

新形 72/84 kV タンク形ガス遮断器の開発

■ 山下 浩司
Koji Yamashita

1 はじめに

1970年代以降、国内では高度経済成長期の電力需要の増加に対応するため、受変電設備の増大に伴い多くの電力用ガス絶縁開閉装置が導入された。気中絶縁変電所に適用されている遮断器もその一つである。現在はガス遮断器（GCB）が主流であるが、当時主流であった油遮断器（OCB）や空気遮断器（ABB）などの設備はすでに50年を超過する高経年機器となっており、更新需要が高まっている。

このような需要に対応するため、既設更新に柔軟に対応した高性能で長期信頼性を有する72/84 kV タンク形ガス遮断器を開発した。

2 基本仕様

開発した新形タンク形ガス遮断器の基本仕様を表1に、外観を図1に示す。

表1 基本仕様

定格電圧	72/84 kV
定格電流	800/1,200/2,000/3,000A
定格周波数	50/60 Hz
定格短時間耐電流	31.5 kA(2s)
定格遮断電流	31.5kA
定格遮断時間	3 サイクル
標準操作責務	A/R 号
操作方式	電動ばね
定格ガス圧力	0.5 MPa-G
準拠規格	JEC-2300-2010 JEC-5202-2019

3 特長

3.1 機器の軽量化・簡素化

既設機器を更新する場合、既設の基礎コンクリートやアンカーボルト（以下、基礎）を流用する機会が多い。したがって、本体の質量低減と、機器操作時に発生する基礎への衝撃荷重の抑制は必須である。

(1) アルミタンクの適用

タンク形ガス遮断器は、高圧の絶縁ガスを封入した接

地金属容器（以下、タンク）内に遮断部を設けた開閉装置である。従来器はタンクの材質に鉄鋼材またはステンレス鋼材を適用しているが、本器では軽量化のためアルミニウム鋳物タンク（以下、アルミタンク）を採用した。

アルミタンクを採用するにあたり、構造解析にて、タンク内に封入される絶縁ガスの圧力にて発生する応力や変形を評価し、最適なタンク形状を決定した。図2にタンクの強度解析例を示す。



図1 新形タンク形ガス遮断器
(写真は磁器がい管・塗装レス仕様の屋内変電所適用器)

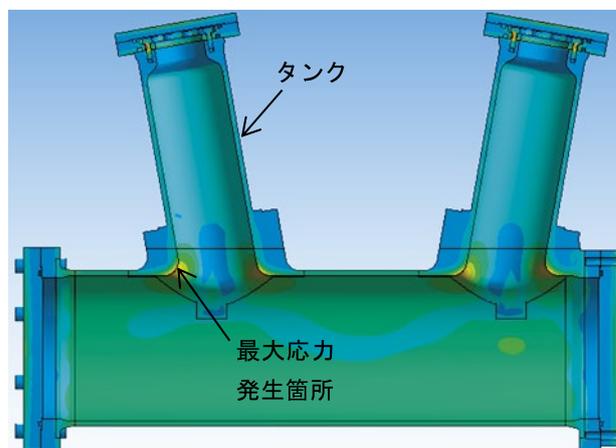


図2 タンクの内部圧力による強度解析例

(2) 操作力の低減

本器では開路操作時のばねエネルギーを、必要な遮断速度を確保した上で、従来器の 55% に低減した。各部位の徹底した軽量化のみならず、消弧室や連結部の摺動部位に発生する摩擦抵抗を最適化することで動作時の負荷を低減した。

ガス遮断器は事故電流を遮断するために、圧縮した SF₆ ガスを電流アークに吹き付けて消滅させるパuffa 方式（以下、パuffa）が一般的である。従来器では機械的なパuffa 動作にて電流を遮断させる機械パuffa 方式を採用していたが、この方式ではガスを圧縮するための空間が必要となり、大きな操作力が必要であった。

そこで、消弧室には機械パuffa・熱パuffa 併用式（機械圧縮と熱膨張の両方でパuffa 室内の圧力を高める方式）を採用した。採用にあたり、パuffa 室圧力上昇解析を実施し、電流遮断時に発生するアークの熱エネルギーの取込量を適正化することで駆動エネルギーの低減を実現した。

以上のように、質量・摩擦・パuffa 方式の 3 部位に改良を加えたことで、操作ばねエネルギーを低減させ、機器操作時に発生する基礎への衝撃荷重の抑制を実現した。

(3) 最新の耐震設計指針への準拠

2011 年に発生した東北地方太平洋沖地震の経験から、「変電所等における電気設備の耐震設計指針（JEAG 5003）」が見直しされ 2019 年度版（以下、JEAG 5003-2019）が発刊された。この設計指針では、幅広い振動数範囲を合理的に評価する加速度応答スペクトル法による耐震評価が要求されている。

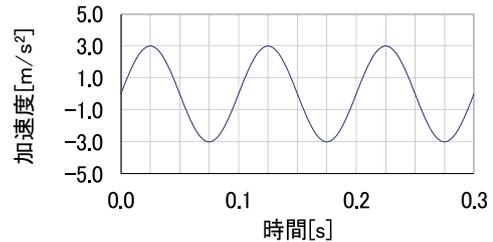
本器では、動的設計評価において、従来の擬共振法に加えて、JEAG 5003-2019 に新たに規定された加速度応答スペクトル法に基づく評価を実施した。耐震評価に用いた設計地震力は、規定されている地震力のうち加速度レベルの厳しい「変電耐震設計スペクトル 2」とした。

図 3 (a) に従来の入力波形を、図 3 (b) に今回新たに耐震評価に用いた設計地震力を示す。この設計地震力を図 4 に示す解析モデルに与え、本器に発生する応力を算出した。評価の結果、規定の設計地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認した。

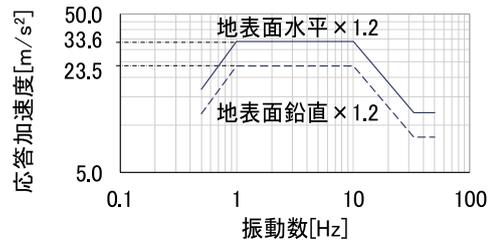
(4) ポリマーがい管の適用

本器では従来の磁器がい管だけでなく、ポリマーがい管の適用も可能とした。ポリマーがい管適用にあたり、JEC 5202-2019 規格に規定されている条件にて試験を実施し、要求性能を満足した。

また、前項の施策によって、本器（磁器がい管適用器）の質量は従来器（磁器がい管適用器）に対して 70% となったが、ポリマーがい管を適用することでさらに 10% の低減となる。また、ポリマーがい管を適用



(a) 従来の擬共振法による入力加速度波形



(b) 新たに規定された加速度応答スペクトル波形

図 3 耐震評価に用いた設計地震力

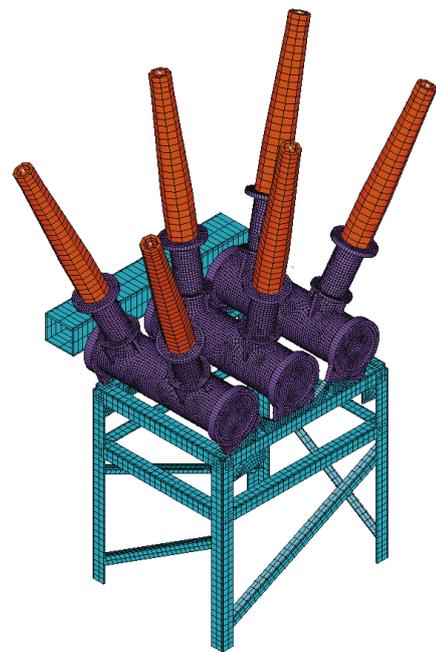


図 4 耐震解析モデル

することで、装置上部の質量が低減され耐震性もさらに向上する。

3.2 分割搬入対応

地下や屋内の電気所の機器更新では、限られた入口と経路にて機器を搬入することが求められる場合がある。

本器では、例えば間口 W1,550 mm × H1,960 mm に対して機器を分割して搬入することが可能であり、搬入後、現地にて組立を実施することになる。この場合、絶縁ガスが封入されたタンク内部の部品の組み立ては不要であり、タンクを開放することなく高品質な状態での

組み立てができる構造となっている。

図5に1相分に分割した遮断器の組立状況を示す。



図5 新形タンク形ガス遮断器の分割例

(写真は屋内変電所での組立作業)

3.3 製品仕様の合理化

2019年度より72/84 kV ガス遮断器を対象に、一般送配電事業者による製品仕様統一の取り組みが実施されている。本器ではその取り組みの内容を反映した。

本体塗装色の基本仕様が「塗装レス」または「5Y7/1」に統一された。アルミタンクやアルミ素材の部品を適用することで「塗装レス」が可能となった。またアルミ部品の適用により、部品単位での塗装が不要となり、さらに組立後の補修塗装も不要となった。

3.4 機器センシング

近年変電所設備に対して、機器の保全合理化を目的としてリアルタイムでの機器状態の監視が求められている。

本器では、ガス圧力を常時監視するための圧力センサと機器の開閉動作ストロークを測定するためのレーザーストローク測定器を、運用後でも大幅な機器の改造を行うことなく取り付けが可能な構造となっている。

3.5 省メンテナンス

(1) 点検周期の見直し

消弧室摺動部の寸法や適用部材を最適化することで、連続開閉による摺動粉の発生を抑制することができた。そこで、従来器の保守基準として定めていた無負荷開閉2,000回での点検基準を見直しし、5,000回に延伸した。

(2) ばね操作機構の信頼性向上

操作機構のグリースを従来の鉱油系グリースから熱的・化学的に安定したフッ素系グリースに見直しすることで、経年による劣化性能を向上させた。

(3) 部品点数の削減

機器に構成される部品点数を従来器に比べて20%削減した。それに伴い、連結部品などの点検対象となる部品点数も削減しており、点検の省力化を図っている。

4 おわりに

機器の軽量化と省メンテナンス化などにより、既設機器更新にも適宜柔軟に対応できる新形72/84 kV タンク形ガス遮断器を開発した。

すでに分割搬入による既設変電所設備の更新案件の納入も開始しており、今後さらなる拡販を目指す。

山下 浩司

電力プラント事業本部

開閉装置製造部 開閉装置設計グループ 所属（執筆時）