

72/84kVキュービクル型ガス絶縁開閉装置 “HG-VG-A”

吉田忠広*
森藤英二**
黒明慎太郎**

72/84kV Cubicle-type Gas Insulated Switchgear “HG-VG-A”

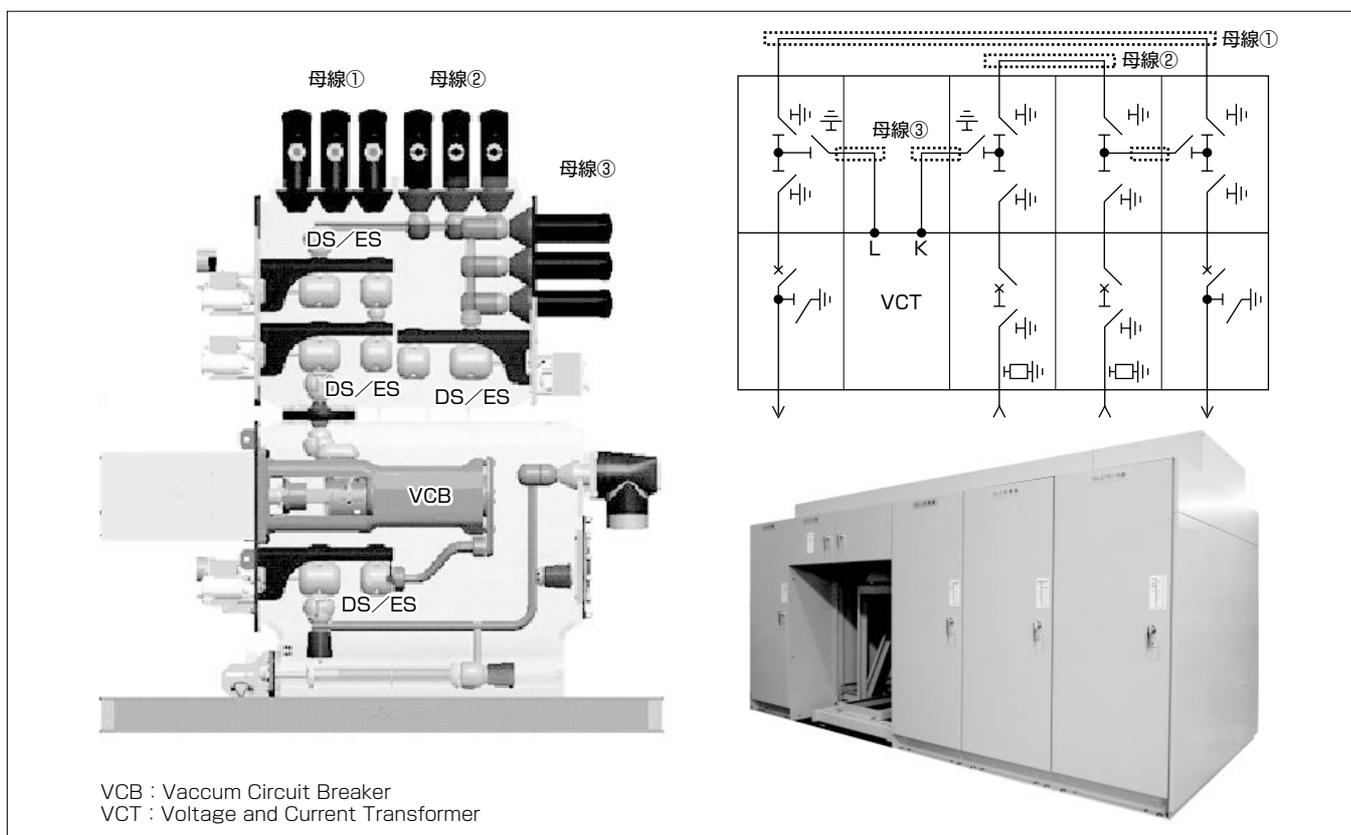
Tadahiro Yoshida, Eiji Moritoh, Shintaro Kuroaki

要旨

特高受配電設備に適用されるキュービクル型ガス絶縁開閉装置(C-GIS)の縮小化及び高集積化に対する電力需要家の要望を受けて、今回72/84kV C-GIS“HG-VG-A”を開発した。受配電設備に広く適用される2回線受電1VCT2バンク回路は、特高C-GISでは5面で構成されることが多い。また、運用中の停電時間短縮要求に対して、バイパス開閉器及び区分開閉器を追加した回路の特高C-GISでは7面で構成されていた。

今回の開発では、バイパス・区分開閉器付であってもバイパス・区分開閉器なしと同じ設置面積で構成できる高集積配列を開発コンセプトとして、開発に着手した。高集積配列を実現させるためには、C-GIS母線タンクに母線用、

バイパス用及び区分用の開閉器を最大3台収納し、かつ、隣接するC-GISと接続する母線を最大3系統配置する構造を実現することが必要であった。そのため、母線・バイパス・区分開閉器に用いられるDS/ES(接地装置付断路器)の縮小化に取り組むとともに、84kV定格の絶縁性能を持つ固体絶縁母線を開発・適用した。さらに受電部のDS、ES回路構成の見直し、圧力タンク構造の見直しを進めて、C-GIS全体の縮小化及び軽量化を実現した。この開発によって、バイパス・区分開閉器付2回線受電1VCT2バンク回路をバイパス・区分開閉器なし回路と同じ設置面積で構成することが可能となり、配列全体の設置面積及び質量を従来機種比で30%以上削減することができた。



縮小化と高集積化を実現した72/84kV C-GIS“HG-VG-A”

従来機種では7面で構成されていたバイパス・区分開閉器付2回線受電1VCT2バンク回路を、5面で構成できる技術を搭載したC-GIS“HG-VG-A”を新規開発した。左の図はHG-VG-A受電盤の構造、右上の図はHG-VG-Aで適用したバイパス・区分開閉器付2回線受電1VCT2バンク回路の配列(5面構成)、右下の図はHG-VG-Aの外観を示す。

1. ま え が き

電力需要家の特高受配電設備には、複数の機器を1つの圧力タンク内に集約した三相一括構成のキュービクル型ガス絶縁開閉装置(Cubicle-type Gas Insulated Switchgear : C-GIS)を適用することが多い。近年のC-GISの更なる縮小化及び高集積化の要望を受けて、三菱電機ではC-GIS“HG-VG-A”の開発を行った。

本稿では、HG-VG-Aの概要及び採用した技術について次に述べる。

2. HG-VG-Aの概要

2.1 HG-VG-Aの配列構成

今回開発したHG-VG-Aは、特高受配電設備で採用されることが多い2回線受電1VCT2バンク回路のうち、特に運用中における停電時間短縮の要求が高い場合に適用されるバイパス開閉器及び区分開閉器付回路に対して、次の構想で構造面の検討を行った。

- (1) バイパス・区分開閉器付であっても、バイパス・区分開閉器なしの構成と同じ設置面積(5面構成)を実現する。
- (2) 2系統のうち片側の系統を運転しながら、もう片側の系統を更新できる配列構成にする。

また、受電部のDS、ESの構成を見直し、一部機能をケーブル終端部に持たせることで、受電点DSとESを統合して受電部の開閉器の削減を検討した(図1)。

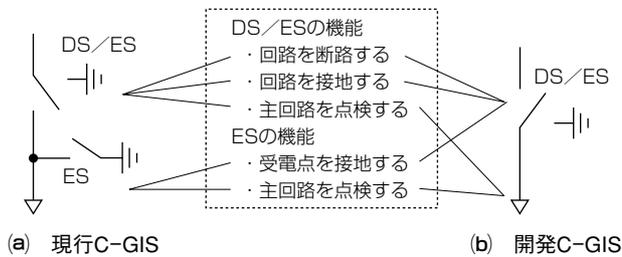


図1. 受電部DS/ESの構成

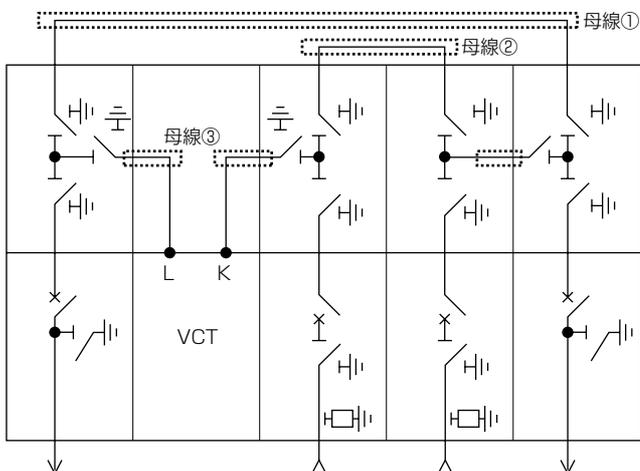


図2. HG-VG-Aの配列構成(バイパス・区分開閉器付2回線受電1VCT2バンク回路)

このように、開発コンセプトの段階で配列集約及び受電点DSとESの統合を考慮したC-GIS構成として図2に示す配列構成を設定し、これの実現を念頭に開発着手した。

2.2 HG-VG-Aの構造

図2の配列構成に対して、従来機種“HG-VG”では実現できないのは次の2点である。

- (1) 母線タンク内に母線用開閉器及び区分開閉器を最大3台収納
- (2) 隣接するC-GISと接続する母線(図2の破線部)を最大3系統配置

(1)は、母線タンクに収納するDS/ES単体の縮小化とタンクの前面・後面の両方からDS/ESを収納する構造を採用することで実現した。

また、(2)を実現するために、従来24/36kV定格で適用事例が多い接地シース付の固体絶縁母線と同じコンセプトで72/84kV定格を新たに開発して採用した。

これらの対応を含めて図3に示すC-GIS構造を採用した。図3の母線①~③は、図2の母線番号と対応している。併せてHG-VG-Aの仕様を表1に示す。

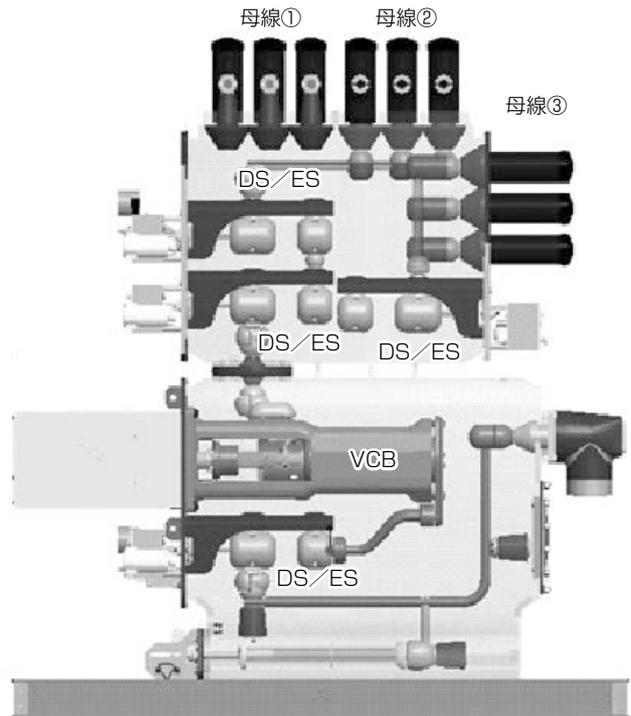


図3. HG-VG-Aの構造(受電盤)

表1. HG-VG-Aの仕様

項目	仕様
準拠規格	JEM-1499
定格電圧	72kV/84kV
定格電流	600A, 800A
定格周波数	50Hz/60Hz
定格短時間耐電流	25kA/31.5kA, 1s
封入ガス	SF ₆ ガス
ガス圧力(at 20℃)	定格: 0.05MPa 警報: 0.03MPa

3. HG-VG-Aの採用技術

今回開発したHG-VG-Aで採用した主要な技術は、①DS/ES単体の縮小化と母線タンクへの高集積化、②固体絶縁母線の採用、③圧力タンクの構造変更である。

3.1 DS/ES単体の縮小化と母線タンクへの高集積化

母線タンク内に最大3台DS/ES(接地装置付断路器)ユニットを収納するため、主に長手方向(C-GIS奥行方向)の縮小を行った。まず、図4に示すように、複数の部品で構成されていた端子を一体構造に変更した。さらに部品一体化に伴う形状最適化に伴ってDS極間及びES極間の電界分布を見直し、それぞれの極間寸法を縮小した。これらの検討によって、約15%の全長縮小が可能となった。

さらに、従来は母線タンクの前面又は後面だけにDS/ESユニットを搭載していたが、前後面両方へのユニット搭載及びユニット間の接続を実現することで、母線タンクへの高集積化を実現した。

3.2 固体絶縁母線の採用

従来のHG-VGで採用していたガス絶縁母線では、相間及び対地間の絶縁距離確保が必要であるため、縮小化には限界があった。また、工場内の組立・解体及び客先の据付け作業・増設で、母線組立後のガス処理(ガス回収、真空引き、絶縁ガス封入)工程が必要となるため、作業時間の短縮が困難であった。これに対して、今回開発した固体絶縁母線は、シリコンゴムで形成された絶縁層、絶縁層内面に導電ゴムで形成した電界緩和シールド、絶縁層の表面に導電ゴムで形成した接地シースで構成しており、固体絶縁

母線間には絶縁距離を設ける必要がなく、母線の高密度配置が可能となる。図5に固体絶縁母線の適用事例を示す。固体絶縁母線は、C-GISへ設置されている専用ブッシングに接続アダプタを取り付け、接続アダプタ間に母線を設置する。ブッシングは図5のように相方向及び奥行方向に斜めに配置し、内部導体の電界配置最適化を考慮することで、母線タンク内のブッシング及び高電圧導体配置の集約化を実現している。最終的に、図3で示すように、固体絶縁母線を母線タンク上面に2系統、後面に1系統で最大3系統配置できる構成を実現した。



図5. 固体絶縁母線の適用事例

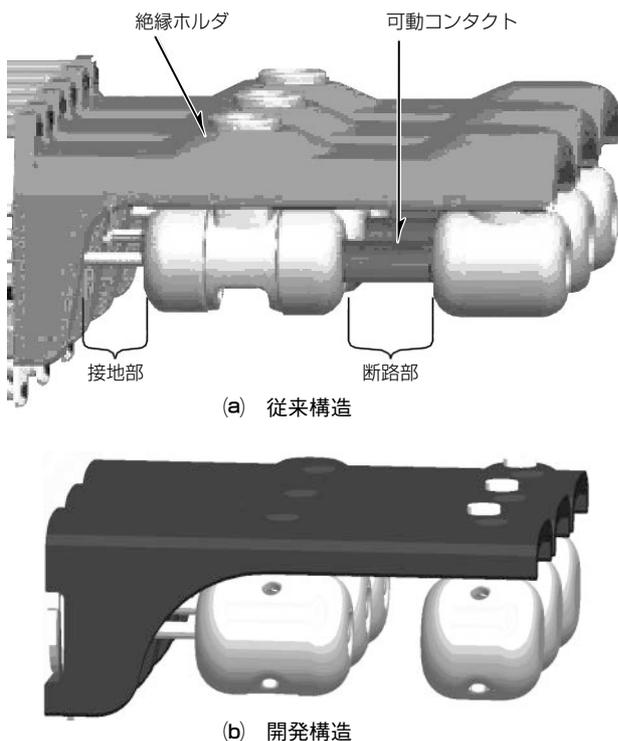


図4. DS/ES主回路部の構成比較

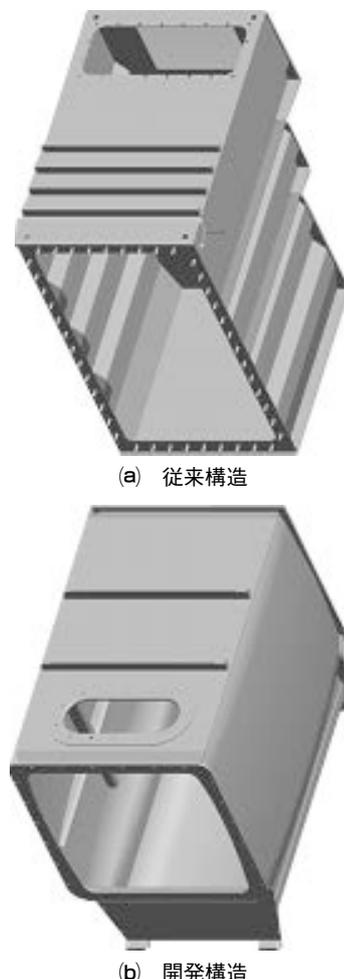


図6. DS/ES主回路部の構成比較



図7. 開発タンクの応力分布(1/2モデル)

表2. 設置面積と質量の比較(2回線受電1VCT2バンク回路)

項目	HG-VG(従来)	HG-VG-A(開発)
設置面積	19.2m ²	13.2m ² (▲31%)
質量	21.0ton	13.5ton (▲36%)



図8. HG-VG-Aの初号機

3.3 圧力タンクの構造変更

C-GISは、大気圧近傍の低い圧力の絶縁ガスを用いており、圧力タンクを軽量化できるメリットがある。図3下方に示すVCB(真空遮断器)やDS/ES、避雷器等を収納するタンクで所定の圧力強度を確保するため、従来機種では図6(a)のように、補強削減を志向した曲げ板構造をタンク側面板に採用していた。この構造では、側面板の奥行方向の剛性が高いため、真空引きや絶縁ガス封入時に側面板と接する前後の板との間に局所的な応力が発生することがあり、その対応で部分的な追加補強が必要であった。これに対して、今回の開発品は、図6(b)のように三次元曲げ加工した側面板を採用することで追加補強を適用しなくても局所的な応力を緩和できるため、タンク全体の部品点数を削減することができた。このように、圧力タンクの部品点数を削減することで、軽量化と加工時間短縮を実現している。今回の開発タンクの応力分布を図7に示す。

4. む す び

今回開発した72/84kV C-GIS“HG-VG-A”の仕様・構造及び技術を述べた。従来機種HG-VGから採用されている部品点数の削減及びメンテナンスの削減を志向した電磁ばね操作式真空遮断器や、DS/ES操作装置は引き続き継承し、DS/ES主回路部の縮小化、固体絶縁母線、三次元曲げ圧力タンク等を適用することで、バイパス・区分開閉器付2回線受電1VCT2バンク回路(現行7面)をバイパス・区分開閉器なしの回路と同じ据付け面積(5面)で実現した。これによって、表2のように配列全体の設置面積と質量はそれぞれ従来機種に対して大幅に削減することができた。この製品は、順次製作を進めている(図8)。

今回達成したDS/ESの縮小化、固体絶縁母線の採用を基本に、2回線受電1VCT2バンク構成以外のメニューぞろえを進めることで、72/84kV受配電設備への適用拡大を進めていく。