

海外向け新形36kVキュービクル形 ガス絶縁スイッチギヤ (C-GIS)

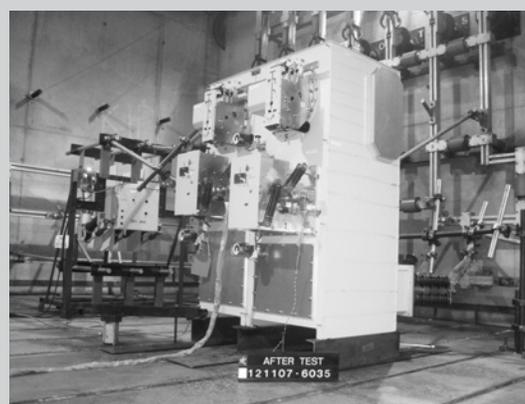
🔗 省力化, 受変電技術, 変電配電機器, 絶縁技術, VCB, スイッチギヤ, VI

* 佐藤 聡 Satoshi Sato * 長竹和浩 Kazuhiro Nagatake * 渡辺英樹 Hideki Watanabe

概要

最近の受変電設備は、据え付けスペースの縮小化、電力需要の拡大に伴う大容量化、電力供給を安定的に行える信頼性の向上が求められている。当社はこのような背景を受けて、小形化・大容量化・信頼性を兼ね備えた海外向け新形36kVキュービクル形ガス絶縁スイッチギヤ (C-GIS) を開発した。新形36kV C-GISの特長は、小形化として従来比で容積を36%低減、大容量化として定格電流2500A、高信頼性として国際規格IECクラス (遮断器) : E2・C2・M2を達成している。

また36kV C-GISは、第三者認定試験機関であるオランダのKEMA大電力試験場で形式試験を実施し、遮断試験・耐電圧試験・温度試験・機械試験の全てのカテゴリに合格し、コンプリートの認証を取得した。



KEMA試験状況 (遮断試験)

1. ま え が き

スイッチギヤは、受変電設備を構成する主要機器であり、小形・軽量化、信頼性・安全性、及び保守点検の省力化が求められている。また最近では、発電・配電・石化プラントなどでエネルギー効率を高めるために、設備の大容量化が必要になってきている。

これまで当社は、気中絶縁キュービクルに比べて小形化と信頼性の向上及び保守点検の省力化を特長とする特別高圧クラス (12/24/36kV) のキュービクル形ガス絶縁スイッチギヤ (C-GIS : 密閉容器の中に主回路を収納しSF₆ガスなどにより絶縁を保持する) を製品化し、電力会社・民間需要家をはじめ多くのお客様に納入してきた。

今回、当社は従来モデルと同じ定格 (31.5kA/2500A) を維持しながら、更なる小形化 (従来容積

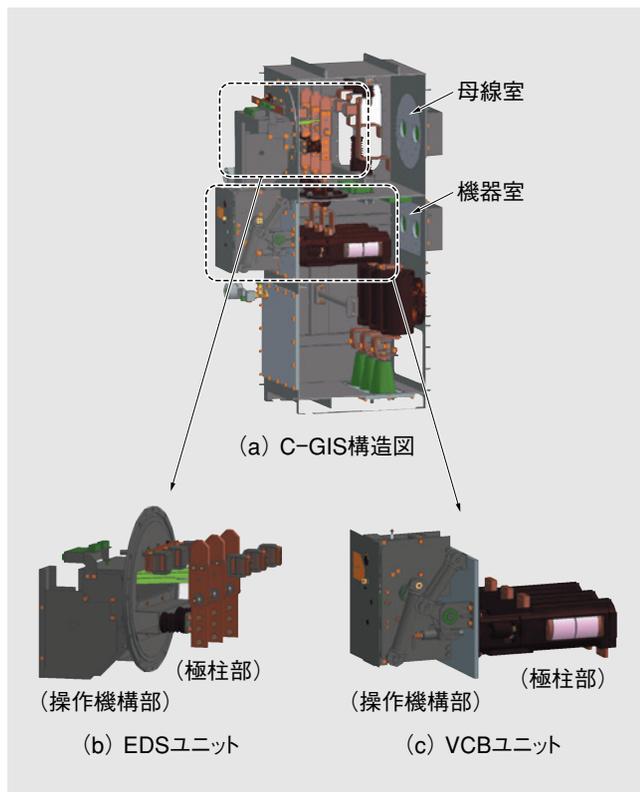
比36%低減) と国際規格IECの遮断器クラス (E2・C2・M2) 対応を実現した海外向け新形スイッチギヤである36kV C-GISを開発した。また、本器は、第三者認定試験機関であるオランダのKEMA大電力試験場で形式試験を実施し、IEC62271-200などに基づく遮断試験・耐電圧試験・温度試験・機械試験の全てのカテゴリに合格し、コンプリートの認証を取得した。本稿では、新形36kV C-GISの構造と特長について紹介する。

2. 定 格 ・ 構 造

第1図に海外向け新形36kV C-GISの構造図を、第1表に各機器の定格事項を示す。

従来モデルと同様に機器室と母線室のガス区画を分離した構造であるが、通電・絶縁の最適化を図ることで高さと奥行きを大幅に低減し、容積比で36%の小形化を図った。機器室には真空遮断器

*スイッチギヤ工場



第1図 構造図 (1250A)

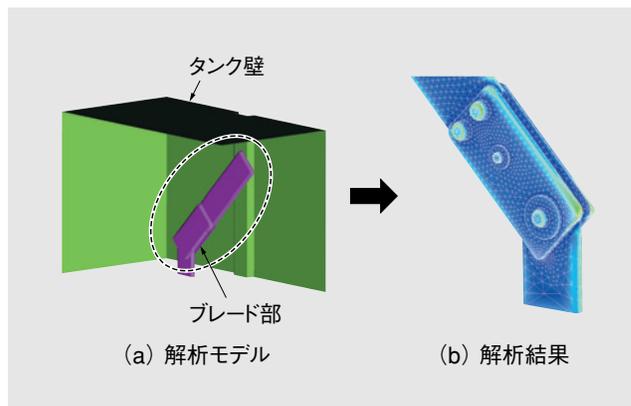
スイッチギヤ・EDSユニット・VCBユニットの内部構造図を示す。

第1表 定格事項

スイッチギヤ・VCB・EDSの定格を示す。

| | | |
|--------|----------|-----------------------|
| スイッチギヤ | 形式 | BGB-36 |
| | 定格電圧 | 36kV |
| | 定格電流 | 1250/2000/2500A |
| | 定格短時間耐電流 | 31.5kA-3秒, 82kA, peak |
| | 適用規格 | IEC62271-200 |
| VCB | 形式 | VGB-33 |
| | 定格電圧 | 36kV |
| | 定格電流 | 1250/2000/2500A |
| | 定格遮断電流 | 31.5kA |
| | IECクラス | E2, C2, M2 |
| | 操作方式 | 電動ばね操作 |
| | 適用規格 | IEC62271-100 |
| EDS | 形式 | DGB-33 |
| | 定格電圧 | 36kV |
| | 定格電流 | 1250/2000/2500A |
| | 定格短時間耐電流 | 31.5kA-3秒, 82kA, peak |
| | 適用規格 | IEC62271-102 |

(VCB)、母線室には接地開閉器付断路器 (EDS) を配置している。VCB・EDSの各機器は、操作機構部と極柱部を組み合わせたユニット方式となっており、組み立て性の向上や同定格機器への互換を図った。



第2図 電界解析 (EDS可動電極部)

EDSユニットの可動側ブレード部の三次元電界解析結果を示す。

3. 特 長

3.1 スイッチギヤの小形化

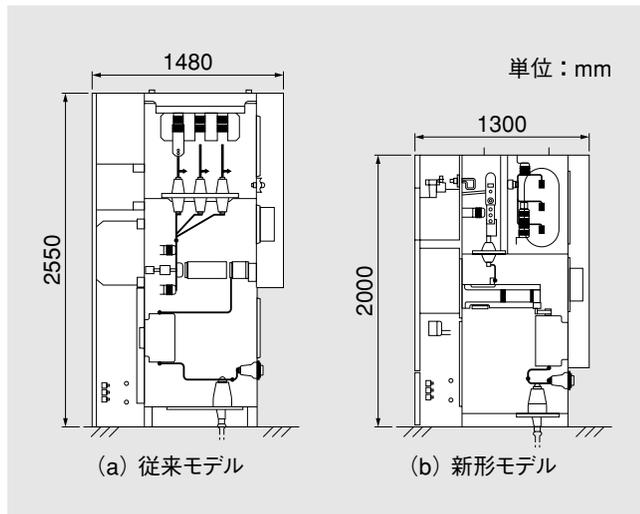
耐溶着性に優れた電極材料である最新の銅クロム電極を使用することで、従来モデルと比べて真空インタラプタ (VI) の体積比で33%の小形化と27%の圧接力の低減を可能にした。これによって低操作力の操作機構が使用可能となり、VCBユニットの小形化を可能にした。また、従来VIの電極は縦磁界電極を採用していたが、本開発ではスパイラル電極を採用することで、VIの接触抵抗を50%低減することができ、通電時の発熱低減によって大電流化が可能となった。

各ユニットは、三次元電界解析によってタンクや構造物との電界最適化を図り、所定の絶縁性能を確保した。第2図にEDSユニット可動電極部の電界解析結果の一例を示す。本解析で可動側電極端部とタンク間の距離を最適化した。

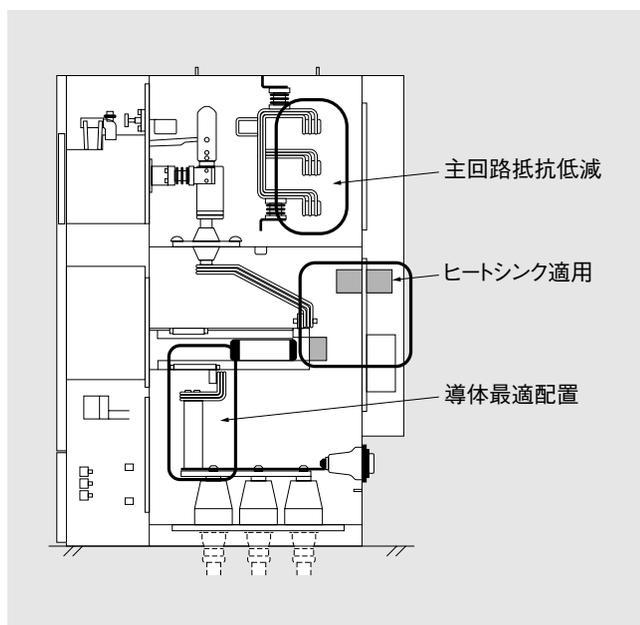
以上のように、新形36kV C-GISは従来モデルと比較して、容積比で36%、設置面積比で18%の低減を実現した。第3図に比較図を示す。

3.2 大容量化 (定格電流2500A)

新形36kV C-GISは、従来品と比べて小形化されたが、従来モデルと同じ定格電流2500Aを考慮すると、発熱密度が増大し、温度上昇への対策が課題となった。このため2500A器に対しては、主回路抵抗低減・ヒートシンク適用・導体最適配置を行い対応を図った。主回路抵抗は、導体の断面積・経路を最適化し、従来比で20%低減した。ヒートシンクは、ガス温度の高い部分 (機器室上部) への配置及び放熱面積の10%拡大を行った。



第3図 従来モデルとの比較図 (1250A)
従来モデルと新形モデルの外形寸法比較を示す。新形モデルは従来モデルと比較して、容積比36%、設置面積比18%低減した。



第4図 2500A器の温度上昇対策
2500A器における温度上昇対策（主回路抵抗低減・ヒートシンク適用・導体最適配置）を示す。

さらに導体は、タンク内部の温度分布に合わせて配置することで、熱伝導及び対流による放熱効果を向上させた。これらの対策をとることで、最も温度の高い可動側コンタクト部の温度上昇が低減し、温度分布の平均化を図ることができた。

3.3 信頼性 (IECクラス対応)

近年、遮断器の保守点検の省力化や長寿命化が要求されており、IEC62271-100規格では、その信頼性や用途からクラス分けが規定されている。第2表にIEC規格における信頼性評価に関するクラス分類を示す。また、第3表に従来モデルと新

第2表 IEC62271-100における信頼性評価に関するクラス分類

IEC規格におけるデザインクラス分類を示す。クラス2の方が高クラスであることを表している。

| カテゴリ | クラスとその内容 |
|-----------|--|
| 機械的耐久性 | M1: 2000回の機械的形式試験を行った通常遮断器 M2: 10,000回の機械的形式試験を行った長寿命遮断器 |
| 電氣的耐久性 | E1: 基本的な電氣的耐久性を持つ遮断器 E2: 期待動作寿命中に主回路遮断部品の保守を必要とせず、その他の部分も最小限の保守のみで済むように設計された遮断器 (高い電氣的耐久性を有する遮断器) |
| 進み小電流開閉性能 | C1: 容量性電流遮断中の再点弧の確率の低い遮断器 C2: 容量性電流遮断中の再点弧の確率の非常に低い遮断器 |

第3表 従来モデルと新形モデルのIECクラス比較

従来モデルと新形モデルのIECクラス比較を示す。新形モデルでは全てのカテゴリでクラス2を実現している。

| モデル | 従来モデル | 新形モデル |
|-----------|-------|-------|
| 機械的耐久性 | M1 | M2 |
| 電氣的耐久性 | E1 | E2 |
| 進み小電流開閉性能 | C1 | C2 |

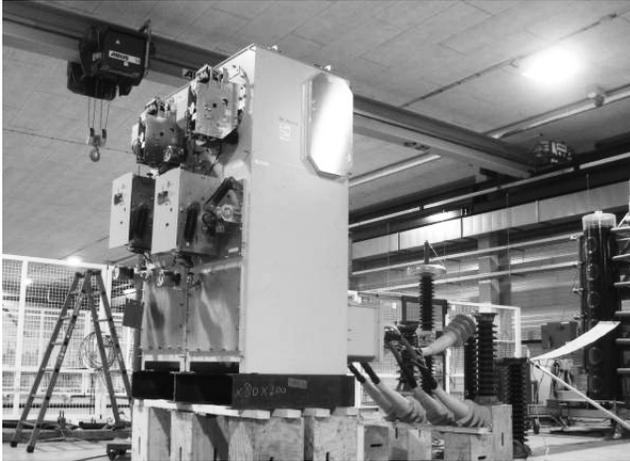
形モデルのIECクラス比較を示す。

新形36kV C-GISでは、E2・C2クラスを適用するために、開閉速度とVIストロークカーブの最適化を実施し、遮断性能を向上した。またM2クラスを適用するために、各部品に発生する応力検討では繰り返し寿命を考慮した。また衝撃のかかる部品では、過去の実験データから衝撃値を予想して検討し、機械的耐久性10,000回に耐える設計とした。

以上のように新形36kV C-GISでは、小形・大容量化に向けた技術開発に併せて、機械的・電氣的耐久性や進み小電流開閉性能についても高い信頼性の向上を実現した。

4. 試験結果

新形36kV C-GISはIEC62271-200 (スイッチギヤ), -100 (遮断器), -102 (断路器・接地開閉器) に基づく一連の形式試験及び実用性能試験を実施し、良好な性能を有することを確認した。さらに第3者認定試験機関であるオランダのKEMA大電力試験場で、遮断試験・耐電圧試験・温度試験・機械試験の全てのカテゴリに合格し、コンプリートの認証を取得した。第5図にKEMA試験場での耐電圧試験状況を示す。



第5図 KEMA試験状況（耐電圧試験）

KEMA試験場での雷インパルス耐電圧試験状況を示す。

5. む す び

当社は、小形・大容量・高信頼性を兼ね備えた海外向け36kV C-GISを開発した。VCB・EDSは、ユニット化と同定格機器への互換を図ることで、お客様のご要求に応じたレイアウト設計を実現することができた。また、開発した機器構成は単母線であるが、お客様のご要求に合った製品を提供

するため、複母線などの品ぞろえを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》



佐藤 聡 Satoshi Sato
スイッチギヤの開発設計に従事



長竹和浩 Kazuhiro Nagatake
スイッチギヤの開発検証試験に従事



渡辺英樹 Hideki Watanabe
スイッチギヤの開発設計に従事