

世界標準を見据えた 欧州・機械安全規格の動向(前)

[I] 欧州安全規格とグローバルスタンダードの動向

[II] 欧州の機械安全対策

エラン日本支社 加部隆史*

[I] 欧州安全規格とグローバルスタンダードの動向

日本は右肩上がりの経済成長を助長すべく、つい最近に至るまで大量生産・コストダウンの道を限りなく追求し、世界の工業生産の1割を占める地位まで昇りつめた。自動車産業に代表されるように、今日はコスト以外に「地球環境」ならびに「安全」への配慮なしに製品作りはできなくなってきた。

各種機械および装置を取り巻く環境として、とくにグローバルスタンダードを考慮した場合、「安全」要するに危険な機械動作からの人的災害防止はこれから一層重要な課題となり、それにパソコン計装の普及と急速な進歩に伴い、ネットワークのオープン化が急速に広まって、NC制御のあり方も転換期を迎えている。フィールドバス技術により、自己診断機能も織り込まれてくる。欧州では、機械に関する安全規格の法整備がされており、日本国内でもJIS化が具体的に検討されている。このような状況下で、安全先進国である欧州の現状に焦点を当て、今後の機械設計のために参考としていただければ幸いである。

欧州規格の背景

今年始動した欧州統一通貨EUROに至るまでの

*かべ たかし：支社長

〒167-0054 東京都杉並区松庵3-39-8-207

TEL (03)3247-0502

10年間以上にわたる欧州統一の動きは目覚ましいものがあり、それが政治的に日本ならびにアメリカを欧州市場から締め出すための保護主義であることは、日本でなかなか理解されていない。世界に冠たる品質保証を達成した日本の産業界が、なぜ「輸入品」のISO9000あるいはISO14000の認定取得に躍起にならなければいけないか。なぜ日本の品質保証をデファクトスタンダードとし得なかったか。そこに、欧州主導の政治的“意図”が隠されている。

アジア経済、そして日本経済が先行き不透明のために、昨年後半より多くの工作機械メーカーは輸出市場としての欧州をターゲット市場として見直し始めた。1995年1月1日に施行された機械指令でCEマーキングなどの表示が義務付けされ始め、製品作りにおいても欧州規格の理解が設計者にとっても必要不可欠となってきている。

プレス機械では人災事故が年間2500件以上も発生しているが、ドイツでは発生件数がその1/10以下であり、そのため昨年春に欧州規格に基づくPSDIの規格が国内で導入された。機械安全に関しプレス機械のみが国内で型式検定の対象となっている。欧州では、表1に示す通り、機械安全についてのみだけでも100以上の規格が存在し、その数倍もの規格が検討され、多くが型式検定の対象となっている。

日本での適用

数年前、欧州でCEマーキングが導入開始された時点で、主要工作機械メーカーは対欧州輸出対

【II】 欧州の機械安全対策

—安全インターロックスイッチとその区分け—

機械操作は常に「危険」が付きまとい、現にプレス機械関連では労災の数が近年減少してきているとはいえ、年間2000件以上の人的事故が発生している。これに対し、ドイツでは、事故の発生率はその1/10程度に収まっている。この現実を踏まえ、プレス関係ではドイツをはじめとする「機械安全」で法的整備がなされ実際施行されている欧州規格を模範として、今年春PSDI（制御機能付き安全装置）が導入された。工作機械分野でもいまだ国内では法整備がされていないが、来年にはJIS化されるべく動きがある。

欧州で工作機械などを流通する際には、安全規格に適合した電気製品が不可欠となり、ここ数年そのニーズが国内でも急増している。国内各機械メーカーもグローバル化の対応策として早急に安全対策が要求されてくる。ドイツのエラン社は、この分野において欧州でも規格を先取りした商品群をもとに国内でもすでに多くの実績があり、その背景および主な商品を以下に紹介したい。

1. インターロック機器

分離可能な防護装置は、人を機械および製造装置の中の危険な動きまたはその他の危険から保護するものである。その保護を実現するためには、防護装置は適切な構造が要求され、電気的にインターロック機構を有していなければならない。

安全スイッチ・安全ドアロックスイッチは、防

護装置の開閉位置を検知するもので、危険性を伴う機械の引き戸、回転扉、防護柵などに使用される。

1) 防護装置が開いているときには、機械の危険な動きを阻止する。

2) 安全スイッチは、危険を伴う機械の防護装置が開けられたとき緊急停止機能が動作する。

3) 安全ドアロックスイッチを使用した際、危険性を伴う機械に事故のリスクがなくなるまで分離式防護装置を閉じた状態で維持する。

4) 防護装置を閉じることによって、機械の危険な動きを誘発してはならない。

2. ロック機構付きまたはロック機構なし

安全ドアロックスイッチは、ロック機構および遅延ロック解除機構付きで、危険を伴う動作の継続時間が、人が危険性を伴う動作に到達する時間より大きい場合に使用される。欧州規格prEN999:1995によると、人の危険区域への接近速度として1.6m/sが規定されている。同様に、危険性を伴うオーバーランがない場合でも、安全ドアロックスイッチの使用が、つぎの場合に推奨される。

①まれにしか開閉されない防護扉が監視されなければならない場合、要するに予知せぬ誤動作が制御面で発生する可能性があるというより、高いリスクが存在する場合（EN1088：1996, 7.5.2項）、もしくは、

②機械と労災保護の理由から（EN60204-1, 9.4.1項）製造プロセスの予期せぬ中断が回避されなければならない場合。

それ以外の場合には、ロック機構なしの安全スイッチで十分である。

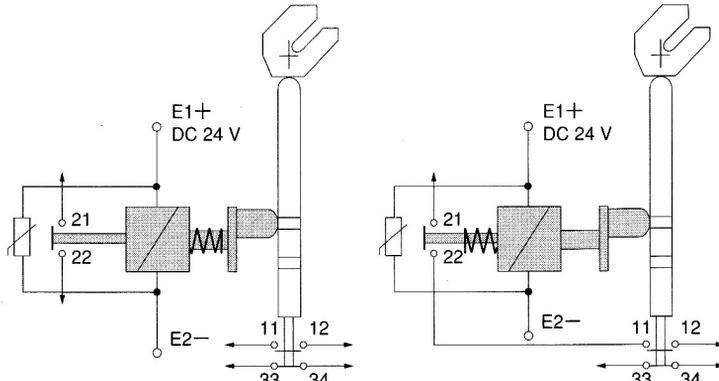


図1 安全ドアロックスイッチ、〔スプリングロック方式（左）とマグネットロック方式（右）〕

3. スプリングロック方式またはマグネットロック方式

安全ドアロックスイッチの動作には、スプリングロック方式またはマグネットロック方式がある（図1）。

スプリングロック方式では、スプリングの力でロック状態となり、ロック解除となる。電源供給が途絶えた場合、ロック機能は保持される。した

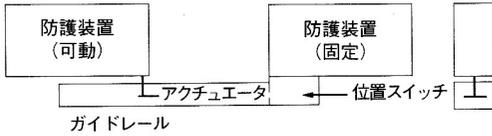


図2 インターロックスイッチの無効化防止策例

がってこのスプリングは安全スプリングの機能を果たす。

スプリングロック方式のスイッチを非通電時に開としたい場合、オプションとして補助解除機構が選択できる。補助解除機構の動作は特殊工具を使用してのみ可能である。

マグネットロック方式のスイッチは通電時ロック状態となり、スプリングの力でロック解除となる。

人的保護のためにはEN1088：1996、5.5項によると、スプリングロック方式の安全ドアロックスイッチが圧倒的に優勢である。マグネットロック方式は、一般的に同様な安全基準が要求されるような例外的な場合にも使用される。

4. 遅延機能

安全ドアロックスイッチのインターロック解除時間の設定をする際には、誤動作が遅延時間に不利に影響を与えないよう考慮する必要がある(EN 1088：1996、5.6項)。それはそのような時間帯を2チャンネルで構成することを意味している。もし危険を導くオーバーランが直接検知される場合、たとえば近接スイッチ、回転計などの使用などにより、1チャンネルでもっていつインターロック装置が解除されるか時間設定すればよい。

5. EN1088：1996への対処

インターロック装置は、その機能が簡単に無効にされないよう構成されていなければならない。この要求を満たすために、安全スイッチおよび安全ドアロックスイッチの分離式アクチュエータは多様にコード化されていたり、機器のヘッドブロックではカム回転防止機構を備えている。通常のドライバ、曲がった針金または釘などで操作できるものは除外される。

さらに要求の高い無効化防止策には、

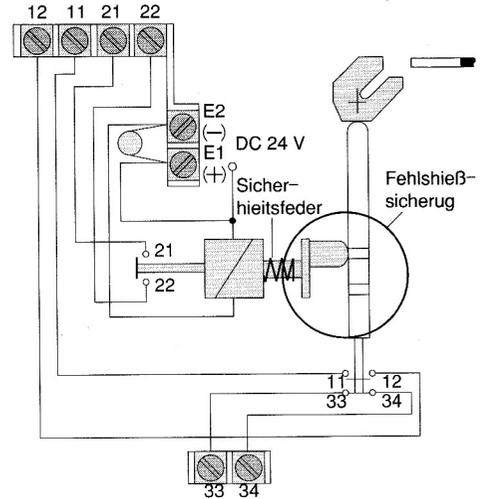


図4 空閉じ防止とは、スイッチの保持中に開閉された保護扉の開機構が閉じる位置を検知できない状態を(空気のロック)除去できることをさす。インターロック装置のロック機構は、防護装置が閉の状態(チャンネル1)で有効となる。その後初めてロック機構の監視接点(チャンネル2)が閉じられる。そのために、安全要求度が高まっても2つ目のスイッチは省略できる。

つぎのような方法がある。

- ① 分離式アクチュエータを防護装置から簡単に取り外せないようにする。たとえばElan製締め付け専用ねじ(one-way screw)。
- ② カバーをすることにより予備のアクチュエータでの操作を防止し、同時に損害に対する保護を増加させる。
- ③ 機械的要求に合致した無効化防止策
その他の保護対策としてリスクが高いところで

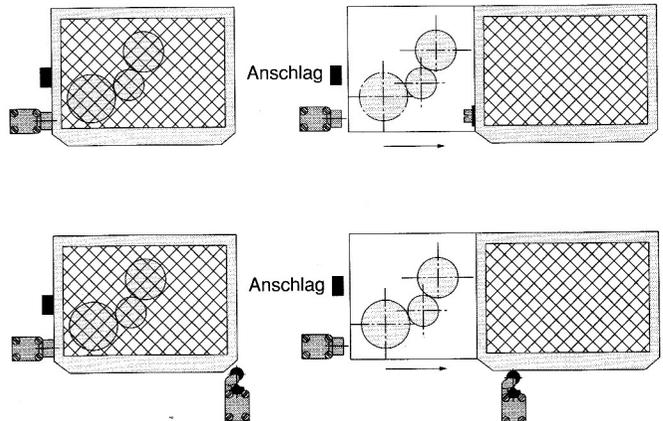
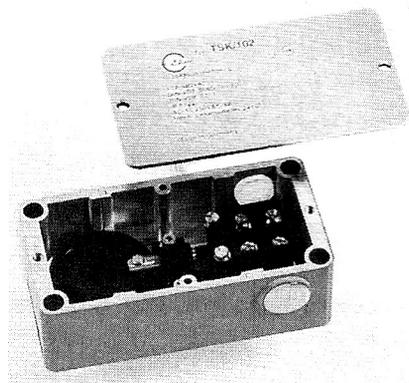
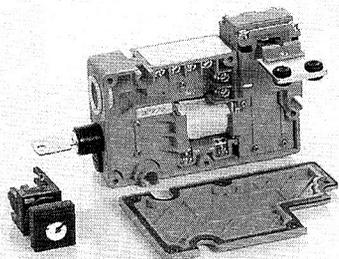


図3 上：カテゴリー2の位置スイッチの防護柵への取付(単独検知)
下：カテゴリー1とカテゴリー2のスイッチによる位置検知(二重検知)

写真1
キートランス
ファシステム
をもった安全
ドアロックス
イッチ



は図2の方策が有効的である。

6. PrEN1050 : 1993による安全レベルとリスク評価

ロック機構付きまたはロック機構なしのインターロック機器の安全レベルに関しては、分離する防護装置の単独または二重の位置検知方法が区別される(図3)。

EN1088 : 1966, 付則Mによると、二重検知方法は、2個のスイッチまたは1個のスイッチと分離する防護装置のロック状態の検知(空閉じ防止)により行われる(図4)。

どの場合が、単独検知、二重検知あるいは空閉じ防止を適用すべきかは最新のEN規格(いわゆるC-規格)に規定されており、リスク判断はprEn1050 : 1993に沿って行うべきである。評価されるべきリスクとは、インターロック装置の安全機能が障害を来した際に起こりうることをさす。

C-規格の実際例をつぎの通り工作機械用の規格案をもとに説明する。

分離する防護装置のインターロックは二重の検知と監視を要求する。二重の検知は2個のスイッチまたは1個のスイッチと分離する防護装置のロック状態検知による。

7. 通過可能領域と機械のチャンバー

安全ドアロックスイッチが、この場合スプリングロック方式では、通過可能領域および工作機械のチャンバーの防護装置に設置された場合、緊急ロック解除機能の付いたものを使用することもできる。この措置により、操作または清掃のための人員が内部に閉じ込められた場合、脱出可能となる。

緊急解除動作は、解除レバーを操作することによりロック機能が解除され、独自に脱出することも可能である。この操作によりその後の機械動作

写真2 TSK型回転扉監視スイッチ

を保護するために、スイッチの機械的および電気的ブロックが働く。

この仕様のスイッチを、本来の安全ドアロックスイッチの機能に戻すには、容器の蓋のねじをゆるめて取り、ケーブルプラグを除去し復帰レバーを操作する。その後、ケーブルプラグと蓋をねじ止める。

この複雑な復帰操作の措置は、BG検定(Berufsgenossenschaft)に合致するため意識的に取られ、緊急解除装置の復帰は「修理時と同様の手間」を必要とされる。他の方法は、緊急解除が乱用されるのを防止するため、補助的に設計上別の対策が必要で、たとえばキートランスファシステムがある(写真1)。

操作あるいはサービス要員に対する予期せぬ危険から保護するために、安全ドアロックスイッチにはこのキートランスファシステム(錠締構造)の仕様がある。このシステムにより、機械の自動制御が強制的にブロックされる(EN1037 : 1996参照)。

8. 特別の問題 : 回転型保護装置

分離式アクチュエータ付きの安全ドアロックスイッチが引戸型防護装置に問題なく適用できるのに対して、回転型防護装置の安全確保はむずかしい。この場合、とくに回転型防護装置にいかにも無効化防止策を実現できるかが課題であった。

TSK型回転扉監視スイッチ(写真2)の設計上の特性は、スイッチ内部の動作変換カムが双方向に強制的な接点動作を可能にすることである。それにより、防護装置の開閉を確実に監視する。動作信号は、動作開始後3°で発生し、さらに最大

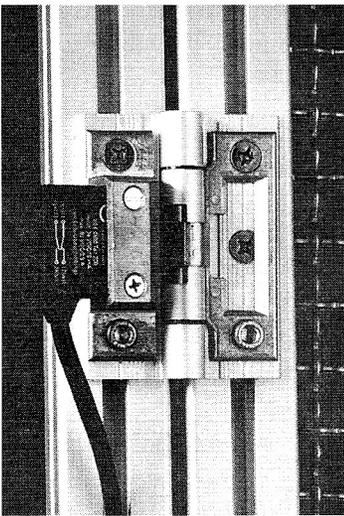


写真3 ヒンジスイッチ TES:回転運動に応じ蝶番に取り付けられたスイッチアクチュエータが内蔵復帰スプリングの圧力で、約3°傾斜後、安全接点11-12が開く。防護装置が閉められると11-12の接点が開き、信号が送られ防護装置の安全状態に設定される。

10°の位置で発生する。TSK型スイッチは、頑丈なアルミニウム容器に収納され、防塵防水保護等級はIP65でケーブルグランドPg13.5が2個装着されている。このスイッチは、安全要求度が高い所でも仕様可能で、BIAでの型式検定を取得している。

これに引き換え、TES型ヒンジスイッチ(写真3)は他の回転型インターロックスイッチと比較にならないほど取付けが容易であり、蝶番の中に組み込まれた位置スイッチにより位置監視される。

取付けが容易という反面、このヒンジスイッチは保護扉の安全性向上に貢献できる。

① これはたとえば周囲の危険性に対しインターロック装置補足的な対策が必要でない場合がある。分離式アクチュエータ付き安全スイッチと比較し、回転防護装置に容易に取付けできる。そしてヒンジスイッチは操作上安全がらみの特殊保護が不用のため、無効化防止策が不要となる。

② 別の観点から見ると、安全性向上のための貢献である。それは2個のインターロックスイッチを設置することである。この方法は、容易な取

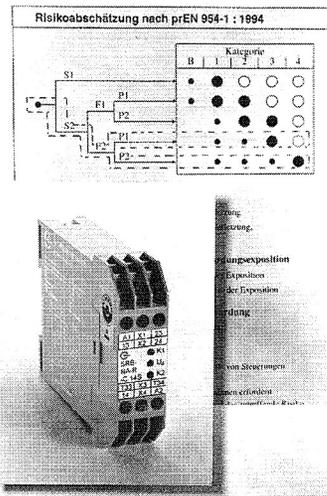


写真4 とくに安全カテゴリー3と4での安全スイッチおよび安全ドアロックスイッチの信号処理には安全リレーユニットSRBシリーズが適している。

表1 欧州の主要機械安全規格

EN 1088 : 1996 prEN 953 : 1992 prEN 954-1 : 1995 prEN 999 : 1993 EN 1037 : 1996 prEN1050 : 1993 EN 60 204-1 EN 60 947-5-1 MBL 20 GS-ES19	インターロック機器と分離防護装置 分離防護装置の構成と設計上の一般的要求事項 制御での安全関連部分、パート1.構成要件 保護装置への手・腕速度、人体の接近速度 予期せぬ危険の防止 リスク評価 機械の電気制御、パート1. 一般的要求事項 低圧用スイッチーパート5-1. 制御機器と開閉器—制御機器 安全機能を備えたインターロック機器の選択と装備 ロック機構付き又は無しのインターロック機器: BG検定図書
---	--

付け面から簡単に実現でき、2つ目の円盤状カムが不要となるからである。

9. PrEN954-1 : 1994 による安全レベルとリスク評価

安全スイッチおよび安全ドアロックスイッチの接点は、制御盤内の安全部分との中継地点である。この観点からもどのインターロックスイッチがどのアプリケーションに最適に適用されるべきかを考慮する必要がある。

どの補足的処置が講じられるべきかは、整合されたEN規格、いわゆるC規格、(表1)によるか、または設計者の独自の責任においてのいずれかによる。リスク評価に関しては写真4およびprEN954 : 1994を参照されたい。

参考文献

「機械の危険な動きからの保護」; Elan Schaltelemente GmbH, 1996年6月, "Gesteuertes Stillsetzen", elektro AUTOMATION 47, Jg. Nr. 12 Dezember 1994, Elan Schaltelemente GmbH