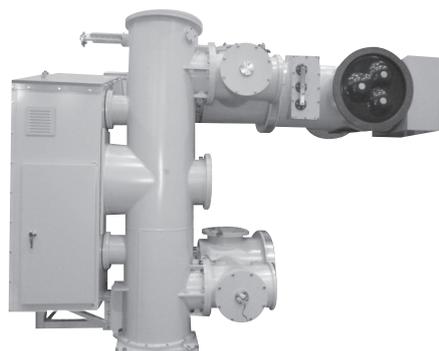


204kV ガス絶縁開閉装置

原田久司 Hisashi Harada

キーワード GIS, 204kV, VCB, ライフサイクルコスト低減, 省スペース化

概要



204kV GIS

2013年に開発した168/204kV 2点切タンク形真空遮断器（VCB）の技術を用いて、204kV ガス絶縁開閉装置（GIS）を開発した。GISとすることで設置スペースをオープンストラクチャ方式と比べ大幅に削減できる。また、従来のガス遮断器（GCB）を使用したGISと比べ、VCBを使用することで温室効果ガスである六フッ化硫黄ガスの使用量を削減できる。縦磁界電極構造を採用した真空インタラプタは遮断時のアークを分散させることで電極の消耗が少なくなり、負荷電流開閉は10,000回とGCBをはるかに上回る。このため、VCBのライフサイクルコストはGCBと比べて安価となる。この204kV GISで既設のリプレイスと新規案件に対応していく。

1 まえがき

当社は真空遮断技術を得意としており、従来、ガス遮断器で対応していた高い電圧にも真空遮断器（VCB）を適用させる研究・開発を行っている。近年では、2013年にVCBの高電圧・大容量化の開発を行い、120kV 1点切り・168/204kV 2点切りタンク形VCBを製品化した⁽¹⁾。さらに、高電圧1点切りのVCB技術を応用した世界初145kVクラスの海外向けガス絶縁開閉装置 ファイジーアイエス V-GISを開発し、2016年2月に初出荷した⁽²⁾。

当社が30年ほど前に鉄道の204kV変電所に納入したガス絶縁形開閉装置（GIS）V-Sub140Gが更新時期を迎える。これを機に更新需要をターゲットとした204kVのGISを開発した。このGISは先に開発した204kV 2点切りタンク形VCBの技術を用いて構成している。GISは単体機器を設置するオープン

ストラクチャ方式と比べて大幅な省スペース化を図ることができる。本稿では、204kV GISの構造及び特長を紹介する。

2 定格及び構造

第1表に204kV GISの定格事項を、第1図に外観を、第2図に回路構成を、第3図に断面図を示す。204kV GISの定格電圧は204kV、定格電流1200A 遮断電流31.5kA、回路構成は204kVクラスの変電所の構成に合わせ、2L-2B（2回線受電-2バンク）に対応できる構成としている。一番左側は操作箱で、内部はVCBの操作機構などが納まっている。その右側の円筒形のタンクには、VCBの真空インタラプタ（VI）が2本上下に設置されている。これが奥行方向に3本並んで設置される。そのタンクの上下から1相ずつ、さらに右側の大きな円筒形

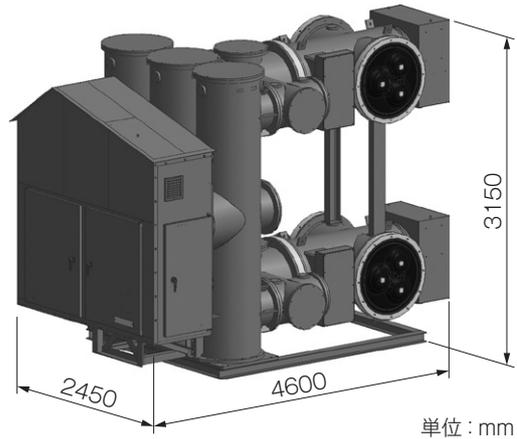
第 1 表 204kV GIS 定格事項

204kV GISの定格事項を表す。

機種	項目	仕様	
管路形 GIS	定格電圧	204kV	
	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	
	絶縁媒体	SF ₆ ガス絶縁	
	定格ガス圧力 (at 20°C)	VCB	0.16MPa・G
		母線 DS + ES	0.16MPa・G
		そのほか	0.5MPa・G
	適用規格	JEC 2350 (2005)・JRCS302	
	設置場所	屋外	
	周囲温度	-20°C~40°C	
	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-3s	
	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		手動・電動	
ES	定格電圧	204kV	
	定格短時間耐電流	31.5kA-2s	
	操作方式	手動	
接地開閉器 (線路 HSES)	定格電圧	204kV	
	定格短時間耐電流	31.5kA-2s	
	操作方式	手動・電動ばね	
	適用規格	JEC 2310 (2014)・JRCS302	

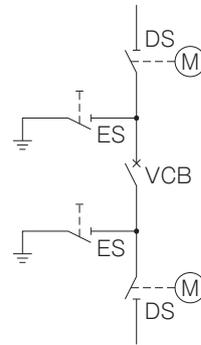
を横に配置したタンクに3相まとめられて接続される。このタンクに3相の断路器 (DS) と接地開閉器 (ES) が収納される。DS部分の円形の開口部から母線に接続されることになる。

第 4 図 に2L-2Bの単線接続図の構成例を、**第 5 図** に204kV GISで構成した場合の外形を鳥瞰



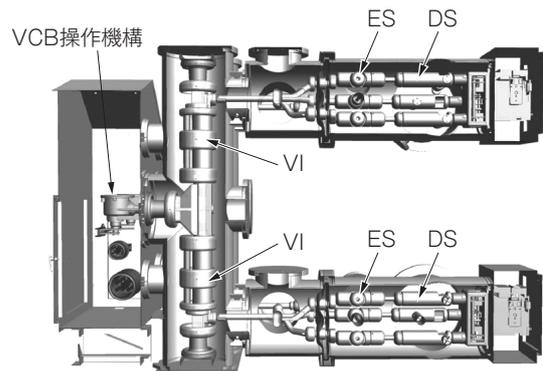
第 1 図 204kV GIS ユニット

204kV GIS ユニットの外觀図を示す。



第 2 図 204kV GIS ユニット回路構成図

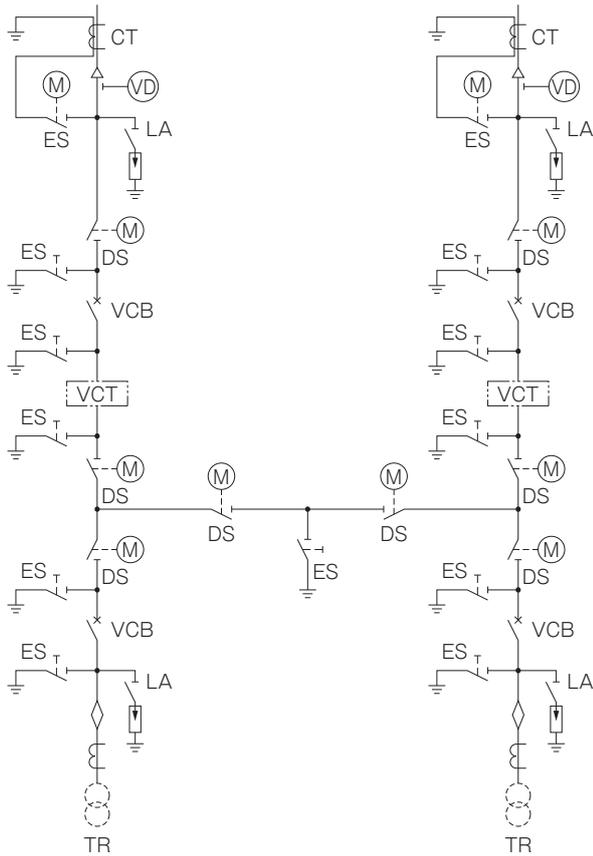
204kV GIS ユニットの回路構成機器を示す。



第 3 図 204kV GIS 断面図

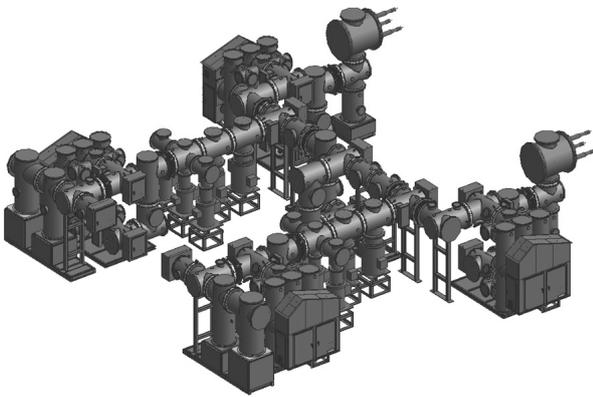
204kV GIS ユニットの断面図を示す。内部に構成する機器の配置を表している。

図で示す。これはケーブルで受電する例で、主変圧器がGISに直結される場合を想定している (主変圧器は図示していない。主回路の取り合い部分のみを示した。)



第4図 2L-2Bの単線接続図の構成例

2回線受電-2バンクの機器構成を示した単線接続図例を示す。



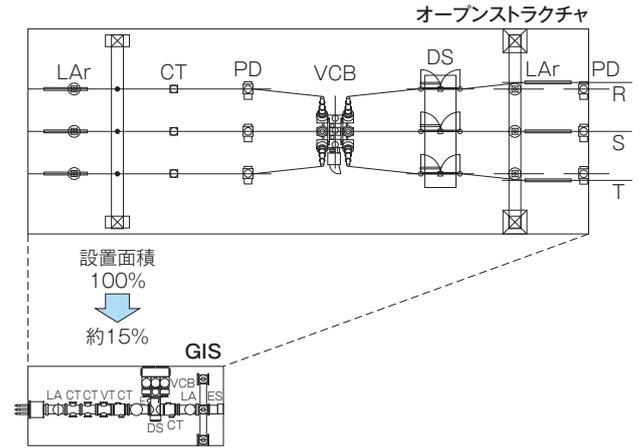
第5図 204kV GISで構成した外形図

第4図の単線接続図例の機器構成を204kV GISユニットで配置した場合の鳥瞰図を示す。

3 特長

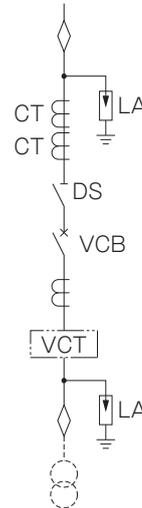
3.1 省スペース化

204kV GIS最大の特長は設置スペースの縮小化である。第6図に単体機器を使用し、架線で接続した場合（オープンストラクチャ方式）とGISの場合



第6図 オープンストラクチャ方式とGISの設置面積比較

第7図の単線接続図の構成機器をオープンストラクチャで配置した場合の設置面積を100%とした場合、GISで構成すると設置面積は約15%となる。（注：変圧器は設置面積の比較対象から外している。）



第7図 1L-1Bの単線接続図例

1回線受電-1バンクとした場合の単線接続図例を示す。

の設置面積の比較を示す。この構成機器は、比較しやすいように1L-1B（1回線受電-1バンク）とした。

第7図に1L-1Bの単線接続図例を示す。オープンストラクチャ方式は、機器ごとに点検しやすいという利点はあるが、設置面積が大きいため広大な用地が必要となる。このため建屋や地下に設置する場合、また設備更新の場合には、十分なスペースを確保できず配置に苦勞する場合が多い。この配置例では、オープンストラクチャ方式の設置面積を100%とすると、GISの設置面積は約15%で設置できる。

このようにGISは少ない面積で設置できることか

ら、平地の少ない山間部や地下などの狭いスペースでもレイアウトが容易となる。また既設の更新時など、スペースが限られる場合にも優位となる。

3.2 低環境負荷

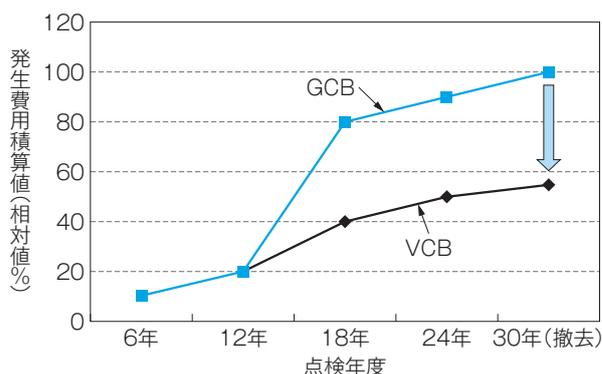
従来、204kVクラスの変電所ではガス遮断器(GCB)が適用されることが多かった。GCBの遮断部には一般的に六フッ化硫黄(SF₆)ガスが使用されている。SF₆ガスは温室効果ガスの1つで、その地球温暖化係数は同じ温室効果ガスの二酸化炭素(CO₂)を1とした場合、22,800⁽³⁾となり、量が少しでも大きな影響がある。しかし、これに代わる物質を探すことは難しいことから、使用する量を削減し、大気に放出しないことが必要となっている。

当社のGISはVCBを採用していることから、遮断部にはVIを使用しているため遮断媒体としてSF₆ガスを使用していない。ただし、絶縁を保つための絶縁ガスとしてSF₆ガスを使用しているが、GCBと比べてガス圧が低く抑えられる(当社比較では、GCBは5.0気圧、本製品は1.6気圧となる)ため使用量は半分程度に減らすことができる。また電流遮断時にSF₆分解ガスを変質させないため、リサイクルできる。

3.3 ライフサイクルコスト(LCC)低減

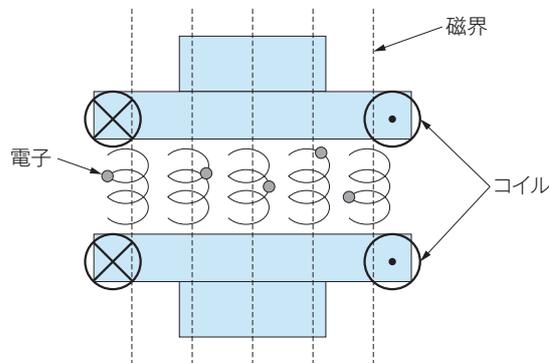
VCBを採用するメリットは、環境負荷低減だけではない。GCBはSF₆ガス中で電流を遮断するため、SF₆ガスのアークによる変質が起こる。このため、GCBは一般的に開閉操作2000回ごとにタンクを開放して内部の点検と部品交換が必要となる。一方、VCBは電流をVI内部で遮断するため、アークによるSF₆ガスの変質は無く、VIについても電極消耗量が少ないため、開閉寿命とされる10,000回まで内部点検が不要である。

第8図にGCBとVCBの保守・点検費用の推移を示す。これは一般的な用途の比較で、GCBは18年でタンクを開放して点検・部品交換をする想定としているため、18年目からGCBとVCBで発生費用の差が開く。30年後ではその差は約40%となる。電鉄用の変電所は、頻度の高い所では1日1回程度の開



第8図 GCBとVCBの保守・点検費用の推移

VCBとGCBの点検・メンテナンスにかかる費用を6年ごとに算出し比較した。12年目までは大差ないが、GCBは18年目にGISを開放して点検・部品交換を行うため、コストに差が出る。



第9図 縦磁界電極構造

電極のコイルによって縦磁界が発生し、VIを遮断した時に出てきた電子は縦磁界によって分散し、回転しながら電極間を移動する。

閉を行うため、GCBと比べて開閉寿命の長いVCBは更にメンテナンス費用を低減できる。

3.4 最新の縦磁界電極VI採用

本製品に使用しているVI電極は、耐電圧性能・耐溶着性能に優れている銅クロム材料を使用し、電極機構は当社の解析技術から求められた縦磁界電極構造(第9図)を採用することで遮断性能を確保している。磁界をかけないと遮断時に発生したアークは1か所に集中してしまい、電極の消耗の要因となるが、電極で縦磁界を発生させることでアークを電極に均一に分布させることができる。アークが分散することで、磁界をかけない場合と比べて電極の損耗量が少なくなり、高い遮断性能と信頼性を実現した。

4 むすび

当社は得意技術であるVCBの開発を進め、世界に例のない高電圧化にチャレンジしてきた。電鉄分野にとっても開閉寿命の長いVCBは優位な存在となる。超高圧変電所でVCBがGCBに取って代わることができれば、環境の面からも地球に貢献できる。さらにGCBと比べてイニシャルコストが高くなる場合でも、VCBはLCCまで考慮すればGCBと同等、場合によっては低コストになる。このようなVCBの可能性を広くお客様にご理解いただけるように活動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。

《参考文献》

- (1) 勝又清仁, 塩崎光康, 長竹和浩:「120～204kVタンク形真空遮断器 (VCB) の製品化」, 明電時報340号, 2013/No.3, pp.44-47
- (2) 「真空遮断器を用いた世界初145kVのGIS (V-GIS) を初出荷」, 明電舎ニュースリリース, 2016.2.12
- (3) 「温室効果ガス総排出量算定方法ガイドライン」, 環境省地球環境局地球温暖化対策課, 2015.4

《執筆者紹介》



原田久司
Hisashi Harada

電鉄システム事業部技術部
電鉄用配電設備のエンジニアリング業務に従事