

国際規格に対応した非常停止スイッチ

Emergency Stop Switches in Compliance with International Standards

西原 敏^{*1)}
Satoshi Nishihara

牧本 茂樹^{*2)}
Shigeki Makimoto

山本 晃^{*3)}
Akira Yamamoto

境井 貴行^{*4)}
Takayuki Sakai

要 旨

1995 年 E C 機械安全指令により拍車が掛けられて大きな潮流となった規格のグローバル化をもとに、わが国においても 2001 年 6 月「機械の包括的な安全基準に関する指針」が厚生労働省より通達された。わが国独自の意識性により展開されてきた安全思想が大きな転換期となりつつある現在、非常停止として用いるスイッチについても規格上さまざまな要件が求められている。本稿では国際安全規格 ISO12100 で「非常事態を意図した予防策」として求められる「非常停止機能」を達成するために用いる「非常停止スイッチ」について、関連する機械安全上の国際規格を簡単に解説するとともに、当社の製品への反映について述べる。

Abstract

Since EC Machinery Directive was issued in 1995, globalization of standards becomes a key trend around the world. As a consequence of this trend, Comprehensive Guideline for Machine Safety was announced by the Ministry of Health, Labor and Welfare in Japan. A major change is currently taking place in our unique safety concept and emergency stop switches must meet many requirements. This paper refers to emergency stop switches intended for emergency situations described in ISO 12100, and briefly explains associated international standards and anticipates effects on our products.



国際規格に対応した非常停止スイッチ

Emergency stop switches complied with International standards

1. はじめに

国際安全規格 ISO12100 は 2001 年後半に発行が予定されているが、機械類の安全性に関する国際規格を見ると 1995 年 1 月欧州機械指令に基づき、機械類に対して安全性を評価確認し CE マーキングを適用することが欧州圏において義務づけられている。わが国でも 2000 年に ISO13849-1 が「機械類の安全性—制御システムの安全関連部—第 1 部：設計のための一般原則」JISB9705-1 として制定され、国際的な安全システムの規格化がなされた。また同時期に従来の「制御用スイッチ通則（JISC4520:1991）」は、IEC6097-5-1 と整合性がはかられ「JISC8201-5-1:1999 低圧開閉装置及び制御装置、—第 5 部：制御回路機器及び開閉装置、—第 1 節：電気機械制御回路機器」に改められている。さらに 2001 年 6 月には厚生労働省より ISO12100 に対応した「機械の包括的な安全基準に関する指針」が通達されており、機械類の安全性に関する関心が高まっている。

従来わが国の安全思想は作業員への安全教育が主眼となっていたが、今回規格・指針に盛り込まれた「許容可能な残存リスク」として評価する安全システムへの変更や導入には各種の規格を理解し、安全に対する思想の切り替えが必要となる。

本稿においては「非常停止機能」を達成するために

用いる「非常停止スイッチ」に関して、安全規格面から使用上と構造上の要件および各種スイッチの特徴などについて述べる。

2. 国際安全規格における非常停止スイッチへの要求事項

2. 1 機械安全の整合規格の体系

安全に関し多数存在する ISO や IEC の個別規格は、一見すると難解な印象を持つが、これらは整合規格として図 1 のような A/B/C の 3 階層別（ISO/IEC ガイド 51）に分けられ、規格を活用するようになっている。

これら各階層の規格を端的に述べるとつぎのようになる。

(1) A 規格：基本安全規格

あらゆる機械類に対して適用できる基本概念、設計原則および一般的側面を規定する規格（A 規格は国際安全規格の頂点に位置する、または安全関連装置の形式を取り扱う規格であり、すべての安全性の規格は A 規格に記述する基礎概念、設計原則に従わなければならない）

(2) B 規格：グループ安全規格

広範な機械類にわたって適用できる安全性に関する一側面、または安全関連装置の一形式を取り扱う規

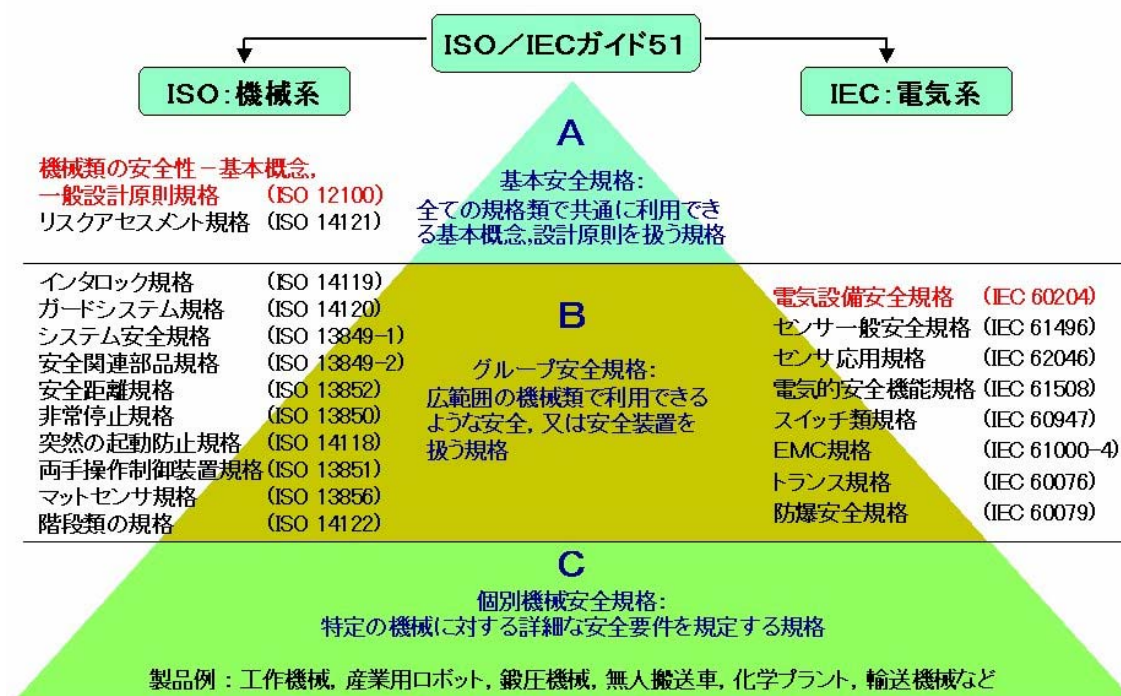


図 1 A, B, C 規格の 3 層構造と代表的な規格

Fig. 1 Hierarchical system of Type A, B, and C standards and representative standards in each group

格であって、さらに次の2つに分けることができる。

タイプB1規格：特定の安全側面（たとえば、安全距離、表面温度、騒音）に関する規格

タイプB2規格：安全関連装置（たとえば、両手制御、インタロック装置、感圧装置、ガード）に関する規格

このB規格では、可能な限り設計の詳細でなく設計の目的を扱う。特に安全関連装置については、より最適な安全設計を期待するために制約を最小にしている。

(3) C規格：個別の製品規格

特定の機械または、機械グループに対する詳細な安全要求事項を規定する規格であり、その際関連するタイプB規格を引用する。

2. 2 非常停止スイッチに関連する規格

前述した規格のうち非常停止スイッチに関係深いA規格とB規格では以下が揚げられる。なお、C規格については個別の特定機械に対する詳細な安全要求事項のため本稿での記述を略す。

【A規格】

- (1) ISO12100 規格は「機械類の安全性に関する基本概念」として、2001年の後半に発行が予定されており、国内でもJIS規格化に向けての検討が進められている。
- (2) ISO14121 機械の安全性-リスクアセスメント (Safety of machinery-Principles of risk assessment)は、JIS B9702として2000年にJIS規格化されており、リスクアセスメントを系統的に行うための原則が記されている規格である。

【B規格】

- (1) ISO13850 (JIS B9703:2000) 機械の安全性-緊急停止-設計原則 (Safety of machinery-Emergency stop-Principles for design)機械の緊急停止に対する機能上の要求事項と設計原則を定めている。たとえば、緊急停止機能は他の全ての運転モードに優先させ、また、偶発的な起動指令に対してもその効力を失わせないこと。あるいは、電気装置（たとえば非常停止スイッチ）はIEC60204-1（機械類の電気設備）にも従わなければならない。
- (2) IEC60204-1 (JIS B9960-1:1999) 産業用機械類の電気装置-第1部：一般要求事項 (safety of machinery-Electrical equipment of industrial machines - Part1:General requirments) 機械類に使用される電気装置に対する要求内容が記述されている。
- (3) IEC60947-5-1 (JIS C8201-5-1:2000) 低圧開閉装置および制御装置-第5部：制御回路機器および開閉素子-第1節：電気機械制御回路機器 (Low-voltage switchgear and controlgear.Part5:Control cir-

cuit devices and switching elements-Section One : Electromechanical control circuit devices) IEC60204-1では、低圧開閉装置にはIEC60947-5-1に整合していることを要求している。

- (4) IEC60947-5-5 低圧開閉装置および制御装置-第5部：制御回路機器および開閉素子-第5節：機械的ラッチ機能付き電氣的非常停止装置 (Low-voltage switchgear and controlgear - Part5-5 :Control circuit devices and switching elements - Electrical emergency stop device with mechanical latching function)非常停止スイッチに要求される機械的（ラッチング機能、ボタンの色、形状等）、電氣的（直接開路動作機能等）について規定されている。

2. 3 具体的な要件

前記した規格の具体的な内容をみると、次のようになる。

(1)使用上での要求事項

- ・リスクアセスメントの結果によっては、必要に応じ追加予防策として非常事態を意図した1つまたは複数の非常停止装置を装着しなければならない。
（【A規格】ISO 12100-2;6.1項）
- ・緊急停止機能は全運転モードで有効であり、他のいかなる制御に対して最優先であること。
（【A規格】ISO12100-2;3.7項, ISO13850;4.1.1項, 【B規格】IEC60204-1;9.2項）
- ・駆動部の電源が遮断された停止状態（ゼロステートメント）であること。
（【B規格】IEC60204-1;9.2.5.4項）
- ・各操作制御パネルや、その他の作業位置近傍に設置し、緊急事態に即操作可能とすること。
（【A規格】ISO12100-2;3.7項, ISO13850;4.4項, 【B規格】IEC60204-1;10.7項）
- ・予期しない突発の起動を防ぐため、リセットで再起動しないシステム構成とすること。
（【B規格】ISO 13850;4.4項, IEC 60204-1;9.2項）

(2)構造上の要求事項

- ・直接開路動作機能のNC接点
非弾性部材を経由して押しボタンの動きの直接の結果として接点開離が達成されること。
（【B規格】IEC60947-5-5;5.2項, IEC 60947-5-1;付属書K適合=JIS C8201-5-1）
- ・容易に識別可能で操作しやすい、赤色でマッシュルーム形のボタン、背景は黄色とすること。
（【B規格】IEC 60947-5-5;4.2項, ISO 13850;4.4項, IEC 6004-1;10.7項）

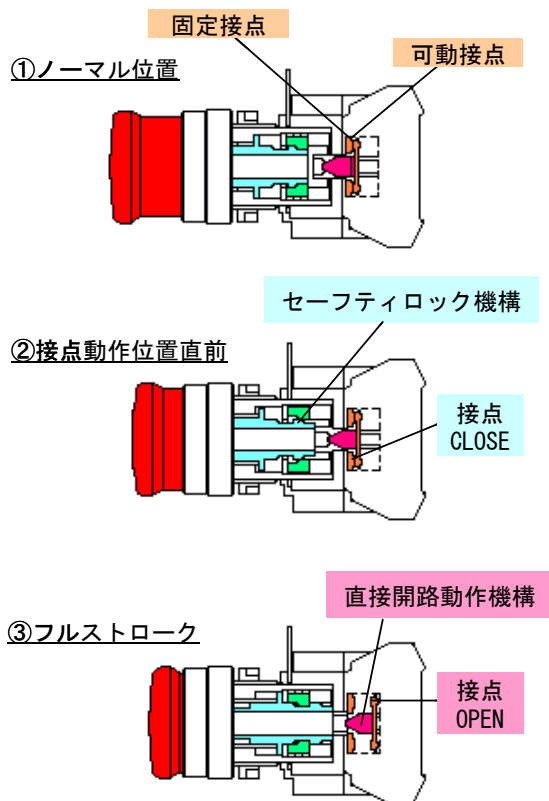


図2 非常停止スイッチ動作図 (HW1B-V)

Fig.2 Emergency stop switch internal operation(HW1B-V)

- ・ 予期しない突然の起動を防止するため、操作部のラッチングと同時に停止状態を保持し、手動によってリセットする構造とすること。

(IEC 60947-5-5;6.2項, ISO 13850;4.4項)

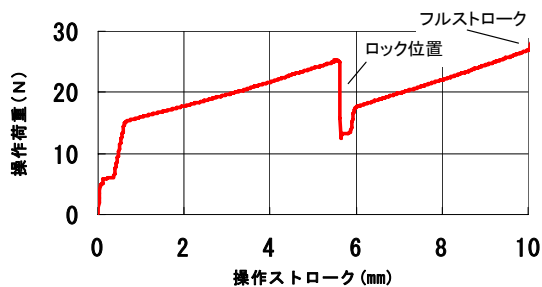
- ・ 感電防止として充電部に直接触れることができないように、IEC60529の保護構造上で少なくともIP2*またはIP**Bであること (いずれも危険な部分への接近に対する保護レベルが「指」以上)。また、ドア内側の充電部については、ドアを開けたときに電源が切れる構造のものはIP1*またはIP**Aの水準 (同じく保護レベルが「手の甲」以上)、ドアを開けても充電されている部位に対しては、少なくともIP2*またはIP**Bであること。

(【B規格】IEC 60204-1;6.2.2項)

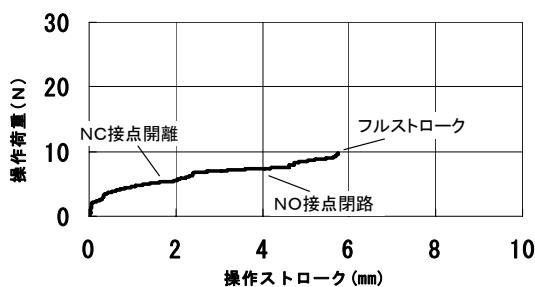
2. 4 非常停止スイッチへの反映

これら構造上の要求事項をもちこんだスイッチの例として、当社HWシリーズプッシュロック・ターンリセット動作の構造を図2に示す。また図3については、プッシュロック・ターンリセット動作を操作ストローク/操作荷重、および接点ギャップ面からあらわしたものであり、さらにその動作特性を比較するため 一般用途に用いられるモメンタリ動作の特性もあわせて示した。

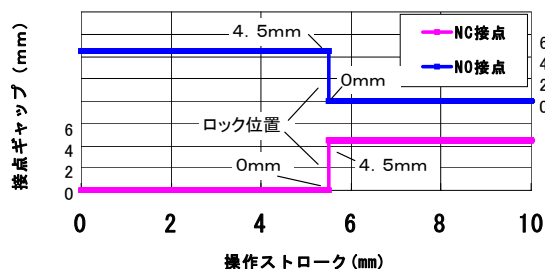
(1) ボタンデザイン



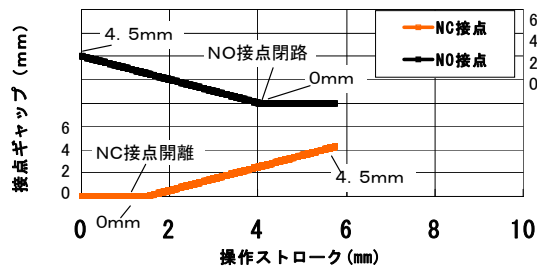
(a-1) プッシュロック・ターンリセット 操作特性



(b-1) モメンタリ 操作特性



(a-2) プッシュロック・ターンリセット 接点ギャップ



(b-2) モメンタリ 接点ギャップ

図3 プッシュロック・ターンリセット/モメンタリ 動作特性/接点ギャップ特性

Fig. 3 Push lock Trun Rest/Momentary: operating /contact gap characteristics

操作時のトラブルを防ぐため、ボタンとパネルの間に異物がはさまりにくいデザインとしている。

(2) セーフティロック機構

予期しない突然の起動を防止するため操作部のラッチング（ロック）と同時に接点の開離を行なう機構をわが社ではセーフティロック機構と名付けている。

図2において①のノーマル位置で閉じられている接点は、②の接点動作位置の直前まではボタンを操作しても影響されず、さらにボタンを押すとロックされ同時に接点が動作する。したがって操作の意図がなく人や物がボタンに触れた、もしくはあたったような場合でもロックされるまでは接点が動作しないようになっている。

図3はプッシュロック・ターンリセットの非常停止スイッチとモメンタリ動作との操作ストローク／操作荷重・接点ギャップについて示している。モメンタリ動作ではボタンのストロークに比例し、操作荷重・接点ギャップが変化するが、非常停止用スイッチについては、ロック位置寸前まで接点ギャップは変化せず、ロックの際に短時間に接点が動作することがわかる。

(3) 直接開路動作機構

操作部（ボタン）から接点部までの間はバネなどに頼らず非弾性体の構造材を組み合わせており、接点が万一溶着したような場合でも、ボタンを押す力が直接接点を引き離し回路を確実にしゃ断する構造としている。

3. 非常停止スイッチのバリエーションとその特徴

(1) HWシリーズ（φ22）

パネル取付穴 φ22 のシリーズであり、図4に示すようにパネル前面より操作部を挿入し、パネル裏面から締め付けリングで取り付ける、いわゆるヨーロッパスタイルの取付方法である。そのため、パネ

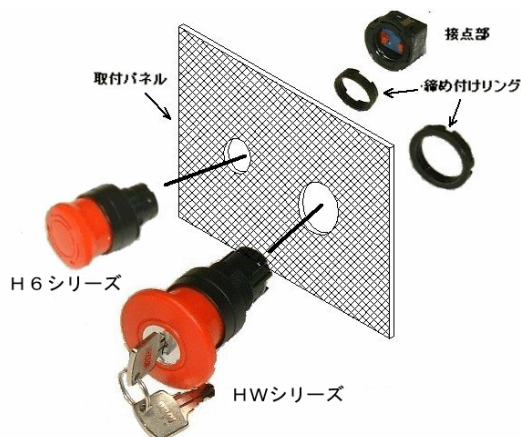


図4 ヨーロッパスタイルの取付け方法

Fig.4 European style mounting

ル前面より取り外せない構造となっており、いたずら防止などの安全面からも有利な構造である。接点部が分離できるタイプと本体が一体になったタイプがあり、ボタンの大きさや照光式および動作方式として、プッシュロックターンリセット、鍵リセット、プッシュロック・プルリセットなどのバリエーションを有している。

(2) H6シリーズ（φ16）

パネル穴 φ16 で、同じくパネル裏面から締め付けリングで取り付けるヨーロッパスタイルの取付タイプである。コンタクト部は分離形のみであるが、パネル内部の奥行き寸法が 45mm のものと、28.5mm の短胴タイプのものがある。

(3) HNシリーズ（φ30）

パネル取り付け穴 φ30 の本体一体形コントロールユニットであり、照光式などのバリエーションがある。

(4) ボックス取り付けタイプ

単独で非常停止スイッチを機械類に取り付ける際、図5に示すようにφ22のHWシリーズの非常停止スイッチが取り付けられているボックスタイプは、設置用の制御盤・ボックスを別途準備する必要がなく、手軽に設置や増設ができる。

(5) アクセサリ

IEC60947-5-5 規格などで求められる黄色の背景色を満たすため図6に示すような丸形銘板もφ16、φ22、φ30 各取付穴用にアクセサリとして、準備している。

このような非常停止スイッチの製品群を、ISO および IEC 規格に基づいて選択する時に活用しやすいマップ形式にまとめたものを図7に示す。なお TUV, UL, CSA など製品に表示している規格マークについてもあわせて図に



図5 ボックス取付タイプ

Fig.5 Box type mounting



図6 非常停止用銘板

Fig.6 Name plate for emergency stop switch

示す。

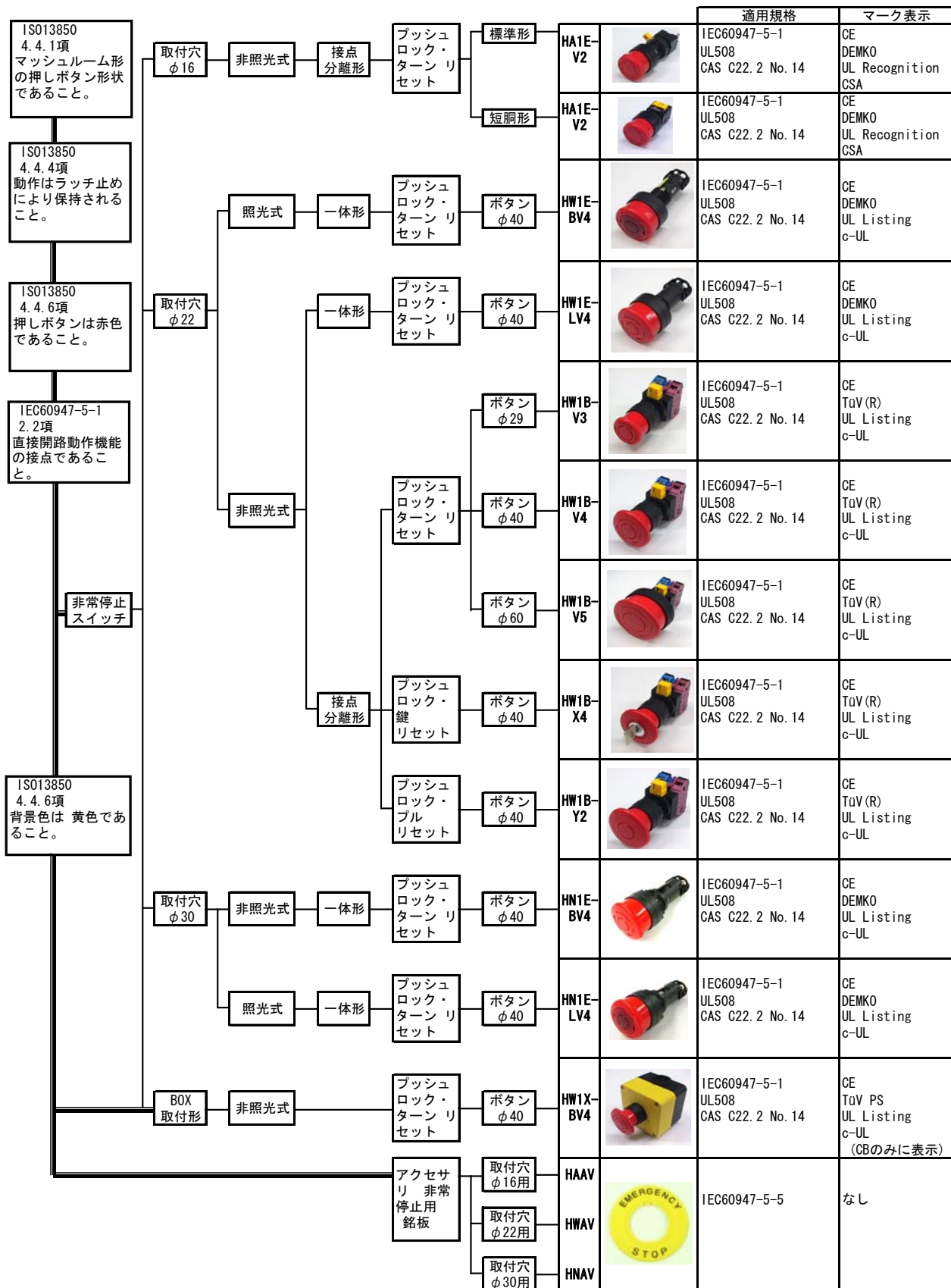


図7 ISO・IECに基づく非常停止スイッチの選択図

Fig. 7 Representation of emergency stop switch selection based on ISO/IEC



図8 EMO 緊急停止用ガード

Fig. 8 EMO switch with shroud

4. 半導体業界 安全規格 SEMI との関連について

SEMI 規格 (Semiconductor Equipment and Materials International) とは、半導体製造装置やフラットパネルディスプレイ装置および材料メーカーで構成された業界団体のガイドラインであるが、半導体業界においては事実上国際規格に等しい扱いを受けている。

ISO12100 規格関連の安全思想では、非常停止の際には動力も含めたエネルギー供給を遮断する事を趣旨としていたが、SEMI 規格では危険状態を作り出した負荷のマグネット SW の電源遮断にとどまっている。これは、使用している溶剤や薬剤などが多数あり、そのなかには危険なものや有害物質なども含まれており、処理用動力などを止めてしまうと二次的な危険状態が生じる問題があるためと思われる。

そのため SEMI 規格では、非常停止と言う言葉をさけ、緊急遮断 (EMO : Emergency Off) と言う言葉を意識して使っている。EMO スイッチは、誤操作防止用ガードを設け、直接開路動作機能を有したスイッチでボタンの色は赤色でボタンとガードのクリアランスは 3 mm 以下とし、バックグラウンドは黄色に EMO の表記を要求している。

この EMO スイッチ用のガードとして、図 8 に示す HW シリーズ用カバー 2 種類をアクセサリとして準備している。

なお、前記した欧州機械指令 / IEC60204-1 / JIS B9960-1 などにおいて非常停止スイッチは「容易に接近・操作」できるように要求されており、ガードを設けることが認められていないので留意が必要である。

5. おわりに

さまざまな面で国際化が促進される現在、異なる思想や習慣をもつ作業者に対する職場教育や職場環境、使用する各種機械類に必要な安全思想や安全システム、さらには安全規格の国際化、PL 上の観点などを考慮すると非常停止に用いられるスイッチにおいても前記のように規格上、さまざまな要件が求められている。さらには安全性や作業環境の改善・整備などを考えていくと、規格を満たすだけでは不十分な面も考えられる。今後とも

最先端の安全思想を探り、発展させ、製品への適用をはかるとともに、人と機械との最適環境の創造するためその安全思想を案内し続けることがわれわれに課せられた使命であると考えます。

参考文献

- [1] 関口 隆・佐藤吉信：機械安全 機能安全 実用マニュアル，日本機械工業連合会，2001年
- [2] 厚生労働省労働基準局：機械の包括的な安全基準に関する指針，http://www.jaish.gr.jp/hor_s_shsi/100206
- [3] ISO13850 : 1996 Safety of machinery-Emergency stop-Principles for design
- [4] IEC60204-1:1997 Safety of machinery-Electrical equipment of industrial machines-Part1: General requirements
- [5] IEC60947-5-1:1997 Low-voltage switchgear and controlgear.Part5:Controlcircuit devices and switching elements-Section One:Electro mechanical control circuit devices
- [6] IEC60947-5-5:1997 Low-voltage switchgear and controlgear-Part5-5:Controlcircuit devices and switchingelements-Electrical emergency stop device with mechanical latching function
- [7] ISO/CD12100-1,-2:1998,Safety of machinery-Basic concepts, general principles for design-Part1: Basic terminology,methodology-Part 2:Technial principles and specifications
- [8] SEMI S2-0200:2000, Environmental Health and Safety Guideline for Semiconductor Manufacturing Equipment
- [9] 上野他：安全の観点から考える人と機械の共存；ヒューマンインタフェース学会，ヒューマンインタフェースシンポジウム'99, p801-806, 1999年
- [10] 石田：グローバル化する規格と当社の活動；IDEC REVIEW1999, 和泉電気株式会社, 1999年
- [11] 山本, 上野, 福井, 松本：欧州規格に対応した安全機器の開発；IDEC REVIEW1999, 和泉電気株式会社, p 27-28, 1999年
- [12] 和泉電気株式会社：安全コンセプトブック，和泉電気株式会社, p10-44, 2000年
- [13] 和泉電気株式会社：ISO12100を主とした国際安全規格の動向HMI操作表示環境における安全への対応，電子制御Vol. 73, 2000年

執筆者紹介

- *1) 事業戦略部 プロダクトリーダー
- *2) 商品開発部 K1000 開発リーダー
- *3) 商品開発部 K1000 所属
- *4) 商品開発部 K1000 所属