

“省と安全：Save & Safety”を追求したSS端子の開発

山野 雅 丈^{*1)} 磯 部 雅 志^{*1)}

1. はじめに

近年産業界においては、工場の海外分散化・ボーダーレス化が進展し、経済交流・人的交流が活発化している。そのような環境下では、あらゆる階層の人が、機器を操作・保守作業することが考えられることから、安全性についての意味は、ますます重要になっている。

また、欧州では安全に対する思想及びその基準を定める法令等が過去から厳格に規定されており、「安全」という本質に迫る場合、その設備を構成する部品メーカーにおいても安全性を重視したコンポーネントを供給することは大きな使命となっている。さらに「安全性」の確保を基盤とした上に「使いやすさ（省工数）」を追求した魅力あるコンポーネントを供給することがメーカーとしての大きな責務であると考え、「安全性」「使いやすさ」実現のために、端子配線部に着目した端子構造であるSS端子（図1）を開発し、 $\phi 22$ 丸穴パネルカット取付用のコントロールユニットであるHWシリーズ（図2）に搭載した。

以下、「安全性」と「使いやすさ」についての考え方とそのアプローチ手段としてのSS端子の紹介、及び今後の展開について述べる。

2. 安全性（Safety）へのアプローチ

2.1 安全性の考え方

設備における安全性の考え方にはオペレータやメンテナンス従事者を危険から守る「人に対する安全」と事故による機械の破損を防ぐ「機械に対する安全」がある。

今日PL法の施行等も含め「安全」への取り組みの強化は生産者側においても、ユーザ側においても非常に重要な要素となっている。

今回は安全性へのアプローチとして感電防止「人に対する安全」、ねじの脱落防止「機械に対する安全」に着目した。

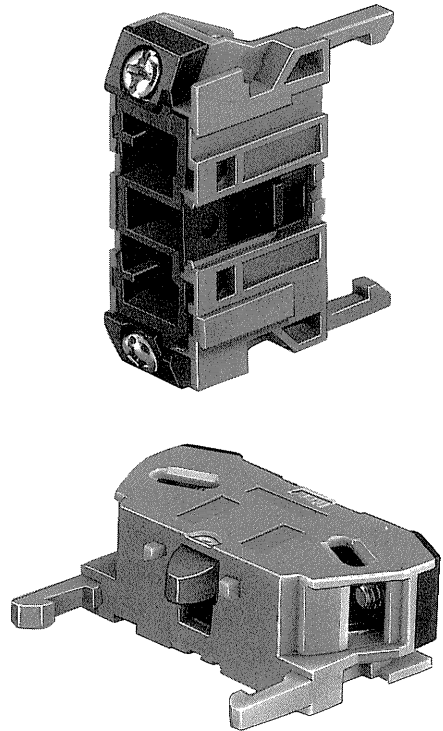


図1 SS端子を採用したコンタクトブロック

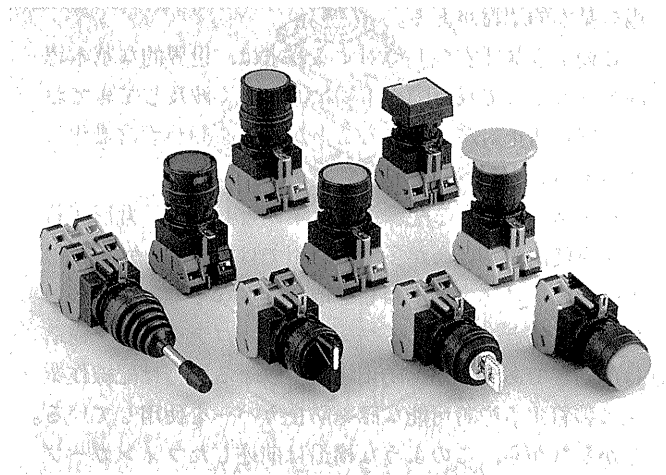


図2 HWシリーズ コントロールユニット

*1) 研究開発部

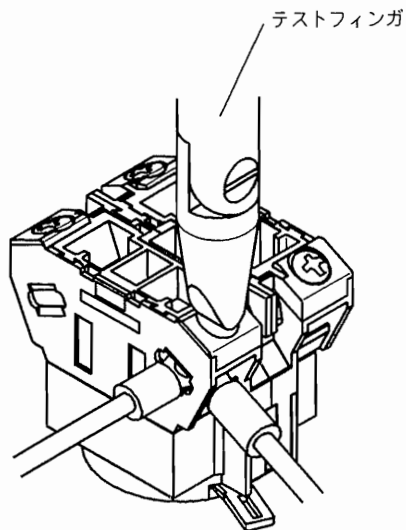


図3 テストフィンガによる試験

2. 2 人に対する安全 (感電防止)

端子部の感電保護について規定した規格としては、VDE0106Part100 (感電に対する安全対策/感電の危険性のある部品に近接している操作部材の配置) 等があり、図3に示すようにDIN57470Part1/VDE0470Part1準拠のテストフィンガ (指先類似物) を、端子部に規定する最大導体を接続した状態で10N (約1.0kgf) で押し込み、充電部にテストフィンガが接触しない構造が要求される。また、端子カバー等を使用する場合には、偶然にずれたり、また外れない構造でなくてはならない。

特に欧州における安全性の考え方は、「作業者はミスをする」「機械は故障する」ことを前提とした「フェイルセーフ」に基づき安全対策を考える。したがって欧州においては、コントロールユニットの端子部は、作業者が不用意に機器に接触しても感電事故を予防できるフィンガプロテクション構造でなければならないという市場の基本的認識がある。

このような「安全」に対する要求は、世界的な基本認識の一つとして我が国の市場にも大きく波及してきており、感電防止対策を講じることが内外を問わず常識化しつつある。

日本市場における配線のスタイルとしては、丸形圧着端子を使用する場合が多く (欧州では単線接続が一般的)、配線の際には必ず端子ねじを取り外さなくてはならないため、本体と一体であるフィンガプロテクション構造は不向きであり、感電防止措置を講じる場合は配線作業後に装着する脱着可能な感電防止カバーを使用している。しかしながら、このような構造は前述したフィンガプロテクションへの要求事項を定めた規格に対して完全ではない。

2. 3 機械に対する安全 (ねじ脱落防止)

ねじの脱落防止機構とは、ねじをはずした状態において、ねじ自身がユニット本体からはずれない機構のことである。

日本市場においては丸形圧着端子を使用する場合が多く、配線の際にはねじを完全にはずす必要があるため、ねじの紛失のおそれがある。

設備設置時及びメンテナンス時におけるねじの紛失は設備、機械への混入の危険があり、短絡等による事故の原因になる可能性を秘めているため、ねじ端子において脱落防止機構を有することは、作業効率を向上させる効果以外に、ねじの紛失や設備へのねじの混入による短絡等の事故を防ぐ目的もある。

3. 省工数 (Save) へのアプローチ

3. 1 省工数の考え方

コントロールユニットにおける省工数の効果には、

- (1) 盤 (システム) 設計の省工数効果
- (2) 配線作業の省工数効果

がある。

ここでは省工数へのアプローチとして配線作業の省工数化に着目した。

コントロールユニットにおいて、配線作業の省工数化の考え方は2つに分類できる。

- (a) 配線数の削減
- (b) 配線単位時間の削減

以下に例を示す。

3. 2 配線数の削減

配線数をコントロールユニット側にて削減する。

- (1) 伝送による省工数化
BXシリーズ省配線機器 (図4)
16点 → 2点
- (2) コネクタ変換による省工数化
ワンボードコントロールユニット (図5)
64端子 → コネクタ一括配線
- (3) 内部渡りによる省工数化
BN15MCコモンターミナル (図6)
10極 → 渡り金具の内蔵

3. 3 配線単位時間の削減

配線作業単位時間を削減する。

- (1) リセプタクル配線による省工数化
LWシリーズ (図7)
タブ端子+リセプタクル配線
- (2) ねじアップ状態の保持による省工数化
TDT (タッチダウンターミナル) 端子台 (図8)

4. SS (Save & Safety) 端子の開発

4.1 開発のコンセプト

HWシリーズは、パネル前面より操作部を取り付ける「欧州スタイル」を採用し開発してきた。しかしながら欧州と日本における配線スタイルの違いから、前述した様に現状では、国内向け仕様/海外向け仕様の2種類の配線スタイルに対応するコントロールユニットを用意している。

これらの統合化を狙いながら、「安全性」「省工数」に着目し、その強化を図ったコントロールユニットを提供するため、今回開発したSS端子をHWシリーズのコンタクトブロック(図2)及びトランスユニット(図9)の端子部に搭載した。これにより世界標準機種としての展開が、実現可能となった。

そのコンセプトは次の通りである。

- (1) 一体型のフィンガープロテクション
VDE 0106パート100で規定されているフィンガープロテクション構造に準拠。カバーがはずれない一体型のフィンガープロテクションを採用し、感電保護構造を強化。
- (2) ねじアップ端子
端子ねじはアップ状態で保持され、ねじの解除作業を省く。更に、ねじの脱落防止機構により安全性も強化。
- (3) 省スペース化
機器の密集化、省スペース化が顕著に進む中で、集合密着取付フィンガープロテクションねじアップ構造を取り入れた上、短胴化を実現する。
- (4) 自由度の高い配線形態
丸形/Y形圧着端子、単線、より線等、接続形態を選ばず、集合密着状態でも容易に配線可能であること。

4.2 構造

SS端子を搭載したHWシリーズコンタクトブロック及びトランスユニットの全体構造を図10、図11に示す。

端子ねじは圧縮バネ(コイルスプリング)により常にアップ状態で保持されている。コンタクトブロック、トランスユニットそれぞれに部品組み込みスペース及びレイアウトに制限があるため、それぞれ異なる構造になっている。

(1) コンタクトブロック

コンタクトブロック全体構造を図10に示す。SS端子を構成する端子ねじと端子ねじ復帰バネの位置関係については図12に示すが、端子ねじとバネのレイアウトはB方向の寸法を抑えた配置とし、図10に示すA寸法を現状コンタクトブロッ

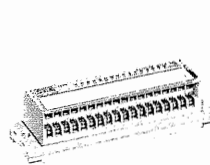


図4 伝送ターミナル

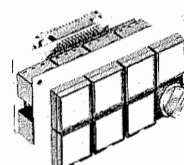


図5 ワンボード

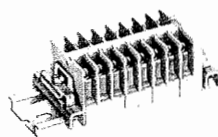


図6 コモンターミナル

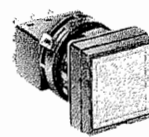
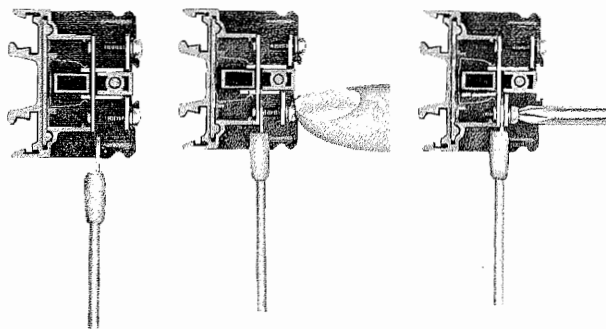


図7 LW押釦SW



(初期状態)

(仮止め)

(ねじ締め)

図8 TDT端子台作業手順

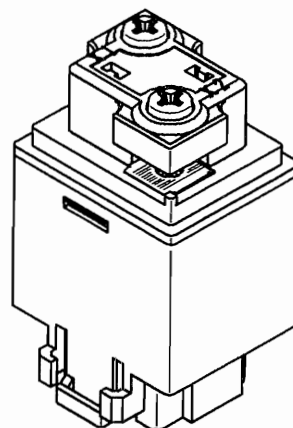


図9 トランスユニット外観

クと同等とすることにより、HWシリーズへの搭載互換性を実現している。

(2) トランスユニット

トランスユニット全体構造を図11に示す。SS端子を構成する端子ねじと、端子ねじ復帰バネの位置関係については図13に示すが、トランスユニットとSS端子の間に絶縁距離を必要とする制限を考慮して、バネ配置のレイアウトはC方向の寸法を抑えた形としトランスユニットの短胴化を実現している。

4.3 SS端子の効果

SS端子による省工数化の効果を確認するため、コンタクトブロックにおいて下記の条件にて、ねじを完全に取り外す必要のある従来の端子(図14)と、SS端子(図15)での配線実工数の測定をした。その結果を図16に示す。

[作業条件]

- ・コンタクトブロック 10個
- ・丸形圧着端子を各端子に2本使用(計40本)
- ・パネル取付状態にて配線作業
- ・従来端子は端子カバーを使用
- ・不特定多数の人間により繰り返し測定(延べ50回)

の条件にて配線時間を測定。

SS端子と従来端子の実際の作業手順は次のように分解できる。

- ・従来端子タイプ作業手順
 - (1) カバーの取り外し作業
 - (2) ねじの解除作業
 - (3) 圧着端子取付作業
 - (4) ねじ締め付け作業
 - (5) カバー取付作業
- ・SS端子タイプ作業手順
 - (1) 圧着端子取付作業
 - (2) ねじ締め付け作業

従来端子タイプでは、配線作業中にねじを完全にはずして作業を行うため、実際の作業現場においては、ねじの紛失による搜索時間等のロスが発生することもあるが、SS端子ではそのような心配はなく、配線効果はさらに大きいものとなる。

4.4 TDT端子とSS端子の比較

当社は従来より端子台等でTDT(タッチダウン)端子(図8)を採用してきたが、今回HWシリーズではSS端子を採用した。

TDT端子とSS端子の配線過程の動作比較を表1に

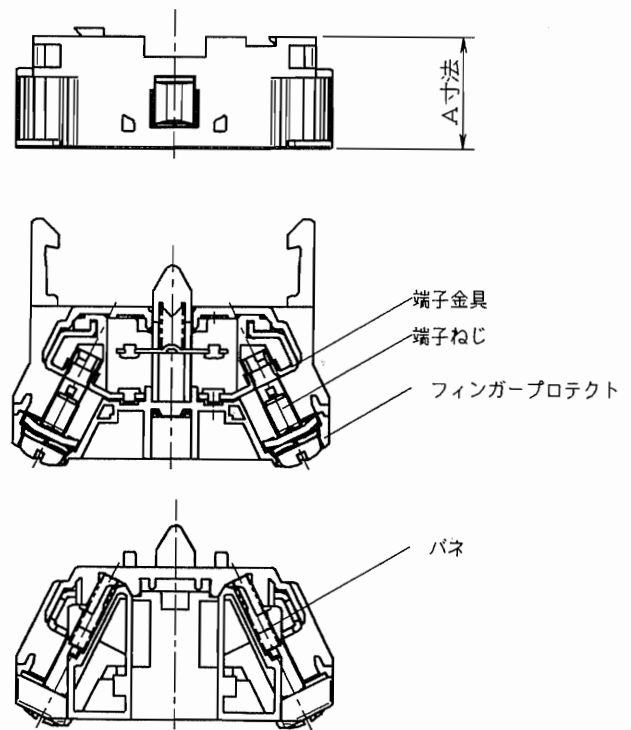


図10 SS端子コンタクトブロック構造

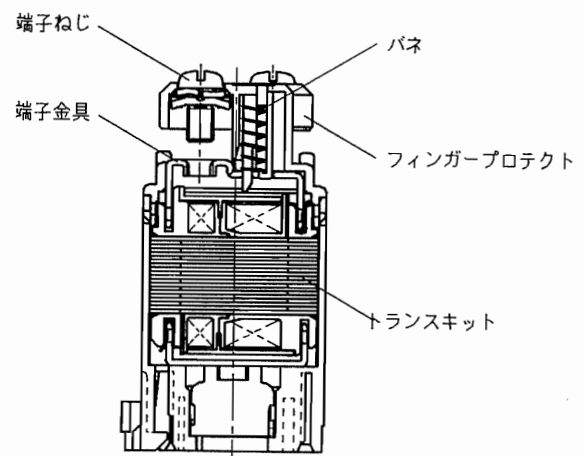


図11 SS端子トランスユニット構造

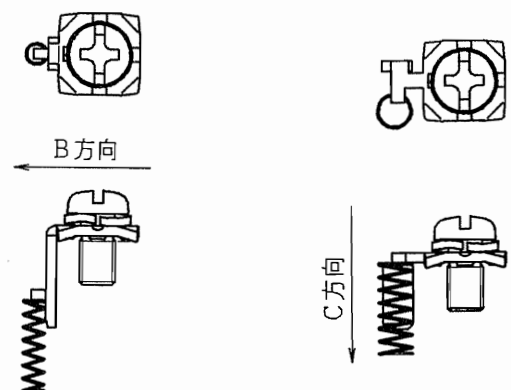


図12 コンタクトブロック
バネ配置位置

図13 トランスユニット
バネ配置位置

示す。

TDT端子方式、SS端子方式は各々に特徴があり、使用用途等を検討して選択せねばならない。今回HWシリーズにおいてSS端子方式を選択した理由は、ねじが自動復帰する構造であるため、集合密着取付時等の省スペースでの配線作業に効果があるためである。

5. 「安全性」と「使いやすさ」の今後の展開

「安全性」について現時点では、安全機器を設置したとしても事故が完全に無くなるというわけではない。したがって、事故回避のため例えばオペレータの操作段階、システムによる制御段階、メンテナンス要員による設置段階の各状況において、未然に事故発生の可能性を想定し、「フェイルセーフ」の考えを取り入れたコントロールユニットを開発することが重要になり、今後ますますその要求は大きくなる。

「使いやすさ」については、今回、省配線ということに着目してきたが、今後も省配線についての要求はさらに大きくなることは確実であり、特に注力していく必要がある。

さらに、システムとしての標準化を行えるコントロールユニットの開発を行うことにより、配線作業における省工数化だけでなく、盤（システム）設計の省工数化という効果も望めるものである。

6. 終わりに

FA環境における「安全性」「使いやすさ」について以上述べてきた。今回はその実現手段の一つとしてSS端子を搭載したコントロールユニットを紹介したものである。

「安全性」と「使いやすさ」を両立させたこのSS端子を、今後様々な製品に搭載し、その標準化を図っていくことを積極的に進めたい。

我々を取り巻くFA環境も多様な形態を有するフィールドとなってきた。したがってコントロールユニットに求められる「安全性」「使いやすさ」を取り巻く要求も多岐にわたってきており、今後さらに要求仕様の細分化が進むものと考えられる。また、様々な産業分野における業界規格、または国際規格においても、安全性についての要求は厳しくなっていくものであり、コントロールユニットにおいても、それに柔軟に対応していくことが今後重要な取り組みとなる。

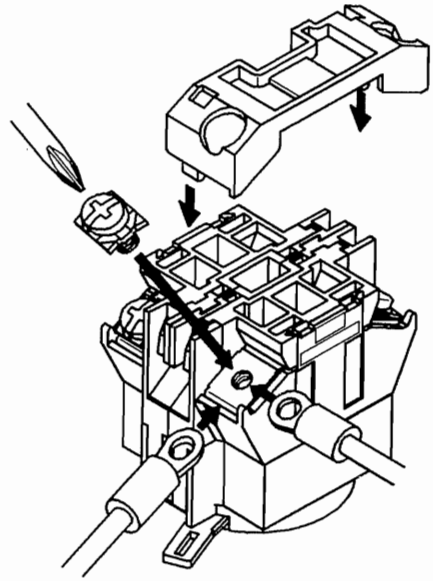


図14 従来端子タイプ配線作業

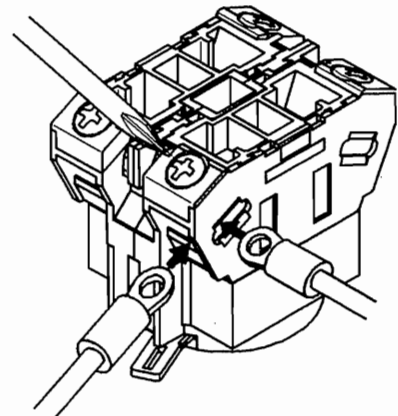


図15 SS端子タイプ配線作業

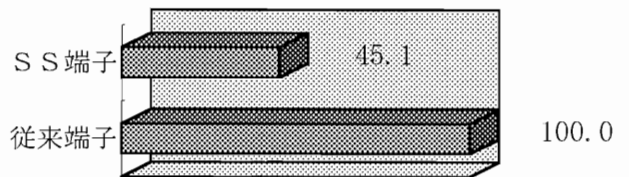
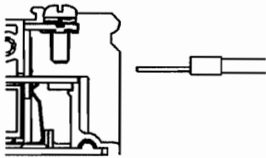
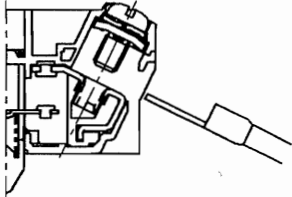
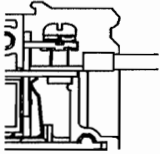
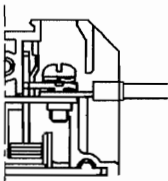
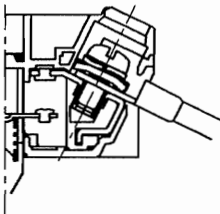
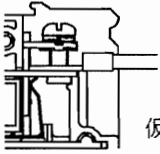
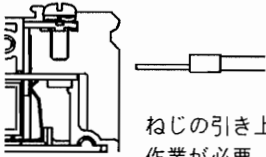
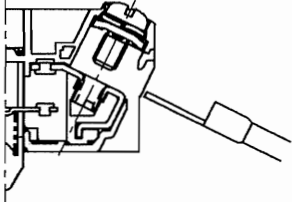


図16 配線作業時間
(従来端子の配線時間を100とした時)

表1 TDT端子構造とSS端子構造の配線過程比較

方式 動作	TDT端子	SS端子
オープン待機 状態		
ねじ押し下げ		
仮止め状態	 仮止め可能	オープン待機状態より、一気に ねじ締めを行なう。
ねじ締め		
ねじ締め付け 状態		
ねじゆるめ		
仮止め状態	 仮止め状態に止まる。	仮止め状態に止まらず、 オープン待機状態まで一気に上がる。
ねじ引き上げ		
オープン待機 状態	 ねじの引き上げ 作業が必要	
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・ねじの解除作業不要 ・ねじの脱落防止機能 ・仮止め可能 ・解除時ねじの引き上げ作業が必要 	<ul style="list-style-type: none"> ・ねじの解除作業不要 ・ねじの脱落防止機能 ・解除時ねじの引き上げ動作不要

参考文献

- 1) DKE (ドイツ電気技術協会)規格 VDE 0106 Part 100
- 2) DKE (ドイツ電気技術協会)規格 VDE 0470 Part 1
- 3) ドイツ規格協会規格 DIN57470 Part 1
- 4) ルドルフ・シュルケ：フィンガープロテクト構造の電機動作部材, IDEC REVIEW 1990
- 5) 中野芳秀, 山本晃, 藤谷繁年, 村上智：HWシリーズコントロールユニットの開発, IDEC REVIEW, 1994
- 6) 関野芳雄：EN/IEC規格と安全機器, IDEC REVIEW 1996