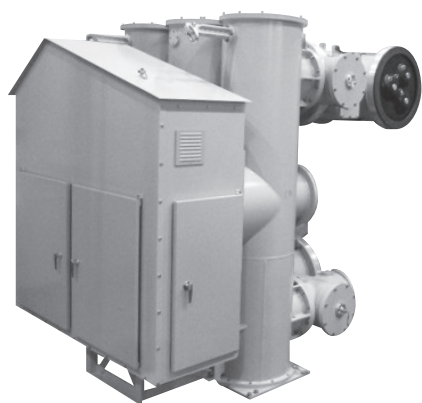


国内向け204kVガス絶縁開閉装置 (V-GIS) の製品化

縣 祐介 Yusuke Agata
小林 徹 Toru Kobayashi

キーワード GIS, 204kV, VCB, ライフサイクルコスト低減

概要



V-GIS

真空遮断器 (VCB) は、電流遮断の消弧媒体として六フッ化硫黄 (SF_6) ガスを使用せず、電流遮断時には真空中で発生アークを消弧するため分解ガスが発生しない。また、電流遮断時に発生するアークエネルギーが小さく電極の消耗が少ないため多数回の遮断に適していることから、高電圧遮断器への適用が進められている。このような背景から、当社では2点切りVCBを採用した204kVガス絶縁開閉装置 (V-GIS) を製品化した。本製品は、遮断器にVCBを搭載した世界最高電圧クラスのGISである。ライフサイクルコスト (LCC) の低減などVCB適用の利点を生かしながらも、多様なレイアウトに対応できるように製品化した本GISは、今後の適用拡大を目指して既設更新・新規案件に対応していく。

1 まえがき

当社は1960年代から真空技術を用いて真空遮断器 (VCB) を生産し、国内外に数多くの納入実績を築いてきた。VCBはメンテナンスが容易であること、また、遮断時に分解ガスが発生しないことから、ライフサイクルコスト (LCC) の低減に大きく貢献できる。当社ではVCBの適用範囲を拡大するために、これまで世界に先駆けてVCBの高電圧化に取り組んできた。近年では2013年に遮断器として世界で初めて168/204kVタンク形VCBを製品化し、また2015年には、従来はガス遮断器 (GCB) が普及している145kV級のガス絶縁開閉装置 (GIS) に、世界で初めて1点切り真空インタラプタ (VI) を内蔵したVCBを搭載したガス絶縁開閉装置 (V-GIS) をリリースし、1号器を納入した。

今回、リプレースの需要に合わせて更なる高電圧

化を目指し、204kV V-GISを製品化した。本製品は168/204kVタンク形VCBで培った技術を基に製品化し、VCB搭載形としては世界最高電圧クラスのGISである。本稿では、遮断部にVIを用いた204kV V-GISを紹介する。

2 仕様と特長

2.1 204kV V-GIS

第1表に204kV V-GISの仕様を、第1図に構成例を示す。本204kV GISではVCBユニットと断路器 (DS) ユニットに限って定格ガス圧力を従来の0.50MPa・Gから0.16MPa・Gへ低減した。大気との差圧を減らすことでVCBの操作力が省力化でき、かつ温室効果ガスである六フッ化硫黄 (SF_6) ガスの使用量を削減できる。一方で、取引用計器 (VCT) 接続などのGISとして外部と取り合うユニットは既

第 1 表 204kV V-GIS仕様

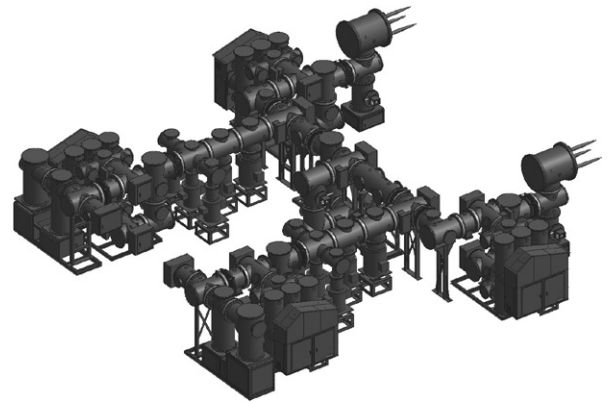
204kV V-GISの仕様を示す。

機種	項目	仕様
管路形 GIS	定格電圧	204kV
	定格雷インパルス耐電圧	650kV*1
	定格電流	1200A
	定格周波数	50/60Hz
	定格遮断電流	31.5kA
	定格短時間耐電流	31.5kA-2s
	絶縁ガス	SF ₆ ガス
	定格ガス圧力 (at 20℃)	VCB・DS 0.16MPa・G そのほか 0.50MPa・G
	適用規格	JEC-2350 : 2016 JRCS302
	設置場所	屋外
周囲温度	-20 ~ 40℃	
標高	1000m以下	
VCB	定格電圧	204kV
	定格電流	1200A
	定格遮断電流	31.5kA
	定格短時間耐電流	31.5kA-2s
	標準動作責務	R号
	遮断時間	3サイクル
	操作方式	電動ばね投入・ばね遮断
	適用規格	JEC-2300-2010 JRCS302
DS	定格電圧	204kV
	定格電流	1200A
	定格短時間耐電流	31.5kA-2s
	操作方式	電動ばね投入・ばね遮断
	適用規格	JEC-2310 : 2014 JRCS302
接地開閉器 (線路)	定格電圧	204kV
	定格短時間耐電流	31.5kA-2s
	操作方式	手動ばね・電動ばね
	適用規格	JEC-2310 : 2014 JRCS302

注. *1. 高性能避雷器併用による。

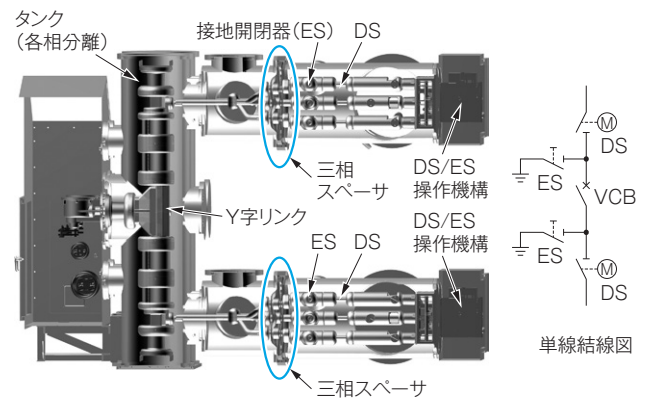
存機種と同じく定格ガス圧力を0.50MPa・Gとし、これまで普及している電力計量用のVCTなどと不都合なく取り合える構造とした。

受電部はケーブル接続及び気中ブッシング接続の双方に対応でき、また変圧器接続部は気中ブッシング接続に加えてSF₆-油中ブッシングを採用することで、GISタンクと直結できる構造とした。



第 1 図 GIS構成例

2回線受電-2バンクの機器構成例を示す。



第 2 図 VCB/DS断面図

VCB/DSユニットの断面図を示す。内部の構成する機器の配置を表している。

2.2 VCBユニット

VCBの遮断部には、真空中でのアークを均一化し優れた電流遮断性能を有する二つのVIを直列に縦配置した。第 2 図にVCB/DSの断面図を示す。中央に位置するY字リンク機構によって二つのVIは同時に開閉し、大電流を遮断する。遮断部を収納するタンクは、3相個別に設けた。これによって各相の動作ばらつきは極力小さくなり、安定した動作特性を得ることができる。遮断部両端には3相スパーサを設け、隣接ユニットの選択によって様々な単線に対応することができる。操作箱内には最新の操作機構を備え、駆動部分は全て箱内に収納している。また箱内には真空度監視 (VM) 端子を備え、これによって運転を停止することなくVIの真空度の健全性を適宜チェックできる。前述の機能を一つの

操作箱に集約し、真空度監視から操作機構のメンテナンスまで1か所で作業できる構造とした。

2.3 DSユニット

DSユニットは、絶縁性能の安定性と通電性能確保に配慮して直線切り方式を採用した。またVCBと直列に接続することを想定し、メンテナンス用の作業用ESをVCBの1次/2次側双方に収納できる構造とした。DSと作業用ESの駆動リンクはガス中に配置し、外部環境の影響を受けないよう配慮した。DS可動側の両端から母線を引き出せるため、単線に応じて接続方向を変えるだけで線路側/母線側双方に配置でき、様々なレイアウトに対応できる。

2.4 線路ESユニット

線路ESユニットは、電動ばね操作機構と直線切り方式を採用した。JEC-2310:2014に準拠した静电誘導/電磁誘導開閉能力を有する。電流開閉時にはコンタクト間でアークが生じ、溶融による接点損耗の恐れがあるが、本ESユニットは、主コンタクトとは別に高融点材を使用したアーキングコンタクトを設けている。

電流開閉時は耐アーク性を有するアーキングコンタクト間でアークを処理するため、主コンタクトの接点損耗を防止できる構造とした。

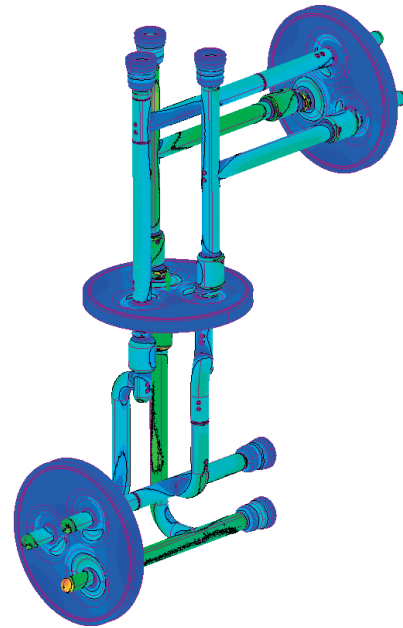
2.5 避雷器 (LA) ユニット

LAは酸化亜鉛 (ZnO) 素子を使用し、優れたサージ吸収能力を有するギャップレスアレスタを採用することで、GIS全体との絶縁協調をとっている。なおメンテナンス性に配慮して、動作カウンタ付きとした。また接地を3相個別に引き出すことで、素子の漏れ電流を個別に計測でき、運転停止することなくLAの健全性を随時確認することができる。

3 設計技術

3.1 絶縁技術

VCBとDSユニットの低SF₆ガス圧力化を達成するために、絶縁耐力を向上させることは重要であ



第3図 電界解析実施例

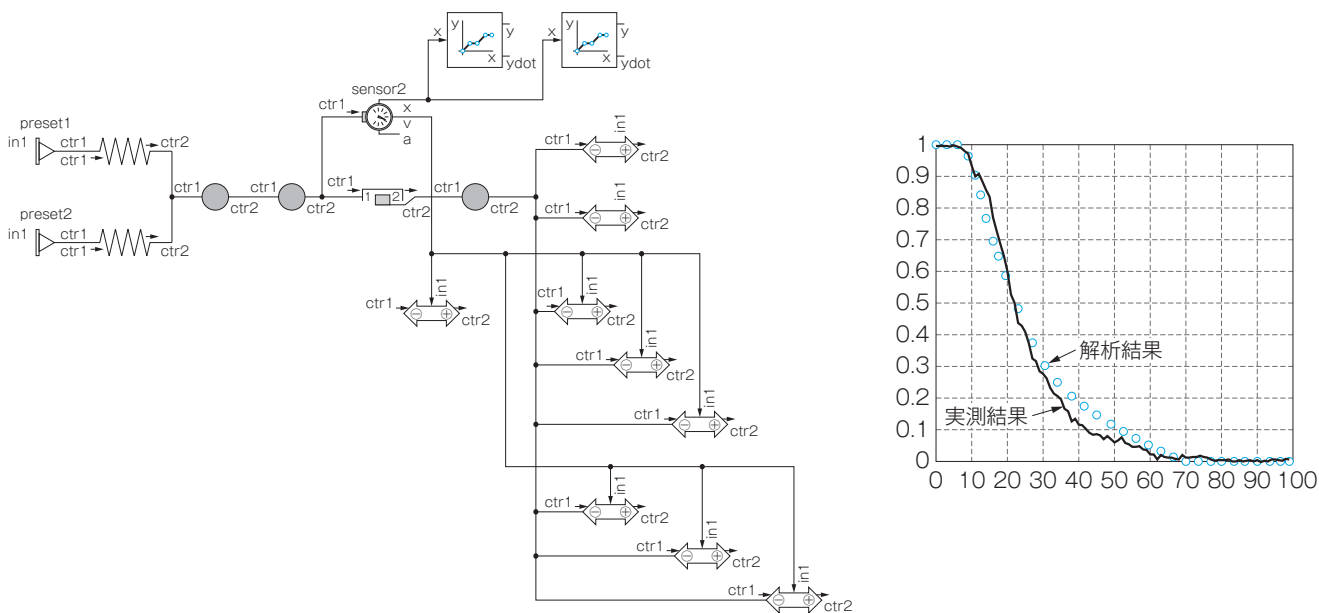
主回路の三次元電界解析例を示す。

る。当社は従来から三次元電界解析を採用している。第3図に電界解析実施例を示す。設計の検討段階から解析による電位分布の定量評価を実施することで、主回路の適切な形状・配置の最適化を図った。その結果を踏まえ、実機による耐電圧試験では、本GISは低ガス圧力化しても十分な絶縁性能を有することを確認した。

3.2 機構設計技術

最新の縦磁界電極を搭載したVIがその遮断性能を十分に発揮するためには、適切な速度で接点开閉する必要がある。VCBの操作機構には最適な開閉速度を出力できる新形電動ばね操作器を採用した。操作器を設計する際、遮断性能に必要なVIの動作特性に見合った操作機構出力を一次元機構解析によって求め、設計に必要な各種ばね諸元を決定した。実機による検証では、解析結果と実機特性を比較するとほぼ同じ特性結果が得られ、精度よく設計できていることを確認できた。第4図に構造解析実施例を示す。

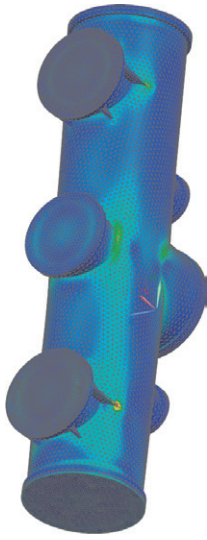
当社の大電力試験所でJEC-2300に準拠する遮断試験を実施し、必要な遮断性能を有することを確認した。



第4図 機構解析実施例

機構解析例を示す。解析結果と実機特性は、ほぼ同じ特性結果を得た。

.....



第5図 応力解析実施例

タンクの応力解析例を示す。

3.3 構造設計技術

構造設計では、圧力封入時のタンク変位と応力解析を実施した。タンク各部の応力及び変位が設計基準値内になることを確認するとともに、適切なタンクの径・板厚を検討した。第5図に応力解析実施例を示す。

4 むすび

世界最高電圧クラスのVCBを採用した204kV V-GISを製品化した。本GISは、従来のGCBを搭載したGISに比べてLCC低減に大きく貢献できる機種である。今後もVCBの活躍の場を広げるために更なる高電圧VCBの開発製品化を目指していく所存である。

・本論文に記載されている会社名・製品名などは、それぞれの会社の商標又は登録商標である。

《執筆者紹介》



縣 祐介
Yusuke Agata
変電機器工場
スイッチギヤの開発設計に従事



小林 徹
Toru Kobayashi
変電機器工場
スイッチギヤの開発設計に従事