

36kVキュービクル型ガス絶縁開閉装置 “HS-X-2”

森 隆広*
Takahiro Mori
井上直明*
Naoaki Inoue
大西健司†
Kenji Onishi

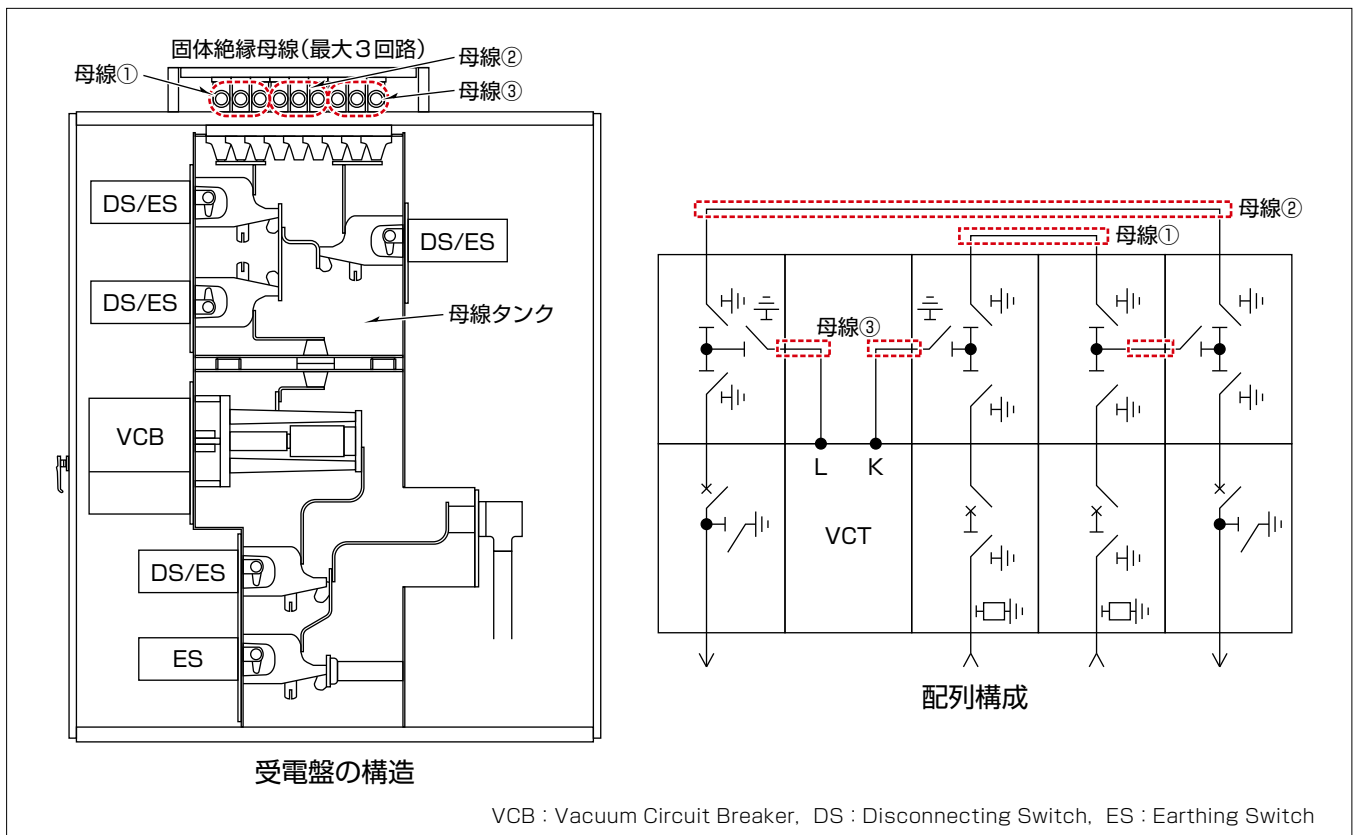
36kV Cubicle-type Gas Insulated Switchgear "HS-X-2"

要 旨

国内特高受配電設備に適用される、キュービクル形ガス絶縁開閉装置(C-GIS)に対する設置面積縮小化及び高集積化の要望を受けて、今回、36kV C-GIS“HS-X-2”を開発した。運用中のVCT(Voltage Current Transformer)定期メンテナンス時の停電時間短縮要求に対応して、バイパス開閉器及び区分別開閉器を追加した回路構成になった場合、従来の特高C-GISでは12面で構成されていた。今回の開発では、バイパス・区分別開閉器付きであってもバイパス・区分別開閉器なしの場合と同じ面数及び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・区分別開閉器に用いられるDS/ES(接地開閉装置付き断路器)の小型化に取り組むとともに、36kV定格の絶縁性能を持つ固体絶縁母線を適用した。

この開発によって、バイパス・区分別開閉器付き2回線受電1VCT2バンク回路をバイパス・区分別開閉器なし回路と同じ設置面積で構成することが可能になり、配列全体の設置面積を従来機種比で約40%削減できた。



高集積化を実現した36kVキュービクル型ガス絶縁開閉装置“HS-X-2”

従来機種では12面で構成されていたバイパス・区分別開閉器付き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“HS-X-2”を新規開発した。左の図はHS-X-2受電盤の構造、右の図はHS-X-2で適用したバイパス・区分別開閉器付き2回線受電1VCT2バンク回路の配列(5面構成)である。

1. ま え が き

電力需要家の特高受配電設備には、複数の機器を一つの圧力タンク内に集約した三相一括構成の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、“HS-X-2”の開発を行い、2020年に市場投入を計画している。

本稿では、HS-X-2の概要及び採用技術について述べる。

2. HS-X-2の概要

2.1 HS-X-2の配列構成

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、特に運用中での停電時間短縮の要求が高い場合に適用されるバイパス付き回路を構成する場合、バイパス開閉器及び区分開閉器を追加する必要がある。従来製品では機器の追加に合わせて面数が増加するため、設置面積が大きく市場競争力を失っていた。そこで、今回開発したHS-X-2は、次の構想で構造面の検討を行った。

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

このように、開発コンセプトの段階で配列集約を考慮したC-GIS構成として図1に示す配列構成を設定し、これらの実現を念頭に開発着手した。

2.2 HS-X-2の構造

HS-X-2の配列構成(図1)に対して、従来機種“HS-X”では実現できないのは次の3点であった。

- (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1の破線部)を最大3系統配置
- (3) 母線用開閉器での多数回開閉仕様への対応

(1)は、母線タンクに収納するDS/ES単体の縮小化及びタンク前面・背面の両方から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24kV定格で適用事例が多い接地シース付きの固体絶縁母線と同じコンセプトで36kV定格品を採用した。さらに(3)については、開閉器の可動ブレードにスリットを入れて、DS/ES操作力を低減し、DSの耐用回数を向上させること

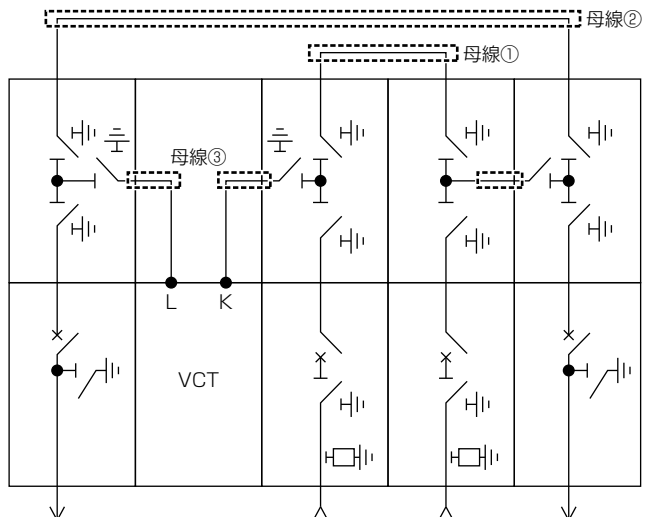


図1. HS-X-2の配列構成
(バイパス・区分開閉器付き2回線受電1VCT2バンク回路)

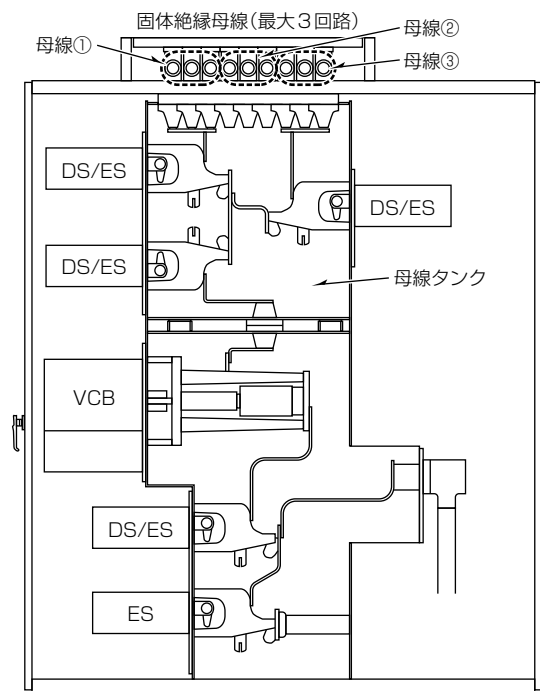


図2. HS-X-2の受電盤構造

で実現した。

これらの対応を含めて図2に示すHS-X-2の受電盤構造を採用した。図2の母線①～③は、図1の母線番号と対応している。併せてHS-X-2の仕様を表1に示す。

3. HS-X-2の採用技術

今回開発したHS-X-2で採用した主要な技術は、①固体絶縁母線の採用、②DS/ESの低接圧化、③DS/ESの高集積化、④DSの電流開閉性能の確保である。また、HS-X-2の遮断器構造についても述べる。

表1. HS-X-2の仕様

対象	項目	仕様
C-GIS	準拠規格	JEM 1425 : 2011
	定格電圧	36kV
	定格電流	630A
	定格周波数	50/60Hz
	定格短時間耐電流	25kA, 1s
	封入ガス	SF ₆ ガス
	ガス圧力(at20℃)	定格 : 0.03MPa 警報 : 0.02MPa
	耐震性	JEM-TR 144 水平3.92m/s ²
遮断器	準拠規格	JEC-2300-2010
	種類	真空遮断器
	定格遮断電流	25kA
	操作機構	電動ばね操作
断路器/ 接地開閉器	定格遮断時間	3サイクル
	準拠規格	JEC-2310-2014
	操作機構	電動/手動

JEM : 日本電機工業会規格, SF₆ : 六フッ化硫黄,
JEC : 電気規格調査会

3.1 固体絶縁母線の採用

従来のガス絶縁母線方式のC-GISの場合、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、工場内の組立て・解体及び現地客先での据付け・増設作業で、母線組立て後のガス処理(ガス回収、真空引き、絶縁ガス封入)工程が必要になるため、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HS-X-2で採用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いる。固体絶縁母線間には絶縁距離を設ける必要がないため、母線の高密度配置を可能にした。また、タンク上面に母線を集約したため、現地作業スペースを集約できる。さらに現地据付け時のガス処理が不要であるため、据付け作業時間を短縮できる。

図3にHS-X-2での固体絶縁母線の接続例を示す。固体絶縁母線は、HS-X-2母線タンク上部に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て、接続アダプタ間に母線を配置する。ブッシングは図3に示すように相方向及び奥行き方向に斜めに合計3列配置し、内部導体の電界配置最適化・簡略化を考慮することで、母線タンクでのブッシング及び高電圧導体配置の高集約化を実現している。最終的に、図3に示すように固体絶縁母線を母線タンク上面に3系統配置できる構成を実現した。

3.2 DS/ESの低接圧化

HS-X-2のDS/ESユニットの接触部構造を図4に示す。DS/ESユニットの可動部には刃形開閉器構造を採用した。接地端子又は断路器端子に2枚1対のDS/ES可動ブレード

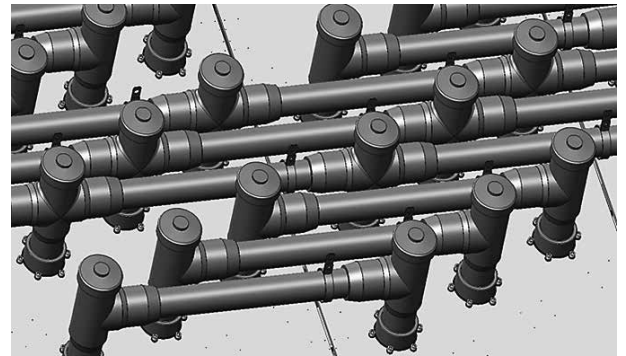


図3. 固体絶縁母線の接続例

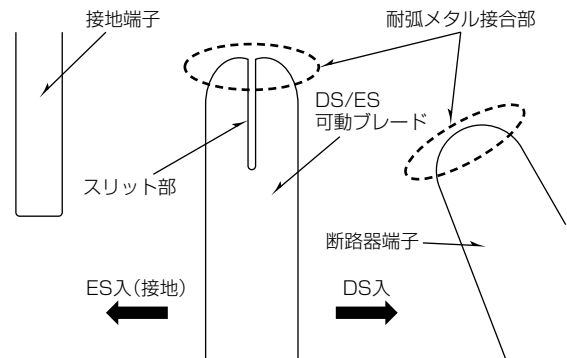


図4. DS/ESの接触部構造

ドを嚙(か)み込ませて端子両面の2点以上で接触させ、外付けのばねによって接触部に接圧荷重を与える構造である。従来機種では、負荷電流の通電性能に影響する接触抵抗の低減及び大電流通電時の接触部の溶着を防止するために大きな接圧荷重が必要であり、DS/ESユニットのDS入の状態又はES入(接地)操作に必要な操作力が大きかった。

これに対してHS-X-2のDS/ESユニットでは、図4に示すようにDS/ES可動ブレード先端にスリットを設けることで、2枚1対のブレードが4点以上で接地端子又は断路器端子に接触する多点接触構造になり、1点当たりには流れる電流値を低減させている。これによって、低い接圧荷重でも接触抵抗の低減、耐溶着性能の向上が可能になり、結果的に従来機種に対して接圧荷重を35%低減できた。

また、HS-X-2では接触部の低接圧化を図ったことで、従来機種に対してDS/ESユニット入切に必要な操作力も低減できた。その結果、DS機構部の耐用回数が向上し、従来機種(DS開閉回数2,000回仕様)に対して、HS-X-2は交通市場向けの多数回開閉仕様(DS開閉回数10,000回仕様)に対応している。

3.3 DS/ESの高集積化

図5(a)に従来機種を列盤した場合の模式図を示す。受電盤・母線区分盤・VCT盤・フィーダ盤からなる12面でバイパス・区分別開器付き2回線受電1VCT2バンク回路

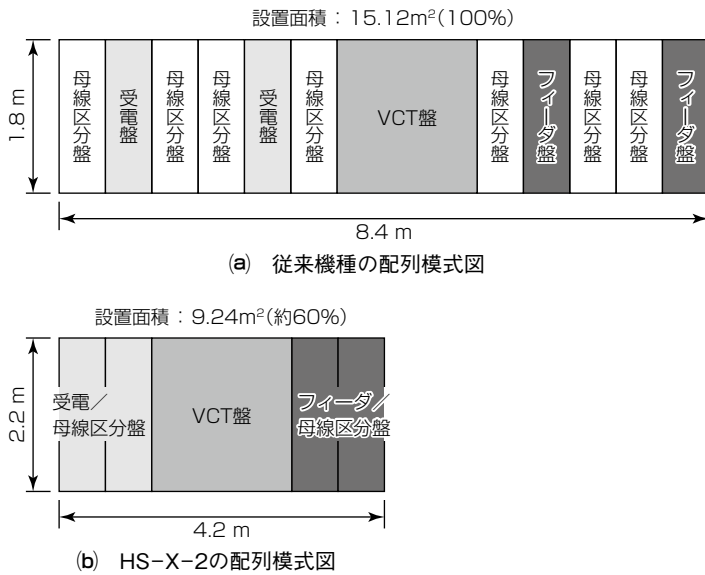


図5. 配列構造の比較
(バイパス・区分開閉器付き2回線受電1VCT2バンク回路)

を構成している。同様な回路をバイパス・区分開閉器なしの配列と同じ設置面積(5面)で構成するために、母線区分盤の機能を受電盤・フィーダ盤に集約する構成を検討した。機能集約のためには、図2に示すようにC-GIS母線タンク内に最大3台のDS/ESユニットを収納する必要がある。DS/ESユニットの小型化に当たり、電界解析を用いて充電部位の端部Rの最適化、相間・対地間・極間寸法の最適化を実現した。これによってHS-X-2では、図5(b)に示すようにバイパス・区分開閉器付き2回線受電1VCT2バンク回路を5面で構成し、図5の従来機種に比べて設置面積が約40%縮小した。

3.4 DSの電流開閉性能確保

回路内のVCT盤では、バイパス回路を設けて一方の母線だけを停電させてVCTの交換を行うことを想定しており、DS/ESを用いてVCTループ電流を遮断する必要がある。電流遮断時にDS/ES可動ブレードと断路器端子間に発生するアークでDS/ES可動ブレードが溶融しないよう、断路器端子と係合し始める図4の破線部に示すブレード先端部と断路器端子に耐弧メタルを接合している。バイパス回路へ切り替える際のアークの発生点を銅製のブレード上から耐弧メタル上に移動させることで、ブレードの損耗を抑制している。これによってDSのループ電流開閉性能を確保でき、バイパス回路を用いることで停電の伴わないVCTの交換が可能になったため無停電運用が実現できる。

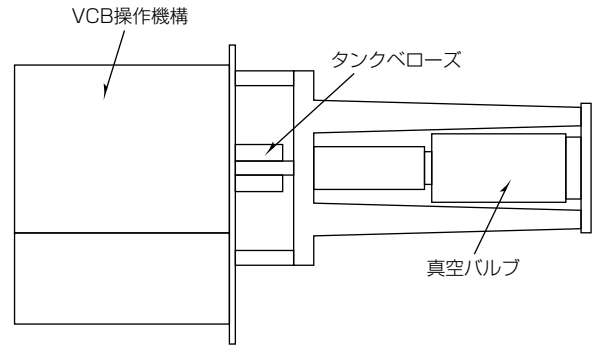


図6. 真空遮断器

3.5 遮断器ユニット

HS-X-2には図6に示す電動ばね操作式の真空遮断器を搭載している。開閉回数10,000回の仕様に耐え得る強度設計を実施した。また遮断器の可動するガスシール部にはベローズを採用し、気密信頼性を高めている。タンクベローズ(タンク内と気中との気密可動部のベローズ)、及び真空バルブ内のベローズ(真空バルブとタンク間の気密可動部に使用)のベローズ形状を一致させることで、タンク内の温度変動に伴ってガス圧力が変動した場合でも、真空バルブの自閉力が変動しない構造にしており、温度変動に対して高い均一性を持つ。

4. むすび

今回開発した36kV C-GIS“HS-X-2”の仕様・構造及び採用技術について述べた。固体絶縁母線の適用、電界解析を用いた充電部品の端部Rの最適化、相間・対地間・極間寸法の最適化によって、母線用開閉器・区分開閉器の高集積化を実現し、バイパス・区分開閉器付き2回線受電1VCT2バンク回路(現行12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、配列全体の設置面積を従来機種に対して約40%削減できた。

また、可動ブレードにスリットを設けることでブレード接触部を低接圧化し、DS/ES操作力の低減を図り、交通市場向けのDS10,000回開閉仕様に対応した。さらに、可動ブレードと断路器端子へ耐弧メタルを接合することによってDSのループ電流開閉性能を確保している。

今回達成したDS/ESの集積化、固体絶縁母線の採用、DS開閉回数の向上を基本に、36kV受配電設備への適用拡大を進めていく。