

海外向け12kV真空遮断器“10-VPR-Dシリーズ”

後藤圭二*

12kV Vacuum Circuit Breaker "10-VPR-D Series" for Overseas

Keiji Goto

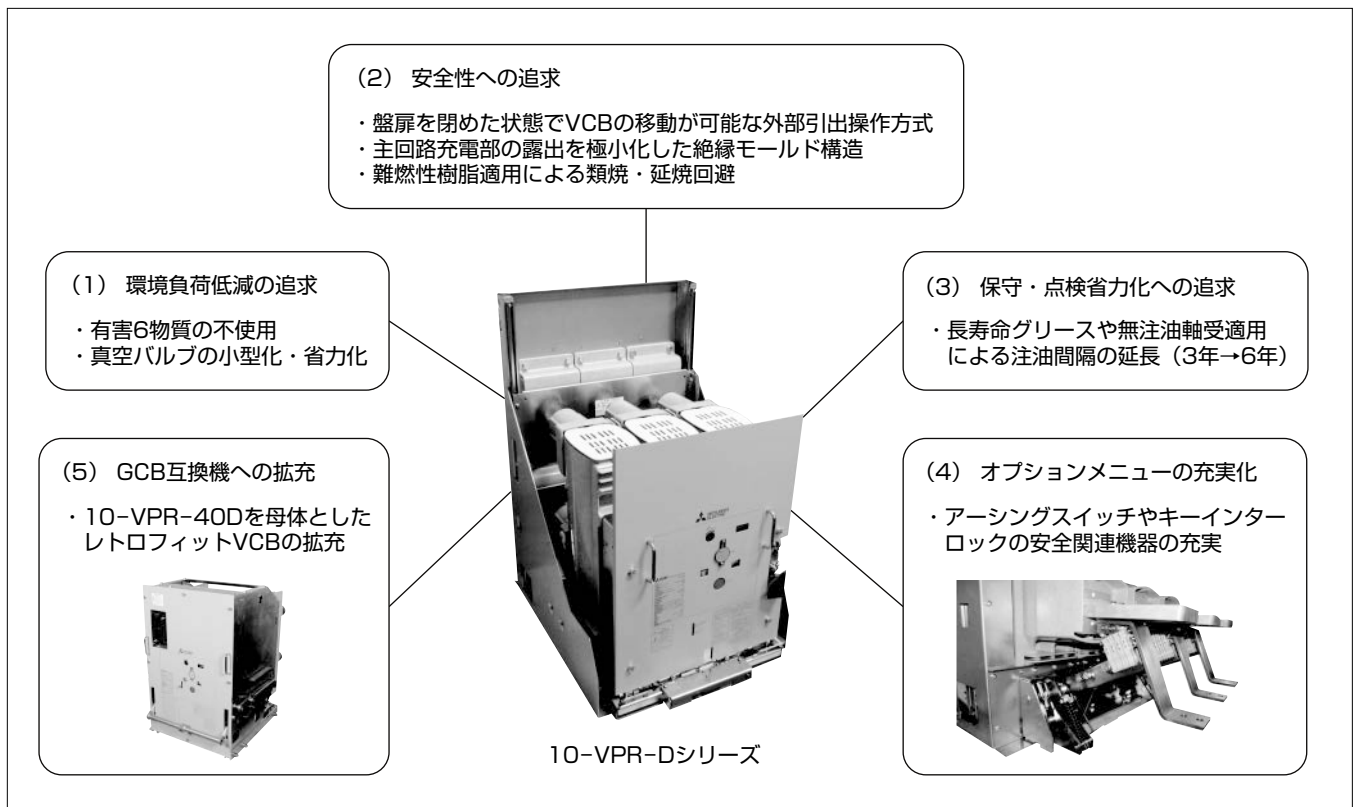
要旨

真空遮断器(Vacuum Circuit Breaker: VCB)は、小型、保守の容易性等の多くの特長から幅広く適用されている。VCBには操作性、信頼性、安全性等従来求められていた基本性能に加え、環境負荷低減、ライフサイクルコスト(LCC)削減等が求められている。また近年、遮断器を収納するスイッチギヤの国際規格IEC62271-200で、内部アーク試験が拡充、規定化されており、今まで以上に安全に配慮した構造が求められる。

このような背景の中、環境負荷低減、安全性、保守・点検の省力化など多様化する顧客ニーズに対応した海外向け12kV用真空遮断器“10-VPR-32D/40D”及びガス遮断器(Gas Circuit Breaker: GCB)更新用真空遮断器“10-VPR-40D(GV)”を開発した。

それらの特長は次のとおりである。

- (1) 環境負荷低減の追求
有害6物質の不使用及び真空バルブの小型化・省力化
- (2) 安全性の追求
盤扉を閉めた状態でVCBの移動が可能な外部引出操作方式、主回路充電部の露出を極小化した絶縁モールド構造及び難燃性樹脂適用による類焼・延焼回避
- (3) 保守・点検省力化の追求
長寿命グリースや無注油軸受適用による注油間隔の延長(3年→6年)
- (4) オプションメニューの充実化
アーシングスイッチやキーインターロックの安全関連機器の充実
- (5) ガス遮断器(GCB)互換機への拡充
GCB更新用として10-VPR-40Dを母体としたレトロフィットVCBの拡充



海外向け12kV用VCB“10-VPR-Dシリーズ”の特長

海外向け12kV用真空遮断器“10-VPR-Dシリーズ”は、環境負荷低減、安全性、保守・点検省力化、オプションメニューなど多種多様な顧客ニーズに対応した製品である。さらにSF₆ガスを遮断媒体とするガス遮断器の更新用として“10-VPR-D”を母体とした新たな更新用GVレトロフィットVCB“10-VPR-40D(GV)”の拡充を行い、環境に配慮したVCB化へのニーズにも対応している。

1. ま え が き

遮断器は負荷電流を通電させるとともに、回路、負荷機器の故障時にはその定格電流から数十倍の電流を安全に投入及び遮断できる性能を持っており、電力エネルギーの安定供給に欠かすことができない開閉器である。

遮断器の消弧媒体にSF₆ガス、油、真空などを用いた様々な遮断器が存在するが、中でも真空バルブを用いた真空遮断器(VCB)は、絶縁性、遮断性、保守性・安全性が高いなどといった多くの特長から、特高電圧まで幅広い分野で適用されている。また1997年の地球温暖化防止京都会議以降、SF₆ガスが温暖化ガスに指定されたことから、脱SF₆ガス化が望まれており、SF₆ガス遮断器(GCB)からVCBへの切換えの動きも加速しており、VCBの適用範囲が拡大している。

VCBには操作性、信頼性、安全性等従来求められていた基本性能に加え、地球環境保護及び低炭素化社会への関心の高まりなどによって環境負荷低減、LCC削減等が求められる。また近年、遮断器を収納するスイッチギヤの国際規格IEC62271-200に、内部アーク試験が拡充、規定化されており、VCBでも今まで以上に安全に配慮した構造が求められている⁽¹⁾。

本稿では近年の遮断器を取り巻く環境、技術動向とそれに対応した遮断器の一例として海外向け12kV用真空遮断器10-VPR-32D/40Dとその遮断器を母体としたGCB更新用真空遮断器10-VPR-40D(GV)について述べる。

2. 10-VPR-32D/40Dの定格事項

表1に10-VPR-32D/40Dの定格事項、図1にその外観を示す。

表1. 10-VPR-32D/40Dの定格事項

形名	10-VPR-32D	10-VPR-40D
準拠規格	JEC2300, IEC62271-100	
定格電圧 (kV)	12	
定格遮断電流 (kA)	31.5	40
定格電流 (A)	630/1,250, 2,000, 3,000/3,150	
定格周波数 (Hz)	50/60	

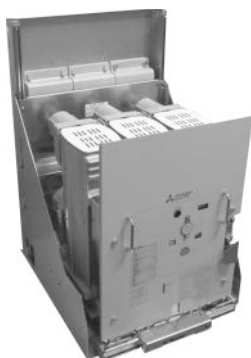


図1. 10-VPR-32D/40D

3. 環境負荷低減の追求

欧州でのRoHS(Restriction of the use of certain hazardous Substances)指令・REACH(Registration, Evaluation, Authorization and restriction of CHemical substances)規制施行等の動きに対応して、特定6物質を使用しない定格電圧12kVの新形VCBを開発した。ボルト、ピン、ねじ類の垂鉛めっきに使用する六価クロメート処理を廃止し、三価クロメート処理を採用した。採用に当たっては、耐食性など各種評価試験を実施し、長期信頼性を確認した。

また主要樹脂部品に使用材料を表示することでリサイクル、廃棄時の分別容易化への配慮も行っている。

図2にVCBに使用する真空バルブ(12kV・40kA)小型化の変遷を示す。この真空バルブは、銅系接点を適用し、添加元素の効果による投入・通電時の接点溶着引外し力の軽減、耐電圧性能及び遮断性能の向上、アーク挙動解析に基づく最適な電極構造の開発によって小型・低操作力化を実現させてきている。

4. 安全性の追求

スイッチギヤに要求される安全対策として規格IEC62271-200に内部アーク事故を模擬した試験、評価方法が規定化され、操作・作業への安全を配慮している。それに対応した外部引出操作方式を製品化し、スイッチギヤ扉を閉めた状態で挿入/引出ハンドルを操作することでVCBを試験位置から接続位置に移動することを可能にしている(図3)。

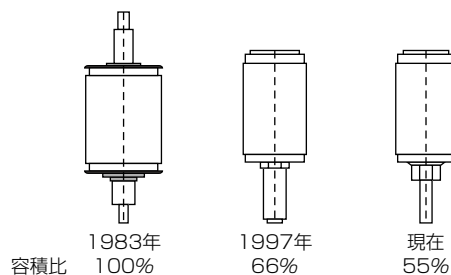


図2. 12kV・40kA用真空バルブ小型化の変遷

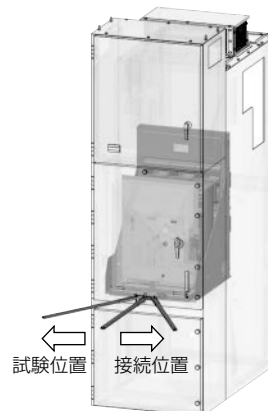


図3. 外部引出操作方式

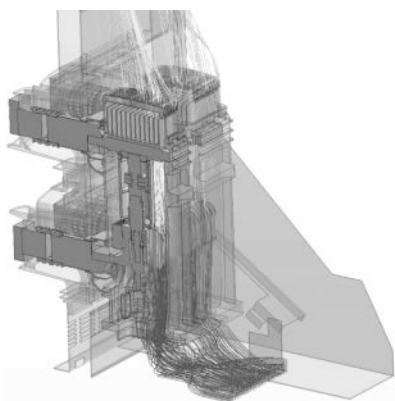


図4. 熱流体解析結果

また主回路充電部への小動物進入による短絡事故防止のため、充電露出部を極小化した筒形状の絶縁モールド構造を採用し、安全性を追求するとともに粉塵、水滴が内部に入りにくい構造として耐環境性にも配慮している。さらに熱流体解析を行い、筒形状内部の熱を効率良く放熱する形状にし、定格電流3,150Aまで自冷式を実現した(三菱電機評価基準に基づく)。図4に熱流体解析結果の一例を示す。

その他、保護カバーなど充電部付近に使用している主要絶縁物に難燃性UL94(V-0)グレードの樹脂を採用することで万一の類焼、延焼を回避することにも配慮している。

5. 保守・点検省力化の追求

グリースの経年的な劣化によって、遮断器の操作機構が駆動する際、動作不具合を起こすことがある。そのため、遮断器の保守・点検として操作機構などの摺動(しゅうどう)部への注油が定期的に必要な。しかし、近年LCC削減を目的とした保守・点検の効率化が求められている。この要求に対し、図5に示す三次元機構シミュレーションによる動作信頼性の向上を図るとともに、長寿命グリースの適用や微小力で駆動する部位の軸受にグリースの塗布が不要なPTFE(ポリテトラフルオロエチレン)をベースとした無注油軸受を採用することで、安定した動作特性を実現し、注油間隔を従来の3年から6年に延長した。

6. オプションメニューの充実化

キーインターロック、引外しコイルの二重化、断線監視、アーシングスイッチ(ES)など多くの安全関連機器や補助スイッチ増設などオプションメニューの充実を図り、多種多様なニーズに対応している。特にアーシングスイッチは海外市場からの要求が増えつつあり、保守・点検時に容易に安全が確保できる安全関連機器として多く使用されている。表2に10-VPR-D用アーシングスイッチの定格事項、図6にその外観を示す。

VCBが試験位置状態ではじめてアーシングスイッチが開閉できるインターロック機能も持っており、配電盤の前

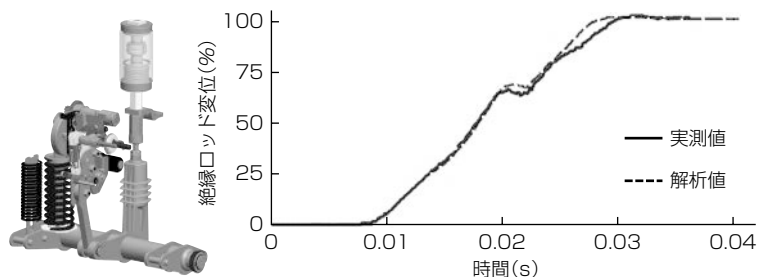


図5. 遮断器の操作機構と三次元機構シミュレーション結果

表2. アーシングスイッチの定格事項

形名	10-ESV-M40D
準拠規格	IEC62271-102
定格電圧 (kV)	12/15
定格周波数 (Hz)	50/60
定格投入電流 (kAp)	104
定格短時間耐電流 (kA)	40(3s)
短絡投入回数 (回)	5(クラス E2)

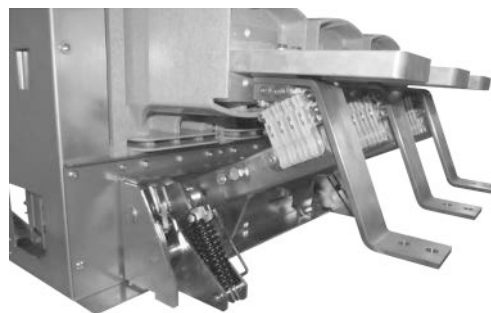


図6. アーシングスイッチ

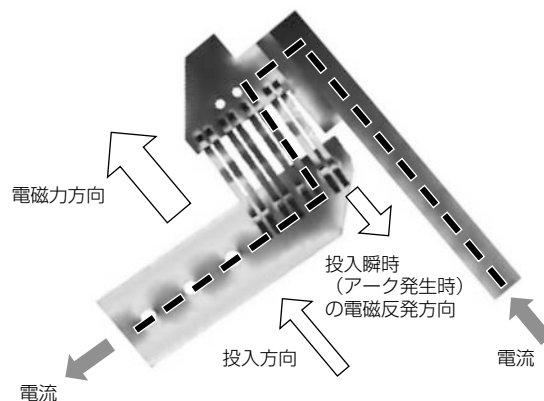


図7. 電磁力解析結果

面から付属の操作ハンドルで安全に入切操作することができる。また短絡電流を投入通電する責務があり、投入時のアーク電磁反発に打ち勝つよう投入方向と同じ方向に電磁力を発生させるよう通電経路を工夫し、図7に示す三次元の電磁力解析による最適配置検討を行い、短絡電流を連続5回投入できる最高クラスE2を取得した。

7. GCB互換機への拡充

GCBは、1970年代頃の遮断器として主流であり、現在、30年以上経過していることから更新時期にきている。しか

表 3. 10-VPR-40D(GV)形VCBの定格事項

形名	10-SFG-40 (更新対象)	10-VPR-40D (GV) (更新用VCB)
準拠規格	IEC56 JEC2300	IEC62271-100 JEC2300
定格電圧 (kV)	12	
定格遮断電流 (kA)	40	
定格電流 (A)	630/1,250, 2,000, 3,000/3,150	
定格周波数 (Hz)	50/60	



図 8. 10-VPR-40D(GV)形VCB

し環境負荷低減の時代の流れやSF₆ガス処理や遮断部の清掃といった保守・点検費用の問題もあり、VCBへの切り替えが望まれている。

そこで10-VPR-32D/40Dを母体としたレトロフィットVCB(10-VPR-40D(GV))を開発した。

7.1 定格事項

表 3 に10-VPR-40D(GV)の定格事項、図 8 にその外観を示す。

7.2 特長

10-VPR-40D(GV)は10-VPR-Dの特長に加え、次の特長がある。

(1) 互換性を確保した更新時間の大幅な削減

更新対象のGCBと同じ接続方式を実現することで、遮断器の抜き差しだけで更新が可能となり、長い停電時間が不要となる。さらにVCBの開閉サージを抑制し、負荷を



図 9. サージ吸収装置

保護するためのサージ吸収装置(図 9)をVCBに搭載したタイプもあり、サージ抑制が必要な回路に対しても、盤の改造なく、更新が容易にできるよう配慮している。

(2) 保守費用の削減

GCBでのガス処理や遮断部の清掃といった保守項目が不要となり、保守費用の削減に貢献できる。

(3) 環境負荷低減への貢献

GCBの消弧媒体である温暖化係数が高いSF₆ガスが不要となり、環境保全へ貢献できる。

8. むすび

受配電設備の重要な役割を担う遮断器に対する安全性、信頼性向上、環境負荷低減、LCC削減などの社会的ニーズは、グローバル市場の中で、ますます重要性が高まると考えられ、今回、そのニーズに対応した海外向け12kV真空遮断器10-VPR-32D/40D及びGCB更新用真空遮断器10-VPR-40D(GV)について述べた。今後も国内外問わず顧客ニーズは多様化され、高度化されるものと考えられる。電気設備に対する一層の省メンテナンス化、環境負荷低減など社会に貢献していく所存である。

参考文献

- (1) 小鶴 進, ほか: 受配電設備の最新技術, 三菱電機技報, 85, No.10, 593~596 (2011)