低圧遮断器“WS-Vシリーズ”の標準化・VA

伏見征浩*　黒崎剛史*
渡辺和昌*
川上兼弘*

Standardization and Value Analysis for Low-voltage Circuit-breaker "WS-V Series"

Masahiro Fushimi, Kazumasa Watanabe, Kanehiro Kawakami, Takeshi Kurosaki

要　旨

ノーヒューズ遮断器・漏電遮断器のニーズとして，近年二つの大きな流れがある。一つは外形小型化の追求，付属装置の拡充であり，主に機械装置，制御盤用途における装置の小型，効率化のためのものである。一方で，受配電盤用途では既存品の置き換えや，設計の簡素化のため従来製品との外形互換を維持しつつ，負荷の大容量化に対応するため通電容量格上げ，遮断性能向上が強く求められている。

これらのニーズにこたえるため，このたびノーヒューズ遮断器・漏電遮断器“WS-Vシリーズ”を新たに開発した。WS-Vシリーズでは，新たに小型化を推し進めた機械装置，制御盤用途に最適なF Style品をラインアップしつつ，従来外形互換品との部品標準化を実施することで生産効率を向上させており，その特長は次のとおりである。

(1)　外形標準化

新遮断技術Expanded ISTAC(Impulsive Slot-Type ACcelerator)搭載などによって外形互換を維持しつつ，通電容量，遮断容量の格上げを達成した。

(2)　機構部標準化

3極75～105mm幅製品(32～250Aフレーム)で機構部の側面レイアウトを標準化し，部品共用，内部付属装置標準化を可能とした。

(3)　小型化

3極54mm幅製品では，アーク走行方式を採用するとともに，内部レイアウト見直しによって63Aフレームまでラインアップした。

(4)　内部付属装置標準化

3極幅75～105mm幅製品で内部付属装置を共用化し納期短縮や在庫削減に貢献した。

漏電遮断器
NV32-SVF形

ノーヒューズ遮断器
NF125-SVF形

ノーヒューズ遮断器
NF125-SV形

機械装置用途
(F Style品)

受配電盤用途
(従来外形互換品)

機械装置用途(F Style品)と受配電盤用途のラインアップ

小型化ニーズ追求のため，アーク走行方式を採用し，内部レイアウトを最適化しているF Style品と，機構部，内部付属装置などで部品標準化を図り，従来品との外形互換を維持しながら，Expanded ISTACなどの新遮断技術によって更なる外形標準化，通電容量，遮断性能の向上を達成した受配電盤用途向けのラインアップとなっている。

*福山製作所

1. まえがき

近年の機械装置の小型化の流れによって，搭載される低圧遮断器についても小型化に対するニーズが大きくなっている。その一方で，受配電盤，分電盤では，既存設計との互換が重要視されており，従来品の外形サイズ継承の要求が強く，近年の負荷容量のアップから通電容量，遮断性能の格上げも望まれている。

新しいノーヒューズ遮断器・漏電遮断器WS-Vシリーズでは，小型化ニーズに対応したF Style品の新たなラインアップとともに，受配電盤向け製品でもすべての機種で1ランク上の通電容量を確保しつつ，外形互換，遮断性能向上を図っている。**表1**にWS-Vシリーズの体系を示す。本稿では，これらの相反する要求に対応するために取り入れたWS-Vシリーズの標準化・VAに対する特長について述べる。

2. 外形標準化及びその適用技術

2.1 新遮断技術

3極75～105mm幅品のS／Hクラスに適用したExpanded ISTAC技術(**図1**)では，従来構造のISTAC固定子導体と比較して，下部導体(**図1**の電流B通電部分)を延長した新しい固定子形状を採用することで，短絡遮断時の可動子反発力を大幅に向上させている。これによって開極トルク，開極加速度が従来比2倍以上となり，遮断時の最大尖頭電流値を10%低減している。

これらによってWS-Vシリーズでは，次の点を達成している。

(1) 3極75mm幅品で125AフレームSクラスの遮断容量達成，250Aフレームでの大幅な遮断性能向上

(2) すべてのSクラスでIcu(2回遮断性能)＝Ics(3回遮断性能)対応

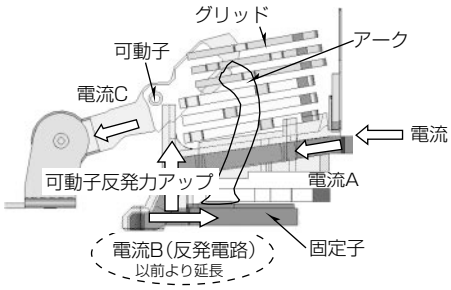
(3) 従来では対応できていなかったHクラスの1ランク上の通電容量確保(3極90mm幅品125A定格対応，3極105mm幅品250A定格対応)

また，Rクラスには同様に新遮断技術であるブローアウト方式2点切りを採用することで，Cクラス同一外形でAC415V150kAの遮断を達成している。

2.2 機構部標準化

遮断器の開閉機構部(**図2**)の主な機能は，ハンドル操作と可動子の連動，過電流発生時に引き外し装置の動作を受け可動子を高速で開極，さらには，通電時に異常発熱や接触不良を起こさないよう接点同士を適切な力で押し付ける，などである。これらの機能を満足するための要求性能は定格電流や遮断容量などによって差があるため，従来の開閉機構部は外形サイズごとにまったく異なる設計となっていた。

WS－Vシリーズの3極75mm，90mm，105mm幅品では，三つの異なる外形サイズで開閉機構部の標準化を図るため新たに最適設計を行い，部品標準化，機構部側面レイアウトの統一を図っている(**図3**)。従来品とWS-Vシリーズにおける機構部品の共用化比較を**図4**に示す。3極75mm幅品と90mm幅品では完全共用，3極105mm幅品でも50%の部品共用化を達成している。



電磁界解析結果(従来品に対する倍率)

	開極トルク	開極加速度
従来ISTAC	1	1
Expanded ISTAC	2.5	2.2

図1．Expanded ISTAC遮断技術モデル

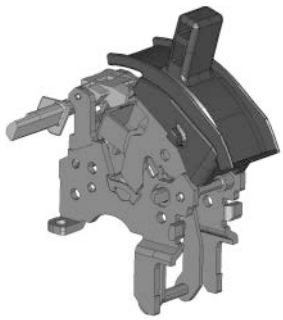


図2．開閉機構部

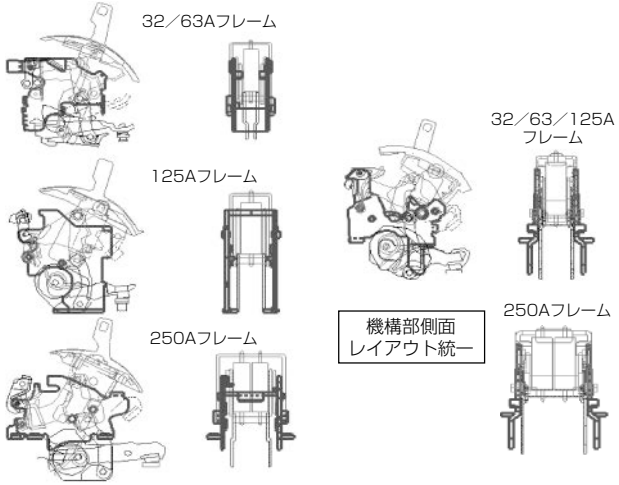
表1．WS-Vシリーズの体系

Uクラスを除くノーヒューズ遮断器

フレームA	32	63			125				250			
クラス	C	C	S	H	C	S	H	R	C	S	H	R
機械装置用途 (F Style品)	7.5／7.5 54×100×68	7.5／7.5	15／15	–	30／15 75×130×68	50／50	–	–	36／27	85／85	100／100	150／150
受配電盤用途 (外形互換品)	7.5／7.5 75×130×68	7.5／7.5	15／15	25／19	30／15 90×130×68	50／50	100／75	150／150 105×165×68	105×165×68			
従来品	7.5／4 75×130×68	7.5／4	15／8	25／13	30／15 90×130×68	50／25	100／50	125／125 90×191×68	35／18 105×165×68	50／25	100／25	125／125 105×240×68

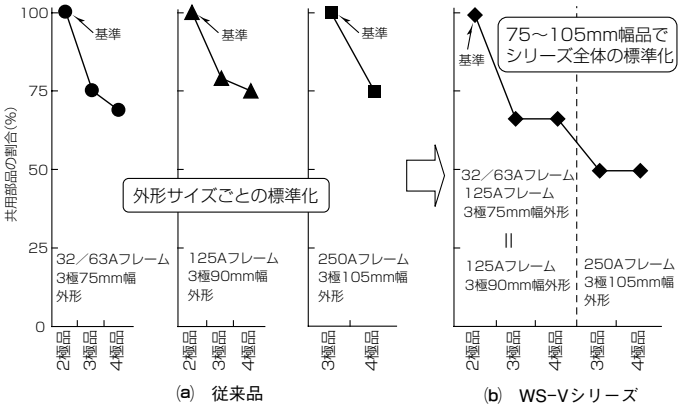
上段：AC230V遮断容量　Icu／Ics(kA)，下段：外形寸法　幅×長さ×高さ(mm)

部品標準化の一例として，開閉機構部の大きさを決める主要因である内蔵ばねについて，従来品との比較結果を**表2**に示す。ばねの種類を8種類から4種類に半減している。さらに，これらすべてのばねで自由長を統一することで，開閉機構部のロボットによる自動組立てにも配慮している。



(a) 従来品　(b) WS-Vシリーズ

図3．開閉機構部新旧外形比較



(a) 従来品　(b) WS-Vシリーズ

図4．開閉機構部の部品共用化(基準に対する共用部品の割合)

表2．開閉機構部のばね標準化

	機種	3極75mm幅			3極90mm幅			3極105mm幅		
	定格電流	～63A			～125A			～250A		
	極数	2	3	4	2	3	4	2	3	4
従来品	a	1								
	b		1							
	c			1						
	d				1					
	e					1				
	f						1			
	g							2	2	
	h									2

	機種	3極75mm幅						3極90mm幅			3極105mm幅					
	定格電流	～32A			～125A			～125A			～125A			～250A		
	極数	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4
WS-V	A										2	2				
	B	1	1		1			1					2	2		
	C			1		1			1						2	
	D						1			1						2

数字は，ばねの本数を示す。

3. 小型化によるVA

WS-Vシリーズでは，機械装置・制御盤用途向けに以前より小型のF Style品（32／63Aフレーム・125Aフレーム）を新たにラインアップした。32／63Aフレームでは3極品の製品幅を54mm（**図5**）とすることで，製品体積の小型化によるベース，カバーなどのプラスチック材料，通電導体や接点などの金属材料の使用量を削減している。3極54mm幅品での小型化によるVAを実現した手段を次に述べる。

3.1 アーク走行遮断方式の採用

3極54mm幅品では，幅方向寸法の縮減のためMCB (Miniature Circuit Breaker)で用いられているアーク走行遮断方式を採用している。アーク走行遮断方式は消弧グリッドを接点から離れた位置に配置しており，アークを接点から素早く離すため，接点消耗を低減できるという特長がある。ノーヒューズ遮断器・漏電遮断器へ適用するため，流体解析，電磁界解析によるシミュレーションを駆使することで，アーク走行遮断方式採用の鍵(かぎ)となるグリッド，転流用ランナ形状，及び排気口形状の最適化を行った。アーク走行遮断方式の採用によって，従来品と比較して体積を55%に小型化しながら，3回遮断容量(Ics)を2倍に向上している(**表3**)。

3.2 アーク走行遮断方式用の内部付属対応機構部

アーク走行遮断方式を用いているMCBでは，接点を開閉するための開閉機構部がすべての極に存在するため，付属装置の内蔵化ができず，漏電遮断器のノーヒューズ遮断器との外形統一も不可能である。この課題を解決するため，可動子・固定子はアーク走行遮断方式に最適なレイアウトとしながら，3極75mm幅品と同様に多極の可動子をクロスバーによって一つの開閉機構部で連動させる方式を採用

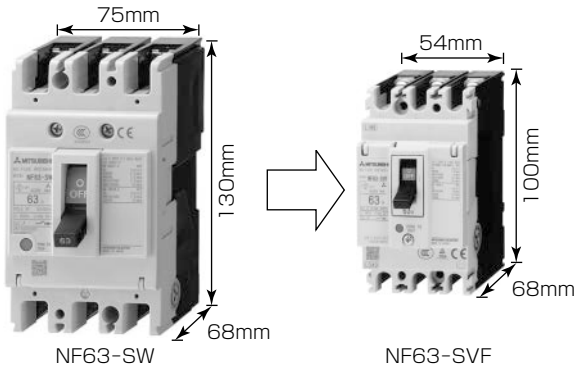


図5．F Style54mm幅品

表3．新旧比較

	外形(mm)	3回遮断容量(kA)
従来品	75×130×68	8 kA
新型	54×100×68	15kA
従来比	55%	2倍

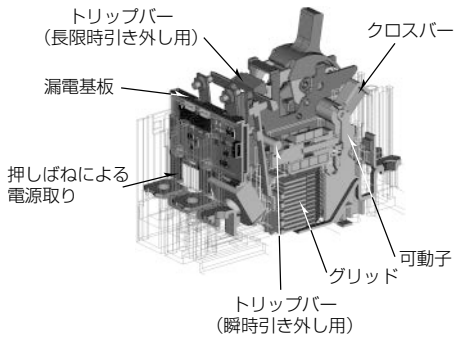


図６．F Style ３極54mm幅品の内部構造

している（**図６**）。また，プランジャーを用いた瞬時引き外し動作と，バイメタルを用いた長限時引き外し動作を両立するため，機構部を２段引き外し構造とした。これによって，アーク走行方式を採用しながら，ノーヒューズ遮断器・漏電遮断器として不可欠である付属装置の内蔵化及び同一外形漏電遮断器への対応が可能となった。

3.3　漏電遮断器の小型化

漏電遮断器には，ZCT（Zero-phase Current Transformer）からの出力信号によって漏洩（ろうえい）電流の発生有無を検出するための電子回路が内蔵されている。この漏電検出用電子回路の電源取り方法を，従来機種では主回路端子にハーネスを圧着端子でねじ止め接続していたのに対し，３極54mm幅品では，主回路端子と漏電基板とを押しばねで接触させ，電源取りを行っている。この方式によって，省配線スペース化，電源負荷方向の小型化に加え，漏電ユニットの組み付けワンタッチ化による組立て性の大幅改善も達成している。

4.　内部付属装置の標準化

ノーヒューズ遮断器・漏電遮断器の内部付属装置は，仕様変更への柔軟な対応，発注の簡素化を可能とするユーザー取付け可能なカセット付属を採用している。今回のWS－Vシリーズでは，更に短納期対応や在庫点数の削減につながるフレーム間の共用化範囲を３極75～105mm幅品に拡大し，ユーザーの利便性向上を図った。**図７**に32Aフレームから250Aフレームの共用内部付属装置を示す。

WS-Vシリーズの内部付属装置の特長は次のとおりである。

(1)　同一ユニットで新JIS，IEC（国際標準会議規格），GB（中国国家規格）の各規格認証の取得

(2)　250Aフレーム用UVT（不足電圧引き外し装置）のカセット付属対応

(3)　漏電遮断器へのSHT（電圧引き外し装置）取付けが可能

(4)　EU環境規制であるRoHS（Restriction of the use of certain Hazardous Substances in electrical and electronic equipment）指令への適合

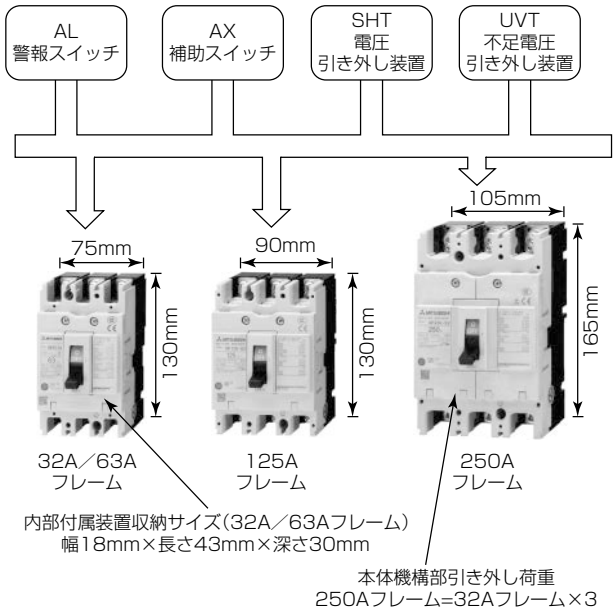


図７．内部付属装置の共用化

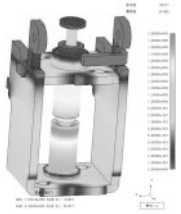


図８．電磁解析例

WS-Vシリーズ内部付属装置でフレーム間共用を行う際の課題は，最小外形である３極75mm幅品に収納でき，かつ最大外形である３極105mm幅品の本体引き外し荷重でも動作可能な引き外し装置の開発であった。

３極75mm幅品の内部付属装置収納サイズは，幅18mm×長さ43mm×深さ30mmであり，３極105mm幅品の本体開閉機構部の引き外し荷重は，３極75mm幅品の約３倍である。限られた容積で高い引き外し力を発生させる取り組みとして，次のことを実施した。

(1)　電磁解析による磁力特性向上策の抽出（**図８**）

(2)　荷重低減を図った最適構造設計

(3)　NC巻線機の採用による巻線の精度向上

また，業界最小(注1)ブレーカである32A／63AフレームF Style品（３極54mm幅品）は，限られた内部付属収納スペースに納まるように，３極75mm幅以上対応の付属装置から約20%のサイズ低減を図っており，カセット付属対応を達成している。

（注１）　2009年８月現在，当社調べ。

5.　む　す　び

低圧遮断器WS-Vシリーズの標準化とVAに関する特長とそのために適用した技術について述べた。今後も顧客ニーズを意識した製品を開発していく所存である。