

高圧真空遮断器「MULTI.VCB」「Auto.V」

Vacuum Circuit Breaker “MULTI.VCB” and “Auto.V”

岡崎 貴幸 OKAZAKI, Takayuki

臼井 英人 USUI, Hideto

木村 剛 KIMURA, Tsuyoshi

日本国内における6kVの電力系統では、主遮断装置として高圧真空遮断器（VCB）が広く使用されている。特に、JIS C 4620に規定されたCB形キュービクル式高圧受電設備では、固定形VCBが多く用いられる。これらの設備は屋外での使用も多いため、じんあいが多い、湿度が高いなど厳しい環境下での性能が求められている。富士電機は、耐環境性を高め、かつ機構の簡素化や互換性の維持により、ライフサイクルコストを抑えた「MULTI.VCB」（固定形）と、このVCBにCTおよびデジタル形OCRを組み合わせた「Auto.V」を開発した。

6kV power systems in Japan, vacuum circuit breakers (VCBs) are widely used as the main circuit breakers. In particular, fixed-type VCBs are often used in CB-type cubicle high voltage power receiving facilities specified in JIS C 4620. These facilities are often used outdoors, and high performance under severe environmental conditions such as dust and high temperature/humidity is required. Fuji Electric has developed “MULTI.VCB” (fixed-type), which features improved environmental endurance and reduced life cycle costs realized by simplifying the mechanism and maintaining compatibility. We have also developed “Auto.V,” which combines this VCB with digital OCR and CT.

① まえがき

日本国内における6kVの電力系統では、主遮断装置として高圧真空遮断器（VCB：Vacuum Circuit Breaker）が広く使用されている。特に、JIS C 4620で規定されるCB形キュービクル式高圧受電設備では、定格電圧7.2kV、定格遮断電流12.5kA、定格電流600AクラスのVCBが使用されている。富士電機では、このクラスのVCBを以前から「MULTI.VCBシリーズ」として提供してきた⁽¹⁾。


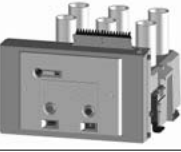


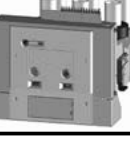
表1にMULTI.VCBシリーズの構成を示す。「MULTI.VCB」は標準形VCBを表しており、2種類の据付け方式と2種類の操作方式をそろえている。また、「Auto.V」はMULTI.VCBの固定形に貫通形変流器（CT）とデジタル形の過電流継電器（OCR）を組み合わせたものである。

耐環境性を高め、かつメンテナンスや導入・更新を含めたライフサイクルコストを抑えることを主な目的とした、MULTI.VCB固定形の手動ばね操作方式を2013年に発売した⁽²⁾。本稿では、手動ばね操作方式に引き続き開発したMULTI.VCB固定形の電動ばね操作方式とAuto.Vについて述べる。

② 「MULTI.VCB」

MULTI.VCBは、スイッチギアに直接固定される“固定形”と、台車に搭載されたVCB本体がクレードルと呼ばれる収納枠内へ移動可能な“引出形”の2種類の据付け方式に分けられる。また、VCB本体の投入操作方式として人力で操作する“手動ばね操作方式”と、モータを搭載し電氣的に投入に必要なばね力を蓄勢する“電動ばね操作方式”とに分けられる。据付け方式と投入操作方式の組合せによって、さまざまな用途に対応することができる。

表1 「MULTI.VCBシリーズ」の構成

VCBの種類	据付け方式	投入操作方式	外観
MULTI.VCB	固定形	手動ばね	
		電動ばね（開発品）	
	引出形	電動ばね	
Auto.V (MULTI.VCB+ CT+OCR)	固定形 (開発品)	手動ばね	
		電動ばね	

CB形キュービクル式高圧受電設備では固定形VCBが多く使用されており、屋内の電気室に設置されるほかに、ビルの屋上や店舗の屋外に設置されることも多い。このため、じんあいが多い、湿度が高いなど厳しい環境下での性能が求められる。

MULTI.VCBの仕様を表2に、開発したMULTI.VCB

固定形電動ばね操作方式の外観を図1に示す。

表2 「MULTI.VCB」の仕様

項目		仕様	
形式		HA08A	HA12A
据付け方式(固定形)		ボード形、キュービクル形、ポータブル形	
投入操作方式		手動ばね操作、電動ばね操作	
定格電圧		7.2/3.6kV	
定格遮断電流		8kA	12.5kA
定格電流		400A	600A
定格耐電圧	商用周波	22kV 1分	
	雷インパルス	60kV	
定格周波数		50/60Hz	
定格投入電流(波高値)		20kA	31.5kA
定格短時間耐電流2s		8kA	12.5kA
標準動作責務		A: O-1 min-CO-3 min-CO B: CO-15 s-CO	
閉極時間		0.03 s	
定格開極時間		0.035 s	
定格遮断時間		3サイクル	
開閉寿命		手動ばね: 1,000回 電動ばね: 10,000回	
補助開閉器		2a+2b (最大5a+5b)	
引外し方式		電圧引外しまたは電流引外し方式	
準拠規格		JIS C 4603 JEC-2300	

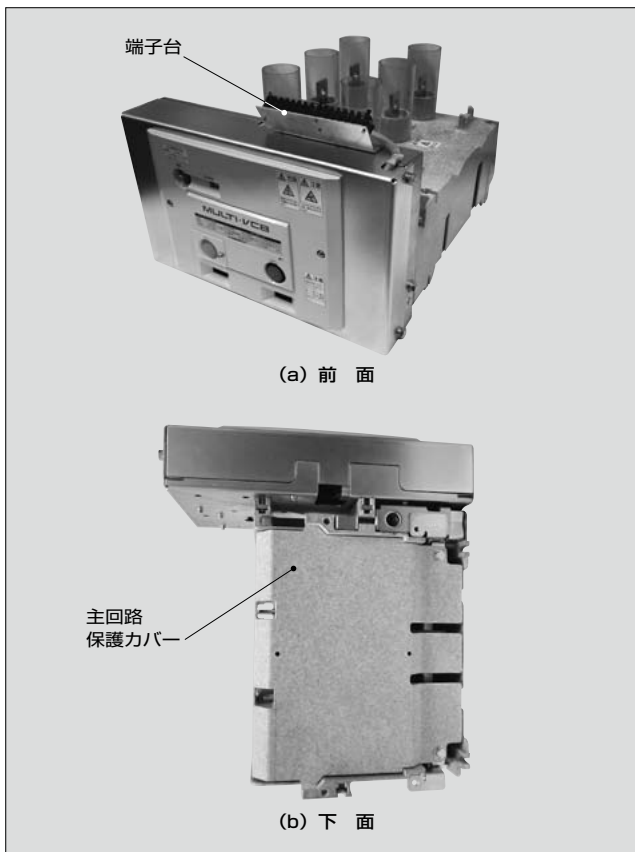


図1 「MULTI.VCB」固定形電動ばね操作方式(開発品)

2.1 特徴

(1) ライフサイクルコストの低減

操作機構部に使用するグリスの潤滑性を維持するためには、定期的な注油が必要である。開発した VCB は、経年劣化が起こりにくい高性能ふっ素系グリスを採用することで、従来品では3年であった注油周期を6年に延長し、注油頻度を半減させた。また、正面から注油可能な構造とし、さらに機構の簡素化を図ることで、開閉注油箇所そのものを23か所から13か所へ削減し、点検時の操作機構部の注油作業を軽減した。

(2) 絶縁性能の耐環境性向上

主接点である真空バルブを収納している絶縁フレームの相間絶縁構造を見直して、耐トラッキング性能を向上させた。

また、充電部を保護するために絶縁フレームの開口部を塞ぐ主回路保護カバー〔図1(b)〕の材料を、従来のポリカーボネートから絶縁フレームと同じポリエステル樹脂に変更して、耐トラッキング性能と機械的な強度を向上させた。また、開口部を少なくして、真空バルブ部への外部からのじんあいや飛沫(ひまつ)の侵入を抑える構造となっている。

(3) 使いやすさの向上

(a) パネルカット形状の簡素化

VCB をキュービクル正面のパネルに取り付けるために顧客が加工するパネルの穴を17個から7個に削減し、パネル加工を簡素化した。

(b) 端子台の標準付属

従来は制御回路や補助回路の接続を据付け方式ごとに異なる位置で配線してきたが、開発品では配線の集約を図り、据付け方式によらない共通した端子台を操作器フレーム上部に配置することで、配線の作業性を向上させた〔図1(a)〕。

(4) 取付けの互換性

本体の取付け寸法および主回路接続部の配置は、内部構造の抜本的な見直しを行いながらも従来品と互換性を持たせた。パネル取付け部は、上下4か所のフックで仮固定するが、下側2か所のフックは取り外しが可能な構造とした。このフックを取り外すことで従来品が取り付けられているパネルに追加加工をすることなく、開発品を取り付けることができる。

(5) 環境への配慮

VCB 本体の絶縁フレーム、絶縁カバー、絶縁シャフトといった主要な樹脂部材には材料表示を明確に行い、分別廃棄を可能にした。

2.2 構造

電動ばね操作方式 VCB の構造(カバー類を外した状態)を図2に示す。

開閉操作の基本リンク構造は、先行で開発した手動ばね操作方式と共用している。電動ばね操作方式では、VCB

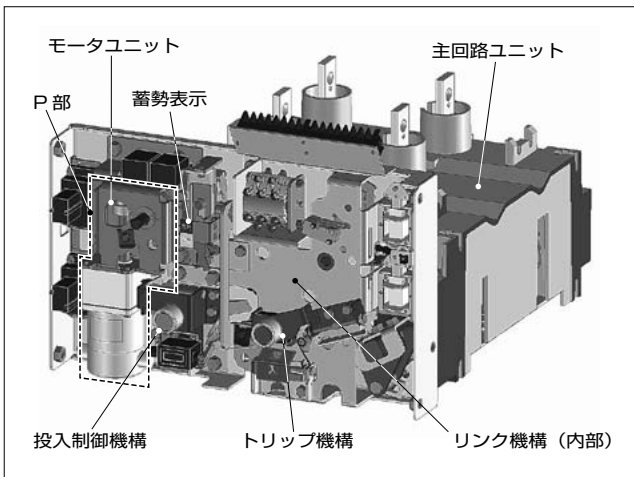


図2 電動ばね操作方式 VCB の構造 (カバー類を外した状態)

を投入するためのメインスプリングを電氣的に蓄勢するモータユニット、メインスプリングの蓄勢状態を表す表示機構、VCB 外部からの投入指令に従って VCB を投入操作させる投入制御機構、手動で VCB を引き外すトリップ機構を新たに設計した。

2.3 蓄勢機構

図3 にリンク機構の動作を、図4 に操作器背面側から見た蓄勢機構の動作を示す。モータ軸からの出力がギアを介してカムフォロアを回転させ、カムリンクを駆動することでメインスプリングを蓄勢する。

既に手動ばね操作方式で確立したリンク機構は、ライフサイクルコストの低減や小型化といった課題を解決するために構造の簡素化を図ったものである。

従来品では投入のためのエネルギーはリセット操作で半分を、蓄勢操作で半分を蓄える構造であったが、開発品では構造の簡素化に伴い、リセット操作でのエネルギー蓄勢を排し、蓄勢動作の1行程で全エネルギーを蓄える構造とした。

一方で、従来品との取付けの互換性を維持するための配置の制約もあり、それらを解決するための蓄勢構造とし

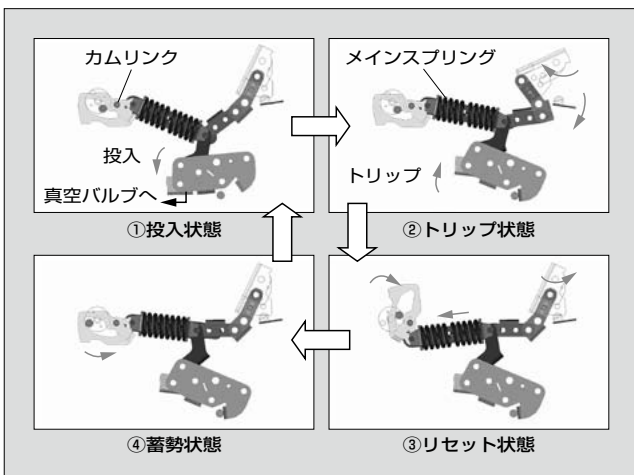


図3 リンク機構の動作

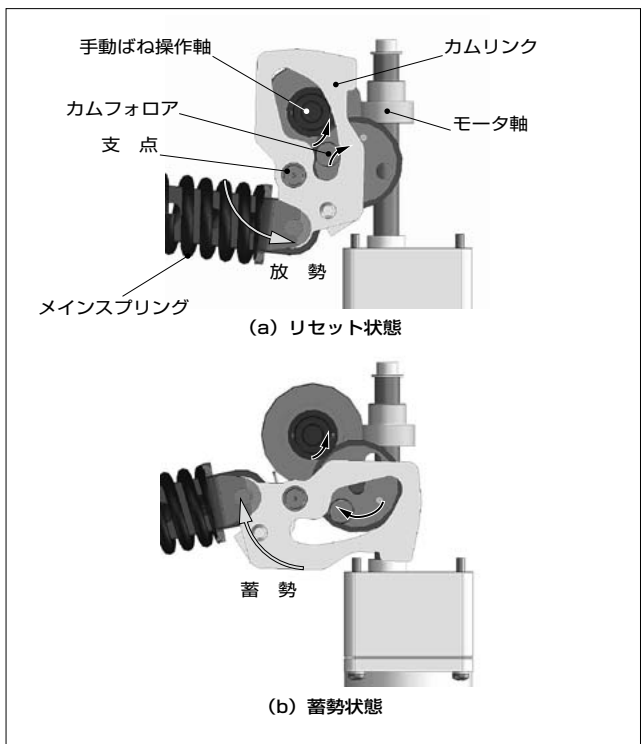


図4 蓄勢機構の動作 (図2 P部背面から見る)

てスペース効率のよいカム機構を採用した。カム機構は、モータ駆動時に軽負荷操作となるリセット動作の時間短縮のために、リセット動作を補助するスプリングを組み合わせた構成とした。カムリンク形状としてはハンドル操作時のストoppa構造を持ちつつ、減速比を含めた最適化を行い、操作電流値の低減を図った。DC100V モータの操作電流値は0.5A となり、従来品から約2割低減した。

③ 「Auto.V」

Auto.V は、CT と OCR が一体化された構造で、設備の小型化や配線作業の省力化に効果的であるため、仮設電源設備を中心に広く使われている。Auto.V (手動ばね操作方式) の外観を図5 に、Auto.V に搭載する OCR の仕様

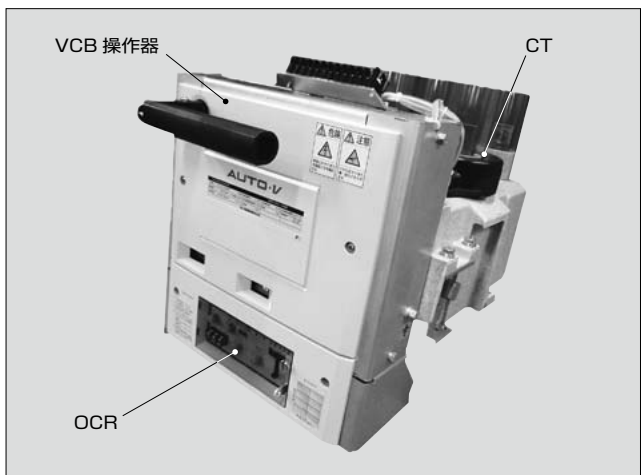


図5 「Auto.V」(手動ばね操作方式)

表3 OCRの仕様

項目	仕様	
	開発品	従来品
動作特性	超反限時 (EI) 強反限時 (VI) 反限時 (NI) 定限時 (DT)	超反限時 (EI)
定格動作電流	小定格：8~80A 標準：24~320A	
定格瞬時引外し電流	定格動作電流の5, 7.5, 10, 12.5, 15倍	
動作時間	限時要素	0.25-0.5-0.75-1-1.5-2-2.5-3-4-5-6-7-8-10-15-20
	瞬時要素	2段, 3段
標準規格	JIS C 4602	

を表3に示す。

3.1 特徴

(1) デジタル化による安定性の向上

専用のCTから得られる小勢力の瞬時値信号についてAD変換を行い、ソフトウェアによるフィルタ処理後、実効値演算により引外し判定を行う。デジタル化により高精度でノイズ影響を受けにくく、引外し動作の特性が安定する。

(2) 動作特性のバリエーション拡大

従来品では限時動作特性は、超反限時 (EI) 特性だけであったが、開発品では既に開発済みのOCRであるQHA形と同様に、強反限時 (VI) 特性、反限時 (NI) 特性、定限時 (DT) 特性を追加し、4特性とした⁽³⁾(図6)。動作時間の下限値についても150msと110msから選択できる。

また、図7に示すように瞬時動作特性は、従来のアナロ

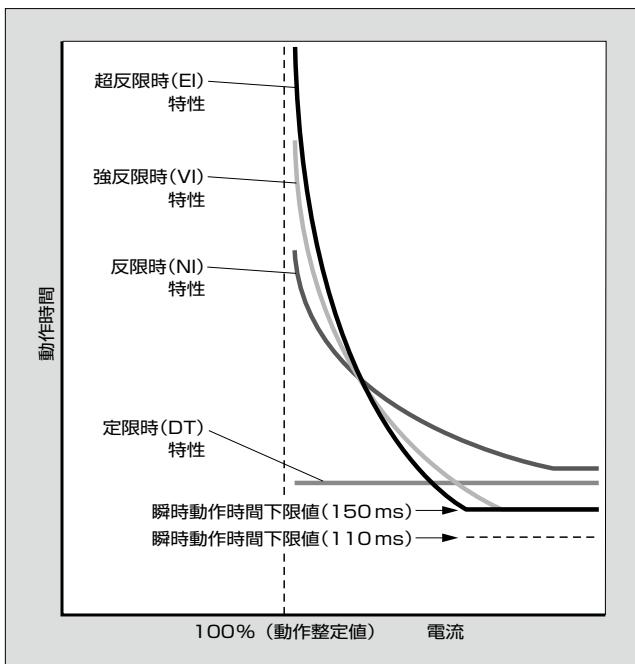


図6 OCRの限時動作特性

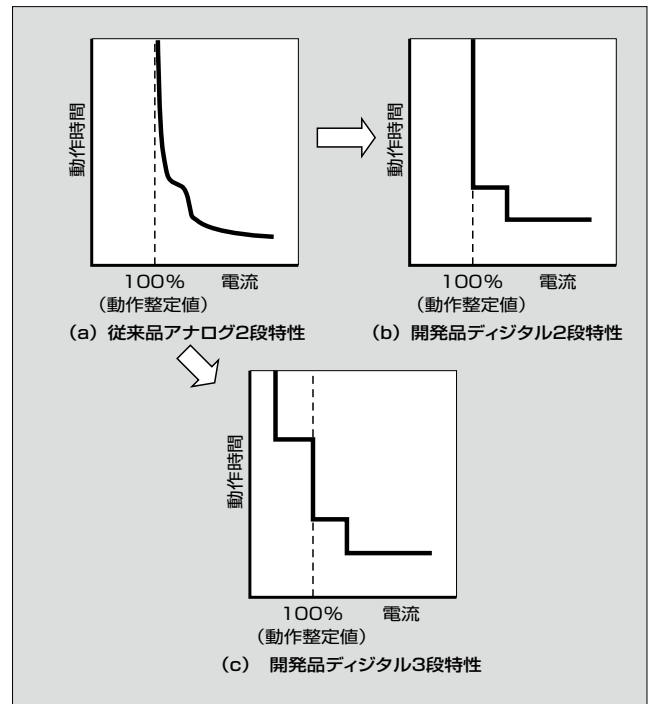


図7 OCRの瞬時動作特性の協調

グ2段特性をデジタル形2段または3段特性からいずれかを選択することで容易に協調をとることができる。

(3) 互換性の維持

開発品のOCRは、従来品のOCRと寸法の互換性がある。また、従来のCTとの整合性も確認しており、動作特性に注意した上で既設のAuto.Vに対してOCRのみの交換も可能である。

3.2 構造

Auto.V(手動ばね操作方式)の構造を図8に示す。Auto.Vは、標準形VCBにCTとOCRを追加した構造である。電流引外し方式では、専用の引外しコイルユニットを使用するため、開発品の操作機構に整合した引外しコイルユニットを開発した。

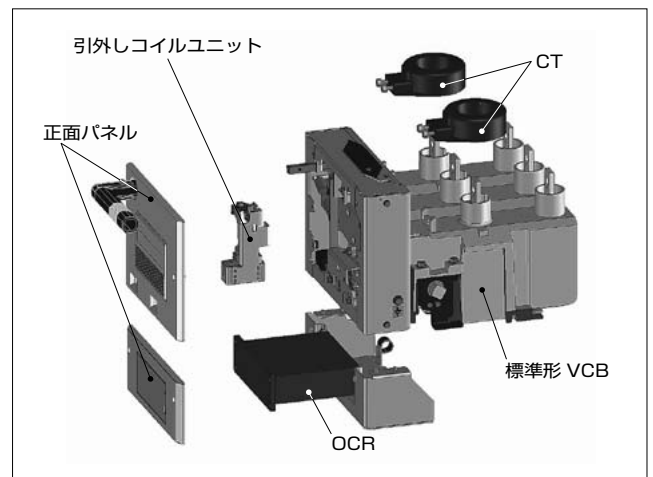


図8 「Auto.V」(手動ばね操作方式)の構造

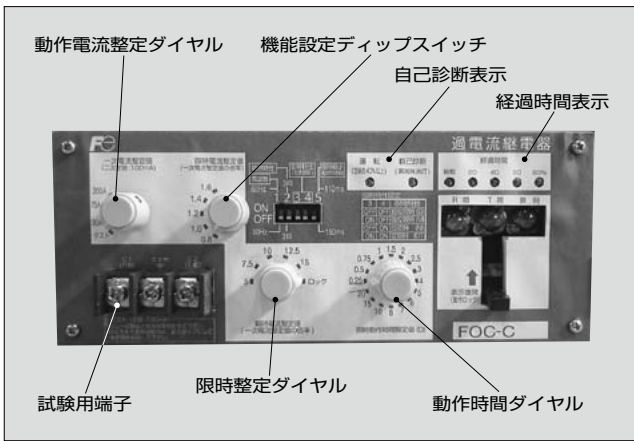


図9 OCRの操作部

3.3 OCR

図9に、OCRの操作部を示す。従来品と同様に、ダイヤルによる動作電流値や動作時間の整定に加え、操作部のディップスイッチにより、4要素（限時動作特性、限時動作特性下限値、瞬時動作特性、周波数）を設定することができる。CTからのOCRへの電流入力により正常に電源が確立すると、内部回路を常時監視する自己診断機能が働く。この機能によって異常時に自己診断表示が消灯することで、日常の保守点検時におけるOCR内部回路の不具合の発見を容易にしている。

4 あとがき

本稿では、「MULTI.VCB」固定形の電動ばね操作方式および「Auto.V」の特徴について述べた。今後、引出形

のモデルチェンジも順次行ってシリーズを拡充していく予定である。機器の重要性を踏まえ、お客さまの要望に応じて、信頼性・安全性を高めた製品開発を進めていく所存である。

参考文献

- (1) 大澤雪雄ほか. 高圧真空遮断器MULTI・VCB. 富士時報. 1993, vol.66, no.3, p.165-170.
- (2) 岡崎貴幸. 高圧真空遮断器「MULTI.VCB」(固定形). 富士電機技報. 2013, vol.86, no.3, p.222-224.
- (3) 國分多喜雄. 高圧受配電用デジタル形保護継電器「QHAシリーズ」. 富士時報. 2012, vol.85, no.2, p.138-143.



岡崎 貴幸

高圧受配電機器の開発設計に従事。現在、富士電機機器制御株式会社開発・生産本部開発統括部受配電開発部課長補佐。電気学会会員。



臼井 英人

高圧受配電機器の開発に従事。現在、富士電機機器制御株式会社開発・生産本部開発統括部受配電開発部。



木村 剛

高圧受配電機器の試験業務に従事。現在、富士電機機器制御株式会社開発・生産本部開発統括部技術開発部。





*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。