

スプリングクランプ端子仕様 電磁接触器・電磁継電器

林 亨*
Tohru Hayashi

Magnetic Contactors and Relays with Spring Clamp Terminals

要 旨

三菱電機は2019年11月、電磁接触器と電磁継電器のラインアップに配線性、メンテナンス性に優れたスプリングクランプ端子仕様製品を追加した。

スプリングクランプ端子は従来のねじ締め作業に必要であった高いスキルレベルが必要なく、簡単に確実な電線の接続が可能になる。また、スプリングクランプ端子は長期間の使用でも接続部が緩む心配がなく、点検時の増し締め作業の軽減を可能にする。

スプリングクランプの端子方式はプッシュイン方式を採用した。単線及びフェールを使用した場合には電線を配線口へ差し込むだけで配線接続が完了する、非常に作業性の優れた端子方式である。

また、主要な国内外規格に標準対応し、グローバル対応可能な製品を実現している。

当社のスプリングクランプ端子仕様電磁接触器・電磁継電器のそのほかの主な特長は次のとおりである。

- (1) スプリングクランプ端子はWAGO製プッシュインケージクランプ(Push-in CAGE CLAMP)^(注1)を採用
- (2) 電磁接触器は12Aフレームと20Aフレーム、電磁継電器は5極品をラインアップ
- (3) 幅広い適用電線
- (4) ねじ端子製品とほぼ同一外形

(注1) スプリングクランプ端子は、WAGO Kontakttechnik GmbH & Co. KG, Germany(以下“WAGO社”という。)のPush-in CAGE CLAMPを採用している。Push-in CAGE CLAMPはWAGO社の登録商標である。



スプリングクランプ端子仕様電磁接触器・電磁継電器

スプリングクランプ端子仕様電磁接触器は定格電流12Aフレームと20Aフレームを、電磁継電器は5極品をラインアップしている。外形サイズはねじ端子仕様製品とほぼ同一を実現し、主回路・補助回路定格、操作コイル定格、ねじ取付けピッチはねじ端子仕様製品と同一、コイルサージ吸収器を外形寸法内で後付け可能であることを特長とする。

1. ま え が き

制御盤や装置への電気機器の設置で、ねじ端子への“電線の接続”には多くの工数がかかり、高品質を維持するために作業者の高いスキルレベルを必要とする。また、電気機器の納入時や点検時でも増し締め等に多くの品質維持工数及びそれに伴うコストを必要とする。

近年の少子高齢化等によって人手不足、熟練作業者の減少が叫ばれており、上記のような工数やコストを削減するため省配線・省メンテナンス性のメリットを生かしたねじなし端子としてスプリングクランプ端子を適用した製品の需要が拡大している。

また、欧州ではスプリングクランプ端子は一般的になっており、欧州向け輸出品にはスプリングクランプ端子製品を搭載する場合も多い。

当社は電磁接触器と電磁継電器のラインアップで従来のねじ端子仕様製品に加えて上記の要求を満たす、スプリングクランプ端子仕様電磁接触器・電磁継電器を開発した。開発フレームについては販売台数の多い小型フレームをラインアップし、表1に示すとおり12Aと20Aフレームの電磁接触器及び5極品の電磁継電器とした。

本稿では、今回開発した新ラインアップ製品の特長について述べる。

2. 開発製品の特長

2.1 配線性⁽¹⁾

今回の開発で採用したスプリングクランプ端子仕様電磁接触器・電磁継電器の配線の特長は、次のとおりである。

(1) 単線、より線、可とうより線、フェルールに対応

スプリングクランプ端子仕様の電磁接触器としては国内で初めて^(注1)単線、めっき有無にかかわらずより線に対応した。フェルールはより線のばらけを抑制する効果はあるが省施工効果は薄れる。海外ではフェルールを使用しない配線が主流であり、より線への対応はグローバルな対応をする上で重要である。また建屋への電設工事では単線を利用するケースが多く、これから普及するであろうEV (Electric Vehicle) 充電機器、V2H (Vehicle to Home) 機器設置工事等へも柔軟に対応できる。

(2) 各種電線の挿抜方法

単線、フェルールについては被覆をむいた電線をプッシュインするだけの1アクションで接続可能である。より線については操作工具を用いて2アクションで接続ができる。ねじを紛失する心配もなく、省施工に貢献する。

(3) 電線配線方向を15°傾斜させて操作性を向上

配線方向を傾斜させることによってダクトへの配線の膨らみを軽減する効果に加え、操作工具の操作方向が盤面に対して垂直になるのでスプリング操作のための力が入れやすい。さらに電源側と負荷側で操作工具の方向を変える手間がいらない。どの端子も一律の方向への操作で挿抜可能という特長があり、作業性向上に大きく寄与する。

(4) 電線挿入インジケータ機能を装備

絶縁カラー付きフェルール使用時で、絶縁カラー部が電線挿入口の上面から奥へ入っていれば接続完了となる。電線挿入方向を15°傾斜させているため絶縁カラー部を確認しやすく目視による接続検査工数の低減に貢献する。

(5) WAGO社製プッシュインケージクランプを採用

スプリングクランプ端子は、ドイツのスプリング式端子台メーカーWAGO社の長年世界中で使用されて信頼のあるプッシュインケージクランプを採用した。プッシュインケージクランプの“ケージ”は“檻(おり)”を意味し、挿入された電線を檻の中へ閉じ込めるようにしっかりと確実に保持し、単線でもより線でも圧着端子不要で結線できる。具体的には一辺をスプリング、三辺を導体で囲み、電線は四方囲まれた状態になり、導体接触部の面積を小さくすることで単位面積当たりの圧力が増し、より確実な接触と低い接触抵抗を実現している。

(注1) 2019年11月1日現在、当社調べ

2.2 その他の特長

2.2.1 製品ラインアップ

スプリングクランプ端子仕様電磁接触器のラインアップとして12Aフレームと20Aフレーム、電磁継電器のラインアップとして5極品、操作コイルの交流/直流の全6機種を開発した。操作コイル電圧、主回路、補助回路定格、ねじ取付けピッチはねじ端子製品と同一の性能を確保している。形名としては、ねじ端子製品の形名の後に“SQ”を付加する。従来のねじホルダの付いた配線合理化端子“BC”タイプと同感覚で手配可能にした。製品仕様を表1に示す。

2.2.2 幅広い適用電線と全端子統一の電線サイズ

開発製品に適用可能な電線は表2に示すとおり、電線種・電線サイズが幅広い。単線は通信線に一般的に用いられるφ0.8から建屋のIV (Indoor Vinyl) 電線で多く用いられるφ2.0までを網羅する。より線は信号線用途の多い0.5mm²から複数台の電磁接触器を渡り配線する場合の遮断器からの一次側配線にも適用可能な4.0mm²まで対応した。絶縁カラー付きフェルールでは、更に細い0.25mm²

表 1. 製品仕様

機種		電磁接触器		電磁継電器
操作コイル	交流	S-T12SQ	S-T20SQ	SR-T5SQ
	直流	SD-T12SQ	SD-T20SQ	SRD-T5SQ
定格(AC200V) (ねじ端子製品と同一)		13A(AC-3)	18A(AC-3)	3A(AC-15)
適用電線サイズ (主/補助/操作回路)	単線	φ0.8~φ2.0		
	より線	0.5~4.0mm ²		
	フェルール	0.25~2.50mm ²		
外形寸法 (W×H×D(mm))	交流操作	44.0×76.7×78.0(ねじ端子製品と同等) (参考:ねじ端子製品 44.0×75.0×78.0)		
	直流操作	44.0×76.7×100.0(ねじ端子製品と同等) (参考:ねじ端子製品 44.0×75.0×100.0)		
ねじ取付けピッチ(mm)		35×60 他(ねじ端子製品と同一)		

表 2. 適用可能電線サイズの比較

電線種	当社, 他社の適用可能電線サイズ比較(電磁接触器, 継電器)							
単線	φ0.8 φ1.0 φ1.6 φ2.0							
より線(mm ²)	0.50* 0.75* 1.00* 1.50 2.00 2.50 3.50 4.00							
絶縁カラー付 フェルール(mm ²)	0.25	0.34	0.50	0.75	1.00	1.50	2.00	2.50
備考	当社: 太枠内全て適用可 A社: 濃・薄ハッチング部のみ, より線はスズめつき線に限る, *はインシュレーションストップ必須主回路と補助回路で接続可能な電線範囲が異なる B社: 濃ハッチング部のみ							

から動力線にも用いられる2.50mm²まで対応している。

また、全ての端子へ同一のスプリングクランプ端子構造を適用することによって、接続可能な電線サイズは主回路/補助回路/操作回路及び電磁接触器/電磁継電器を問わず、全て同一種の電線を接続可能にした。

さらに表2のA社のように、より線の直接接続については線種をスズめつき線に限るなど接触抵抗対策を電線側へ委ねる措置を講じている場合もある。2.1節でも述べたが、この開発品で採用しているスプリングクランプ端子は単位面積当たりの接触圧力が高いため、めっきなし裸銅線であっても接触抵抗を常に低く維持することが可能である。

このように幅広い電線種・電線サイズへの対応と、回路ごと、機種ごとに制限や異なる適用サイズを設けないことによって、より柔軟な盤設計と装置設計を可能にしている。

2.2.3 検電器挿入口と操作性の向上したコイル端子配置

電線の配線について、挿入可能な電線は1端子について2本まで、各電線を個別に操作可能な工具挿入口を備える。この点は他社製品も同等の機能を持つが、ねじ端子仕様製品と比較すると操作性に違いがある。2本配線後に1本だけ取り外したい場合、ねじ端子仕様製品はねじを緩めると2本とも外れてしまうため1本を締め直さなくてはならないが、スプリングクランプ端子仕様製品は1本ずつ個別に操作可能なため使い勝手が良いという利点がある。

この開発製品では、図1に示すように端子ごとに検電器挿入口を設けた。他社製品では検電器挿入口は持たない製品もあり、その場合は代用として工具挿入口で検電することになる。工具挿入口は電線の挿抜をするための穴である

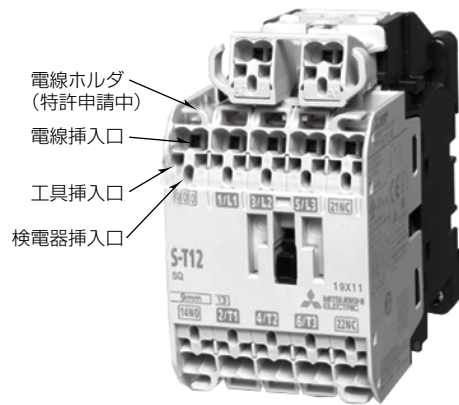


図 1. 交流操作形電磁接触器S-T12SQ

ため、検電のためにテスターピンを押し込むと電線が外れてしまうか、又は中途半端に電線が抜けた状態となり事故に至る可能性もある。検電器挿入口であればテスターピンを押し込んでも電線が抜ける心配がなく、狭い装置内や奥まった盤内等で不安定に検電する場合でもテスターピンの押し込み力の加減を心配する必要がない。

また、ねじ端子仕様製品では主端子から奥に配置されていたコイル端子を、スプリングクランプ端子仕様製品では図1に示すとおり主端子とほぼ同一面へ配置した。ねじ端子仕様製品での電線の操作とは違い、スプリングクランプ端子仕様製品では電線挿入口付近まで手で電線を持っていった配線することになる。電線挿入口近くに大きな段差があると配線作業時に段差が障害となって取り扱いにくい。このため主端子とほぼ同一面へコイル端子を配置することによって取扱い性を向上させた。

2.2.4 スマートな配線を可能にする電線ホルダ

今回の開発では新機能として“電線ホルダ”を開発した。電線ホルダ内へ電線を押し込むだけで簡単に電磁接触器に沿わせた配線処理が可能になる。この電線ホルダは2019年12月現在特許を申請中で、主に次の三つの機能を持つ。

(1) 配線された電線のまとめ

スプリングクランプ端子は電線を手前方向から配線するためねじ端子よりも電線の見える範囲が多くて見栄えが良くない。配線した電線を結束帯等でまとめて整理するときれいに収めることができるが、結束帯の準備、結束作業、余分な結束帯の切断等煩雑な作業になる。そのため、結束帯を用いずとも配線をまとめる機能として電線ホルダ機能を設けた(図2)。この機能は配線前でも配線後でも利用可能である。

(2) マークチューブの移動抑制

マークチューブが盤面のダクトへ向かう電線に沿って移動しないように端子近くで配線を結束することがある。結束帯を用いることは一つめの説明でも述べたとおり部品点

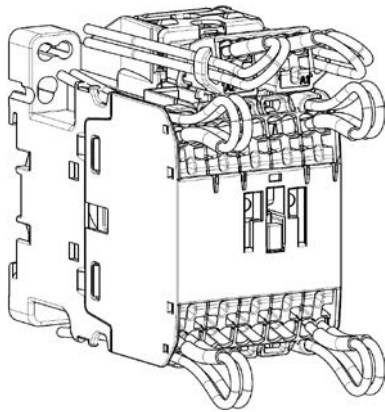


図2. 電線ホルダの利用例

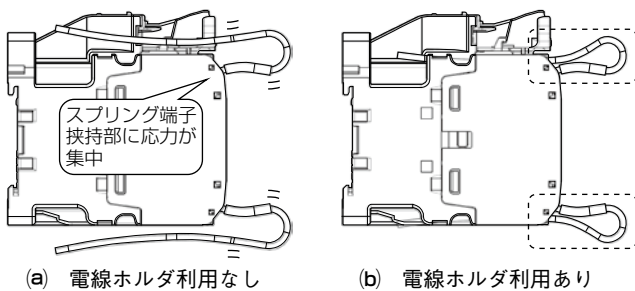


図3. 電線ホルダによる断線抑制

数が増える上、作業が煩雑で、切りくずの処理も必要になる。電線ホルダはホルダ内へ電線を押し込むだけでマークチューブの移動を抑制できる画期的な機能である。

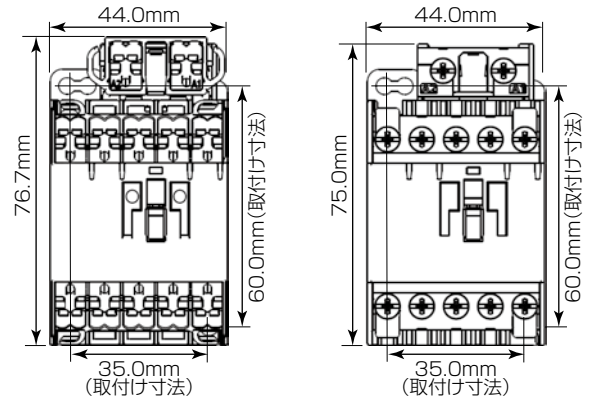
(3) 電線の断線抑制

電磁接触器は自身が振動する機器である。電線は振動の少ない盤面と振動の多い電磁接触配線部の間に配線されるため、どうしても電線導体のスプリングクランプ端子挟持部に振動応力がかかってしまう(図3(a))。この状態が続くと電線導体部が金属疲労によって断線する可能性がある。盤面からの電線を一旦電線ホルダに通してからスプリングクランプ端子へ配線することによって図3(b)の点線部は電磁接触器と一体になるためスプリングクランプ端子挟持部に応力がかかりにくく、断線を抑制することが可能になる。

2.2.5 ねじ端子仕様製品とほぼ同一外形を実現

広く利用されているねじ端子仕様の電磁接触器と電磁継電器とほぼ同一外形でスプリングクランプ端子仕様製品を開発した(図4)。そのため、既存機種置き換えも容易になっている。また、盤面へのねじ取付けにもねじ端子仕様製品と同一ピッチで対応し、既存機種の配線工数削減と品質の向上に貢献する。

また、ねじ端子仕様では上下方向へ圧着端子等が出るため上下方向への機器の設置にはある程度の距離を置く必要があったが、スプリングクランプ端子仕様では配線は手前



(a) スプリングクランプ端子仕様製品 (b) ねじ端子仕様製品

図4. 外形寸法

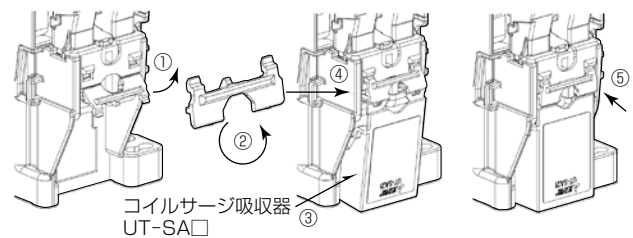


図5. コイルサージ吸収器の取付け

方向のため、電磁接触器上下方向への機器の設置の自由度が増し、盤や装置の小型化に貢献できる。

2.2.6 既存のコイルサージ吸収器を適用可能

スプリングクランプ端子仕様電磁接触器のコイルサージ吸収器は専用品ではなく、既存のねじ端子仕様電磁接触器用に既に販売しているUT-SA□シリーズを適用可能にしている。ねじ端子用オプションと共用にすることによって手配工数と在庫の削減に貢献できる。

取付けについては図5にも示すとおり、カバーを開けてサージ吸収器を差し込み、カバーを閉じるだけで取付けが完了する。内部の接触はスプリング接触なので、ねじ緩みや取付け不良を心配する必要がない。

3. むすび

省施工、省工数、品質の向上に貢献するスプリングクランプ端子仕様電磁接触器・電磁継電器について述べた。今後も周辺機器の拡充や定格フレームの拡充について顧客のニーズに合わせて引き続き検討していく。

参考文献

- (1) 小樋悠太：省施工と品質安定に貢献するスプリングクランプ端子仕様遮断器・サーキットプロテクタ、三菱電機技報, 94, No.4, 252~255 (2020)