度応答スペクトルはJIEG5003-2019に規定されている耐震設計の基準となる地震力である。4.3に詳細を記載する。

3 開発概要

開発した本器を図1に示す。今回の開発は、当社の協力会社である中国江蘇省にある蘇州東光で部品の調達および導電部・ベース部・駆動装置などの部位組立（ユニット組立）を行い日本に輸送する。当社小山事業所断路器工場では総合組立およびルーチン試験を実施する。



図1 開発した本器

3.1 本器の導電部の構造および特徴

本器の導電部の構造および特徴を以下に示す。

3.1.1 導電部の構造

当社現行の72 kV水平二点切断路器の導電部は捻回方式を採用しているが、今回の本器導電部は投入方式を直投方式に変更した。なお、直投方式は24/36 kV THS2/3形の導電部で実績がある。図2に本器の構造、図3に捻回方式と直投方式の違いを示す。

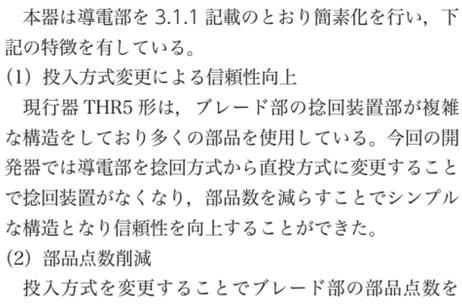


図2 本器の構造

	投入直前	完全投入
現行器 THR5形 捻回方式		
本器 THS5形 直投方式		

図3 投入方式の違い

今回採用した直投方式は、捻回方式と比較すると断路器投入時に接触部で発生する摩擦力が大きくなり接触部が摩耗してしまうという懸念があった。接触部で発生する衝撃力や摩擦力を軽減するため、ガイドが先行して接触部に入る構造を採用した。図4に直投方式の構造を示す。可動側接触部（以下、バットコンタクト）の先にガイド部品を取り付けることで、固定側コンタクト（以下、フィンガコンタクト）にバットコンタクトが入る際に発生する衝撃力と摩擦力を軽減させることができる。また、バットコンタクトに銀グラファイト接点^{注1)}を採用し、耐摩耗構造としている。

	①開放状態	②投入開始	③投入途中	④完全投入
3D図				
平面図				
説明	ガイドが先行して入りフィンガコンタクトを持ち上げ、バットコンタクトがスライドして入る。	ガイドが上下のフィンガコンタクトを持ち上げてバットコンタクトの通り道を作る。	・ガイドが作った通り道にバットコンタクトが入る。 ・ガイドが次のフィンガコンタクトを持ち上げる。	②と③を完全投入までフィンガコンタクト3対分繰り返す。

図4 直投方式の構造

3.1.2 特徴

本器は導電部を3.1.1記載のとおり簡素化を行い、下記の特徴を有している。

- 投入方式変更による信頼性向上
現行器THR5形も、ブレード部の捻回装置部が複雑な構造をしており多くの部品を使用している。今回の開発では導電部を捻回方式から直投方式に変更することで捻回装置がなくなり、部品数を減らすことでシンプルな構造となり信頼性を向上することができた。
- 部品点数削減
投入方式を変更することでブレード部の部品点数を45%削減することができた。部品点数削減により、組立作業性の向上および組立工数削減にもつなげることができた。
- 材料の軽量化
導電部簡素化により銅使用量を削減することができた。ブレード部の材質を銅からアルミニウムに変更、フィンガ形状の改良およびフィンガの対数を変更したことで1台当たりの銅使用量を約60%削減した。また、捻回部をなくしたことで鉄の使用重量も1台当たり約45%削減することができた。

3.2 POINSA製がいしの採用と性能評価

スペインのがいしメーカーであるPOINSA製JEC規格SPがいしを採用し、性能評価として、連続開閉試験・端子荷重試験・短時間耐電流試験・実加振による耐震試験を実施した。POINSA製がいしの詳細は、本誌別稿の製品紹介「JEC規格に準拠した海外メーカー製ステーションポストがいしの開発とそれを適用した断路器」参照のこと。

4 開発試験

JEC-2310：2014に基づいて表2に示す試験を実施し、結果は規格を満足する良好な結果であった。本章では実施した試験のなかで重要な試験について述べる。また、3.2で述べている開閉試験状況および端子荷重試験状況を図5および図6に示す。

表2 形式試験および参考試験内容

試験項目	図解 No.	
形式試験	構造検査	—
	商用周波耐電圧試験（乾燥）	—
	商用周波耐電圧試験（注水）	—
	雷インパルス耐電圧試験	—
	主回路抵抗測定	—
	開閉試験	図5
	端子荷重試験	図6
	短時間耐電流試験	図7, 8
	温度上昇試験	図9
参考試験	耐用性能検証連続開閉試験	図5
	氷結試験	図10
	耐震試験	図11, 12



図5 連続開閉試験状況 開放状態

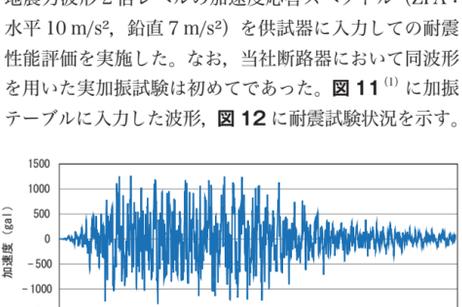


図6 端子荷重試験状況

4.1 短時間耐電流試験

短時間耐電流試験値はJEC-2310：2014に基づき、実効値は31.5 kAの通電時間2.0 s、波高値は85.1 kA（実効値の2.7倍）の通電時間0.3 sで試験を実施した。試験状況を図7に示す。THS5形では通電性能を左右するパラメータのひとつであるフィンガの接触圧力を見直したが、短時間耐電流試験において問題ないことを確認した。図8に試験後の接触部の表面状態を示す。

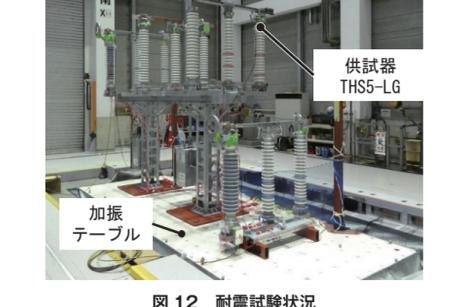


図7 短時間耐電流試験状況（2相で実施）
（試験場所：一般財団法人 電力中央研究所）

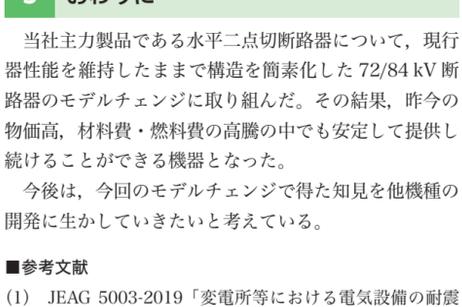


図8 短時間耐電流試験結果 コンタクト表面状態

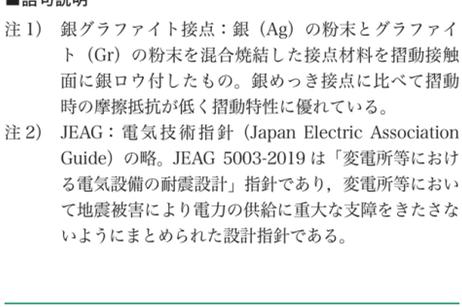


図9 温度上昇試験状況

4.2 氷結試験

氷結試験についてJEC規格に具体的な試験方法の記載がなかったため、IEC 62271-102：2018の7.103を実施した。供試器に規格で決められた厚さの氷を着氷させ開→閉、閉→開の投入開放動作を電動でできるか確認する。図10に氷結試験風景（開放状態）を示す。



図10 氷結試験状況

4.3 実加振による耐震試験

実加振による耐震試験で、JIEG 5003-2019^{注2)}設計地震力波形2倍レベルの加速度応答スペクトル（ZPA：水平10 m/s²、鉛直7 m/s²）を供試器に入力しての耐震性能評価を実施した。なお、当社断路器において同波形を用いた実加振試験は初めてであった。図11⁽¹⁾に加振テーブルに入力した波形、図12に耐震試験状況を示す。

(a) 模擬地震動波形

(b) 加速度応答スペクトル波形

図11 加振テーブル入力波形
（参考文献（1）80頁第3-2-5図より引用）

図12 耐震試験状況
（試験場所：株式会社日本海洋科学）

5 おわりに

当社主力製品である水平二点切断路器について、現行器性能を維持したまま構造を簡素化した72/84 kV断路器のモデルチェンジに取り組んだ。その結果、昨今の物価高、材料費・燃料費の高騰の中でも安定して提供し続けることができる機器となった。

今後は、今回のモデルチェンジで得た知見を他種類の開発に生かしていきたいと考えている。

■参考文献

- (1) JIEG 5003-2019 「変電所等における電気設備の耐震設計指針」一般社団法人日本電気協会発変電専門部会（令和2年1月20日第4版発行）

■語句説明

注1) 銀グラファイト接点：銀（Ag）の粉末とグラファイト（Gr）の粉末を混合焼結した接点材料を摺動接触面に銀ロウ付したものを、銀めっき接点に比べて摺動時の摩擦抵抗が低く摺動特性に優れている。

注2) JIEG：電気技術指針（Japan Electric Association Guide）の略。JIEG 5003-2019は「変電所等における電気設備の耐震設計」指針であり、変電所等において地震被害により電力の供給に重大な支障をきたさないようにまとめられた設計指針である。

鈴木 翔平

電力プラント事業本部
第一設計部 断路器設計グループ 所属

大山 友幸

電力プラント事業本部
第一設計部 断路器設計グループ 所属

清水 俊博

電力プラント事業本部
第一設計部 断路器設計グループ 所属

高橋 徹夫

電力プラント事業本部
第二製造部 断路器製造グループ 所属