

### 3. 機械プレスの安全に関する欧州規格と 我国関係法令との比較

梅崎 重夫\*, 糸川 壮一\*

#### 1. はじめに

近年、欧州では、プレス機械の安全に関する規格として、EN 692 (機械プレス-安全) や prEN 693 (液圧プレス-安全) が整備されつつある。これらの規格は、1991年のウィーン協定 (第1章の1.3節参照) に基づいてISO規格の原案となることも想定されており、今後の我国では、これらの規格内容を考慮した安全対策の実施が必須と考えられる。

この欧州規格が最も影響を受けた規格に、英国安全規格BS 5304<sup>1)</sup>がある。この規格では、作業者は金型の作動範囲内に手指を入れる (ハンド・イン・ダイ) ことを前提とした対策が示されており、このための安全確保の原則として全周囲防護 (プレス機械の正面だけでなく、側面、背面、上下面等を含めた防護。補足1参照) や Failure to safety (安全側故障, すなわち安全装置や安全に関連する制御回路が故障を起こしたときは機械が必ず停止側となる。補足2参照) 等の原則が示されている (表1参照)。一方、我国のプレス関係法令は、元々は米国職業安全保健基準 (OSHA)<sup>2)</sup>で提案されたノーハンド・イン・ダイ (補足3参照) の原則を基本としており、これは欧州規格の原則と根本的に異なる。

また、法体系の違いについて見れば、現在提案されている欧州規格は、基本安全規格、グループ安全規格、個別安全規格という3つの規格体系からなるのに対し、我国のプレス関係法令は、欧州の個別安全規格に相当する規定であり、基本安全規格やグループ安全規格に相当するものは存在しない。

このように、欧州規格と我国のプレス関係法令はそ

の基本原則においても、法体系においても大きく異なるものであるが、このことは逆に、両者の比較によって今後の我国における関係法令の整備や、適切な安全対策の実施に関する重要な情報を与えてくれるものと考えられる。

本報では、まず機械プレスの欧州規格であるEN 692と我国のプレス関係法令を比較し、今後の整合化にあたって留意すべき事項の抽出を試みる。次に、我国で欧州水準の安全対策を実施するにあたっては、足踏み式のポジティブ・クラッチ式プレスの存在など整合化にあたっての阻害要因を除去すると共に、生産性や作業性に対する配慮が不可欠であるとの観点から、これらの点に配慮した安全対策のあり方についても考察する (この考察には専門的部分も含まれるので、主に補足に記述することにした)。

表1 欧州規格と我国のプレス  
関係法令の防護の原則の比較

欧 州 規 格	我国のプレス関係法令
<ul style="list-style-type: none"> <li>・全周囲防護</li> <li>・Failure to safety の原則</li> <li>・防護範囲は工具区域</li> <li>・工具区域内に手を入れることを前提に安全システムを設計(ハンド・イン・ダイ)</li> <li>・制御回路の故障対策は、カテゴリ4以上</li> <li>・作業者だけでなく、第三者も対象</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・正面のみの防護</li> <li>・信頼性依存</li> <li>・防護範囲は危険限界</li> <li>・危険限界内には原則として手を入れない(ノーハンド・イン・ダイの原則)</li> <li>・本質安全化プレスの提案</li> <li>・カテゴリの考えはない</li> <li>・労働基準法上の労働者を対象</li> </ul>

\*機械システム安全研究部 Mechanical and System Safety  
Research Division

## 2. 欧州規格と我国のプレス関係法令の比較

### 2.1 法体系の比較

図1に、欧州規格と我国のプレス関係法令の法体系を比較したものを示す。図からも明かなように、欧州規格はタイプA規格(基本安全規格)、タイプB規格(グループ安全規格)、タイプC規格(個別安全規格)という3つの規格体系からなる。

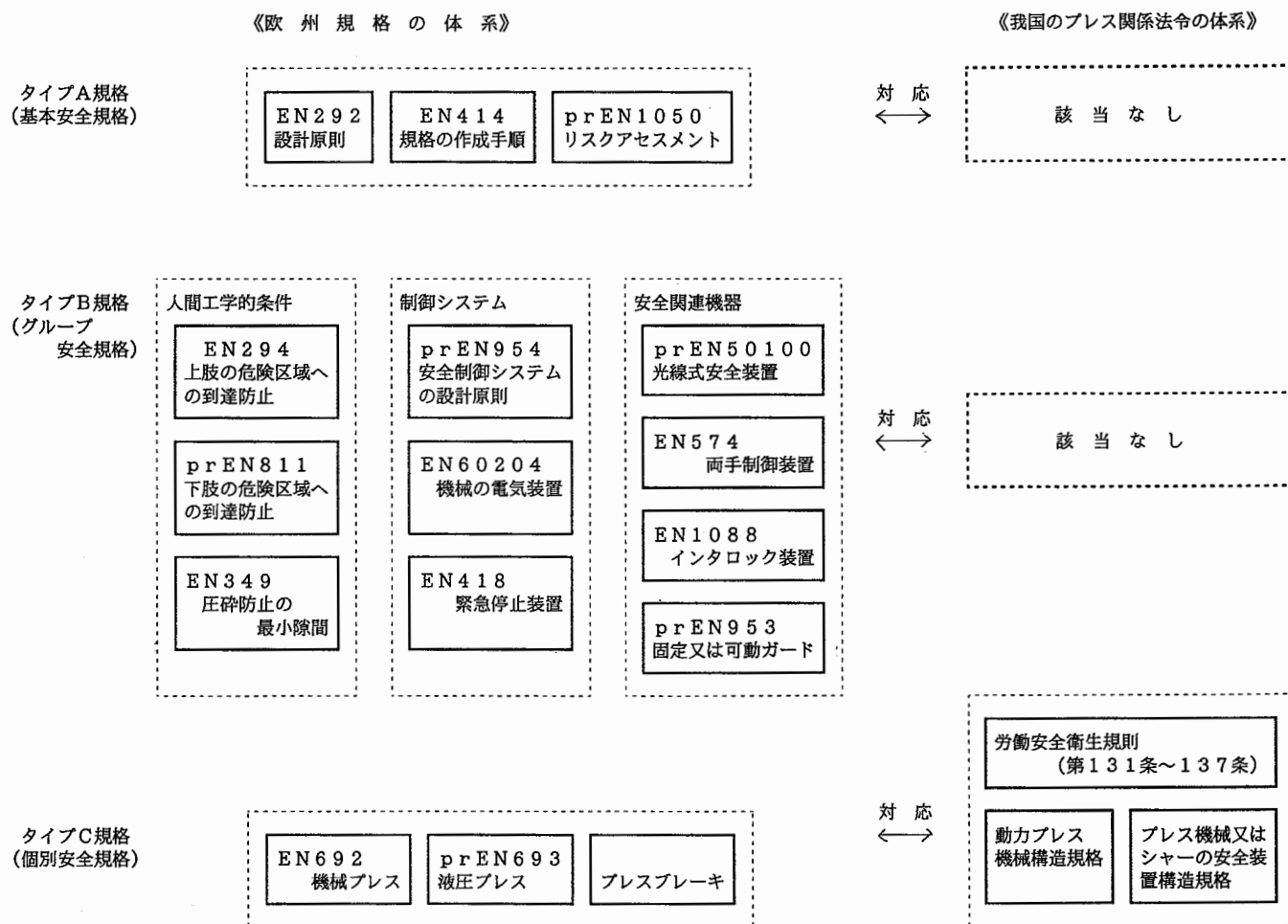
一方、我国のプレス関係法令には、労働安全衛生規則(第131条~137条、以下「安規」と呼ぶ)、動力プレス機械構造規格、プレス機械又はシャーの安全装置構造規格等があるが、欧州規格のような体系的な構成となっていない。

特に、我国では欧州規格のタイプA規格とタイプB規格に相当するものは見当たらず、これが両者の根本的な相違点となっている。

### 2.2 法の適用範囲の比較

表2に、EN692と我国のプレス関係法令の適用範囲を比較したものを示す。表からも明かなように、EN692の主たる適用対象は「工具の間で金属を冷間加工する機械プレス」であり、熱間鍛造や工具を用いない方式の加工は除外される。ここで「工具」とは金型のことであり、上金型(パンチ)をtool、上金型と下金型(ダイ)の組み合わせをtoolsと呼んで両者を区別している。

一方、我国のプレス関係法令ではプレス機械を「金型を介して原材料を曲げ、せん断、その他の成型をする機械のうち、労働安全衛生規則第147条の適用を受ける機械を除いたもの」と定義しており、147条の該当機械である射出成形機、鋳造型造形機、型打ち機等はプレス機械から除外される。



注) 上記以外にも多数の規格がある。

図1 欧州規格と我国のプレス関係法令の対応

表2 欧州規格と我国の動力プレス機械関連法令の適用範囲

項目	欧州規格の内容	我国の動力プレス機械関係法令の内容	EN692の関連する節
プレス機械の定義	工具の間で金属を冷間加工するために、機械的手段を用いて第一運動部分（フライホール等）から工具へエネルギーを伝達するように設計された装置。	曲げ、打抜き、絞り等の金型を介して原材料を曲げ、せん断、その他の成型をする機械のうち、労働安全衛生規則第147条の適用を受ける機械を除いたもの。	3.17 3.28 3.29
適用除外	① 機械式シャーによる板金切断 ② リベット加工、ステーブル加工、又はステッチ加工によるファスナー取り付け ③ 曲げ加工又は折り畳み加工 ④ タレットパンチプレス ⑤ 押し出し加工 ⑥ 自由鍛造又はドロップ型押し ⑦ 金属粉の圧縮成形 ⑧ 建設業界の単能パンチング機械	① 印刷用平圧印刷機、筋付け機、折目つけ機、紙型取り機及びこれに類する機械 ② ゴム、皮革又は紙製品用の型付け機及び型打ち機 ③ 鍛造プレス、ハンマー、ブルドーザ（重圧曲げ機械）及びアプセッタ（横型ボルト・ナット鍛造機械） ④ 鋳型造形機及び鋳型用の中子を作るため砂を加圧する機械 ⑤ 圧縮空気、水圧又は蒸気を利用し、特殊なダイスを通し軟質金属、陶磁器、黒鉛、プラスチック、ゴム、マカロニ等の物質を押し出す押し出し機 ⑥ れんが、建築用ブロック、配水管、下水管、タイルその他の陶磁器製品の製造に使用する金型を有しない加圧成形機械 ⑦ 梱包プレス ⑧ 衣服プレス ⑨ 絞り出し機 ⑩ 射出成形機、圧縮成形機およびダイキャスト機	1.1 1.2 1.4 1.5 1.6

### 2.3 対象とする危険と防護範囲の比較

表3は、EN692と我国のプレス関係法令が対象とする危険を比較したものである。表からも明かなように、EN692では、スライドや工具に挟まれる危険だけでなく、搬送装置に挟まれる危険、フライホイールやモータ等の危険な可動部に挟まれる危険、型合わせの失敗等によって工具や加工材の一部が飛来する危険等も対象としており、また電気、熱、騒音、振動、有毒物質、流体、すべり、人間工学的原則の無視によって生じる危険についても述べている。

一方、我国のプレス関係法令では、スライド又は刃物に挟まれる危険だけを対象としており、搬送装置、フライホイール、モータ等による危険はプレス関係法令の中で特に規定していない（補足4参照）。また、電気、熱、騒音、有害物質等に関しては、他の規則で別途規制しているが、概して欧州規格の方が詳細である（補足5参照）。

挟まれ危険に対しては、EN692では機械プレスの主要な危険領域として工具区域（工具すなわち金型が作動する範囲）を定め、この区域を対象に安全

対策を実施しなければならないとしている。一方、我国のプレス関係法令では、機械プレスの主要な危険領域を危険限界（スライドが作動する範囲、補足6参照）としており、工具区域という考え方はない。

この工具区域か危険限界かという議論は、あまり本質的でないと考えられるときもあるが、両者の違いは安全距離を計算するときに特に問題となるので、実務上は重要である（補足7参照）。なお、EN692では、スライド、ラム、ダイクッション、イジェクタ等の作動が人体に危害を及ぼすおそれのあるときは、これらが作動する範囲も含めて工具区域としている。

### 2.4 防護装置の比較

表4は、EN692と我国のプレス関係法令に規定されている防護装置の比較表である。表からも明かなように、我国の構造規格で使用を認められている手引き式や手払い式の安全装置は、欧州では使用を認められていない。

また、我国のプレス関係法令では、自動プレス（自動的に材料の送給及び加工並びに製品等の排出を行う

表3 欧州規格と我国のプレス関係法令が対象とする危険

No.	危険の種類	危険に対する対策		EN692の 関連する節
		欧州規格	我国のプレス関係法令	
1	金型やスライドに挟まれる危険 注1)	・工具区域(金型の作動範囲)に対して防護装置を設置。 ・スライド, ラム, ダイクション, イジェクタ等が人体に危害を及ぼすおそれのあるときは, これらの作動範囲も含めて工具区域とする。	・危険限界(スライドの作動範囲)に対して防護装置を設置。 ・金型がスライドからはみ出るとき, その作動範囲も含めて危険限界とする。	5.3~5.5
2	搬送装置等の補助的装置に挟まれる危険	・近接作業が一勤務時間あたり一回以下のときは, 固定ガードを設置。 ・近接作業が一勤務時間あたり一回を超えるときは, 制御システムとインタロックされた可動ガードを設置。 ・工具区域に到達する前に, 危険な作動を停止できないときはガードロック付きとする。	・詳細規定なし。	5.6
3	フライホイールやモータ等の可動部に挟まれる危険	・固定ガードの設置。	・安規101条の措置。 ・他に詳細規定なし。	5.6
4	機械部品, 加工物及び工具等の飛来による危険(型合わせの失敗等による)	・十分な強度を持つガードの設置。 ・追加的な保護装置の設置。 ・取扱い説明書での説明。	・安規131条の2と3。 ・プレス機械の金型の安全基準に関する技術上の指針参照。	5.6.5 7.2.2 i)
5	高圧液体の放出による危険	・空圧システムや水圧システムを対象。 ・たとえば, フレキシブルホースに対し覆いの設置。	・詳細規定なし。	5.8.3
6	電氣的危険	・IEC204に準ずる措置。 ・故障した電気装置の残留電荷も対象。	・安規329条~354条。	5.8.1
7	熱的危険	・ブレーキ, クラッチ, 油圧システム等との接触による火傷を防止するために, 覆い・分離等の措置。 ・電気装置の過熱部分との接触防止。	・詳細規定なし。	5.8.2
8	騒音による危険	・技術的に可能な最も低い水準まで, 騒音を低減。 ・具体的防止技術として, 次のものを規定。 (a) 伝達機構の騒音→フライホイールと歯車の消音 (b) 空気の排気→消音器 (c) 動力発生源→音響板 (d) 工具の騒音→プレス上の消音装置 (e) 加工品の排出→消音ノズル (f) 送り及び移動システム→音響的囲い又は消音器 (g) 構造的伝搬音→制振式機械の取り付け。	・安規584条の措置。 ・労働省通達「騒音障害防止のためのガイドラインについて」参照。	5.8.4
9	振動による危険	・空圧システムや工具から発生する振動が対象。 ・たとえば, 床の基礎からの絶縁によって振動を回避。	・詳細規定なし。	5.8.5
10	有害物質による危険	・危険又は有害な物質や材料の不使用。 ・クラッチ, ブレーキのアスベスト・ライニングの禁止。 ・油から発生するオイルミスト等による健康障害防止。 ・重金属の粉末等による暴露を最小にするために, 局所排気装置等の設置。	・有機溶剤中毒予防規則 ・特定化学物質障害予防規則 ・粉じん障害防止規則 等	5.8.6.1 ~ 5.8.6.4
11	火災・爆発危険	・局所排気装置と集塵機は, 火災又は爆発によるリスクが最小となるように設計。	・詳細規定なし。	5.8.6.5
12	人間工学的原則の無視による危険	・プレス機械と制御装置は, 作業者が疲労しない作業姿勢となるように設計。 ・制御装置の配置, 表示及び照明, 材料や金型の取扱い用の器具は, 人間工学的原則に基づき設計。 ・ワークステーション, 制御装置, ガードや防護装置が配置される領域は十分照明する。 ・25kgを超えるプレス機械の部品やクレーンで吊り上げるプレス機械の部品に, アタッチメントの設置。 ・液体を収容するタンクは, 作業者が注入パイプやドレインパイプに容易に接近できるように配置。	・照明に関する基準(安規604条)を除いては, 明文規定なし。	5.8.7
13	滑り, つまずき及び転倒による危険	・高所に作業ステーションを設置する場合, 昇降設備, 手摺, つま先板等を設置。 ・プレス機械及びその周辺は, 滑り, つまずき等のリスクが最小となるように設計。	・高所作業については, 安規519条等の措置。 ・滑り, つまずき等については詳細規定なし。	5.7

注1) 工具区域に対する安全対策の詳細は, 本報2.4節に詳述する。

表4 欧州規格と我国のプレス関係法令に規定された防護装置の比較

No.	防護装置	欧州規格	我国のプレス関係法令	EN692の 関連する節	関連する B規格
1	安全金型 (遮蔽式工具)	・開口部はEN 294に従って設計。	・開口部は8mm以内とする。	5.3.2 a) 5.3.8, 付録D	EN 294 EN 349
2	固定ガード	・全周囲防護の原則がある。	・通常は正面だけを防護。	5.3.2 b) 5.3.9	EN 294 prEN 953
3	ガード式 安全装置	・制御ガードや早期開放ガードが認められている。 ・ポジティブ・クラッチ式プレスに適用されるガードロック付きインタロックガードがある。	・制御ガードや早期開放ガードに関する規定はない。	5.3.2 c) ~ e) 5.3.10~12 5.3.15 付録B	prEN 953 EN 954-1 EN 1088 EN 999
4	光線式 安全装置	・連続遮光幅で安全性能を評価。 ・光軸間隔に関する規定はない。 ・(ダイハイト+ストローク長さ)の全長にわたって有効であること。  ・安全距離の計算では、手の速度を2.0m/sとし、進入深度も考慮に入れる。 ・カテゴリ4以上の故障対策が必要。  ・外乱光防止のために、有効開口角を規定。 ・PSDIに関する規定がある。	・光軸間隔で安全性能を評価。 ・光軸間隔は50mm以内。 ・(スライド調節量+ストローク長さ)の全長にわたって有効であること。ただし、400mmを限度とする。 ・安全距離の計算では、手の速度を1.6m/sとし、進入深度は考慮に入れない。 ・故障対策の水準について、特に規定はない。 ・有効開口角について、特に規定はない。 ・PSDIに関して特に規定はない。	5.3.2 f) 5.3.13 5.3.15 付録E	EN 999 prEN50100-1 prEN50100-2
5	両手制御装置	・2つのボタンの離隔距離は550mm以上。 ・0.5秒以内の同時性判定機能。	・2つのボタンの間の離隔距離は300mm以上。 ・同時性判定機能に関する規定はない。	5.3.2 g) 5.3.14~15	EN 574 EN 999
6	手引き・手払い式安全装置	・禁止されている。	・使用が認められている。		
7	自動プレスの 防護装置	・手送り式のプレスに準じる防護装置が必要。 ・固定又は可動ガードを使用して搬送装置等の補助的装置を防護。	・必要ない。	表3 表4 5.6.1	EN 1088 prEN 953
8	ホールド・ツ ー・ラン装置	・金型の取り付けや調整時に使用される。	・我国の構造規格に規定なし。	5.3.2 h) 5.5	

構造の動力プレス) に対して防護装置は必要ないとしているが、EN 692では、自動プレスに対しても必要な防護装置を定めている (EN 692の表3と表4参照)。

一方、我国の構造規格にはないがEN 692で使用を認められている防護装置として、ガードロック付きインタロックガードや制御ガードがある。また、光線式安全装置や両手制御装置 (我国では両手操作式安全装置と呼んでいる) は、欧州だけでなく我国でも広く使用されている装置であるが、これらの装置に対する欧州規格の規定は、我国の水準を大きく上回っている。

以下、表4に示した防護装置の比較を行う。

### 2.4.1 遮蔽式工具

これは、我国では安全金型と呼ばれているものであり、図2のように工具区域の周囲を完全に囲み、手指等が入らない構造とした工具 (金型) である。

この金型では、材料送給のために最小限の開口部を確保しなければならない。そのため、EN 692では、EN 294に従って開口部を適切に設計しなければならないとしている。また、金型内に人体が進入したとき人体が圧碎されることのないように、EN 349に従って金型を設計しなければならないとしている。

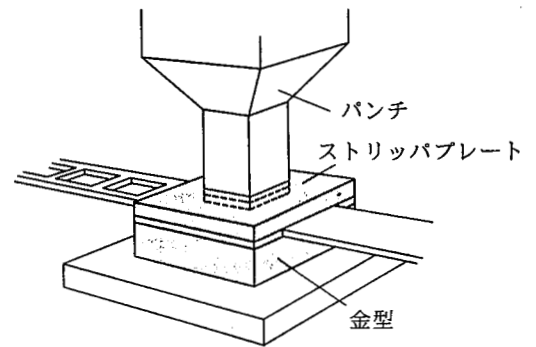
これに対し、我国では上型と下型の隙間が8mm以

内であれば、安全金型として扱うことにしている<sup>3)</sup>

### 2.4.2 固定式遮蔽ガード

これは、一般に固定ガードと呼ばれているものであるが、我国では作業者の接近は通常は正面からと仮定されるため、側面や背面にまで固定ガードを設置したものは非常に少ない。これに対し、EN 692は第1.3節で「あらゆる方向からのプレスへの接近を仮定する」と規定し、側面、背面、上下面等のガードの設置を義務づけている (写真1参照)。

この全周囲防護という考え方は、元々は英国安全規格BS 5304<sup>1)</sup>に記載されていたものである。現在、この考え方はpr EN 953に反映されており、固定ガードの設計時にはこの規格に従わなければならない。



(金型は完全に囲われているため、金型の中に手指が入ることはない)

図2 プレス金型の防護囲い

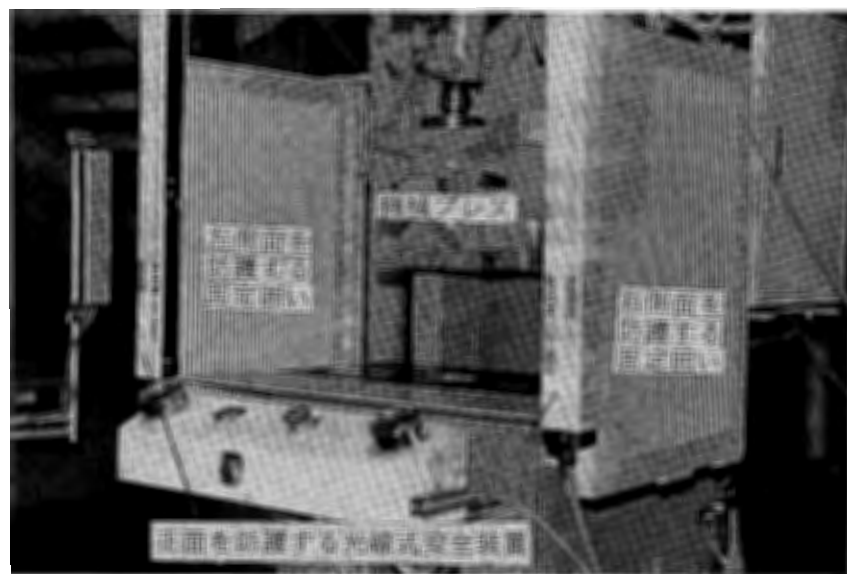


写真1 全周囲防護の例

### 2.4.3 ガード式安全装置

欧州規格の特徴は、制御ガードや早期開放ガードが認められていることである。制御ガードとは、作業者がガードを閉じたときに機械が自動的に起動する方式のものであり、起動時に作業者が毎回起動装置を操作する必要がないことから、作業負荷を低減できるという利点がある。

また、早期開放ガードとは、スライドの下降行程が終了したら、上昇行程の完了を待たずしてガードを自動的に開放する方式のものである。スライドが上死点に到達していない上昇行程の間にガードを早期に開放することから、これを早期開放ガードと呼んでいる。

図3は、EN 692に示されているガードロック付きインタロックガードである。これは、スライドが上死点に停止しない限り(ロックが解除されないために)ガードが開かない構造のインタロックガードであり、英国などではポジティブ・クラッチ式プレスの防護装置として広く使われている。

この装置では、作業者が前方の扉(A)を閉じるまでは扉の動きに従って移動する掛金(B)がクラッチピンを拘束しているため、誤ってプレス機械に起動をかけてもクラッチピンは連結されず、スライドが下降を開始することはない。また、スライドの運動中は、ガードは機械的インタロック(C)によって拘束されるため、スライドが上死点に到達するまではガードを開くことができない。

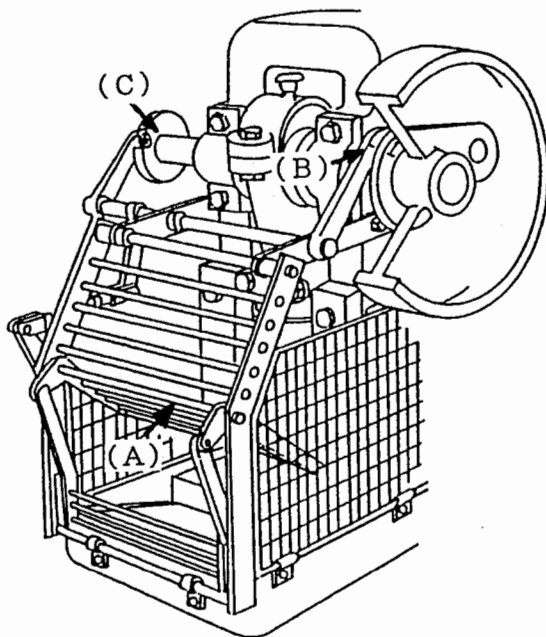


図3 ガードロック付きインターロックガード

### 2.4.4 光線式安全装置

#### 1) 連続遮光幅と光軸間隔

我国の構造規格では、光線式安全装置の光軸間隔を50mm以内としている。これに対し、光線式安全装置の構造要件を定めているpr EN 50100では、光軸間隔について特に規定はなく、光線式安全装置の性能は連続遮光幅によって評価される。

連続遮光幅とは、光線式安全装置が検出できるテスト・ピースの最小直径(単位mm)である(補足8参照)。この上限をどれだけとするかはpr EN 50100で特に定めはないが、3)で後述する進入深度の増加分(これは光線式安全装置の安全距離にそのまま付加される)を高々50mm以内とするなら、連続遮光幅は約20mm、光軸間隔は概ね12mm前後が限度となる(補足9参照)。これは、我国の光軸間隔50mm以内と比較した場合、かなり厳しい値といえる。

#### 2) 防護長さ

我国の構造規格では、光線式安全装置は機械プレスの(スライド調節量+ストローク長さ)の全長にわたって有効に作動しなければならないとしている。一方、欧州では、規格に明文規定はないが(ダイハイト+ストローク長さ)の全長にわたって光線式安全装置を有効としている場合が多い。

また、我国の構造規格では光線式安全装置の有効部分の全長は400mmあれば良いとしているが、欧州規格にはこのような規定はなく、その結果、最高で2m近くの防護長さを持つ光線式安全装置も市販されている(補足10参照)。

#### 3) 安全距離

我国の構造規格では、光線式安全装置の安全距離を次のように定めている。

$$D = 1.6 (T_L + T_S) \quad (1)$$

ただし、

D : 安全距離 (単位mm)

1.6 : 手の進入速度 (単位m/s)

$T_L$  : 光線式安全装置の応答時間 (単位ms)

$T_S$  : 急停止時間 (単位ms)

これに対しpr EN 999では、安全距離の計算式を次のように定めている。

$$D = 2.0 (T_L + T_S) + 8 (d - 14) \quad (2)$$

ただし、

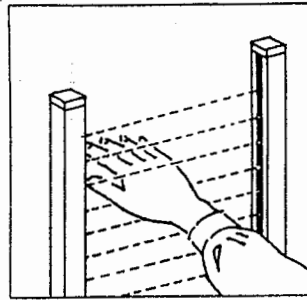
d : 連続遮光幅 (単位mm)

ここで、 $8 (d - 14)$ は、図4(a)のように光軸と光軸の間から手が入り込むときの安全距離の付加分である。以後これを進入深度と呼ぶ。

(1)式と(2)式の主な相違点は、次の通りである(補足11参照)。

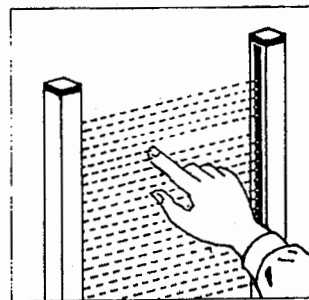


(a) 光軸間隔の広い安全装置



光軸間隔が広いので、光軸と光軸の間から手が入り込む分だけ安全距離を長くする必要があります

(b) 光軸間隔を狭くした安全装置



光軸間隔が狭く、光軸と光軸の間から手が入り込まないために、安全距離を短縮できる

図4 光軸間隔と安全距離の関係

- ① 我国の構造規格では手の進入速度を  $1.6 \text{ m/s}$  としているのに対して、欧州規格では手の進入速度を  $2.0 \text{ m/s}$  としている。
- ② 欧州規格では、光軸間隔が広い光線式安全装置に対する安全距離の付加分として  $8(d-14)$  を加算しているが、我国の構造規格にはこの付加項がない。

以上のうち②は、今後我国が欧州水準との整合化を図る上で、特に重要な問題となる。たとえば、我国の構造規格では光軸間隔が最大  $50 \text{ mm}$  まで認められているが、これは連続遮光幅に換算すると最悪値で  $85 \text{ mm}$  程度になる（補足12参照）。この結果、安全距離は進入深度の分だけで約  $570 \text{ mm}$  となり、實際上作業を行うのが困難なほどの安全距離を設定しなければならない。

#### 4) 故障対策

欧州規格では、光線式安全装置に pr EN 954-1 に定めるカテゴリ4以上の故障対策を要求している。ここでカテゴリ4とは、単一故障、非同時二重故障、非同時三重故障のいずれかが起こった場合でも、光線式安全装置の出力を安全側（出力がOFFとなる側）とできる故障対策をいう（補足13参照）。

一方、我国のプレス関係法令では、故障対策の水準に関する明確な規定はない。ただし、プレス機械の安全装置型式検定ガイド<sup>5)</sup>では、その2.4.7(2)節で光線式安全装置の故障対策として次のものを例示している。

- ① 出力リレーを制御する出力制御回路部は、通光時に出力リレーがON、遮光時に出力リレーがOFFとなるように構成し、出力リレーの回路を二重化する。
- ② 出力制御回路以外の投・受光器回路部でも、自動的に短時間投光信号を停止して、受光回路での

遮光検出を行う方法等による作動確認をする。

以上のような故障対策のカテゴリは甘くみてもカテゴリ2に過ぎないものであり、欧州水準のカテゴリ4には及ばないと考えられる。

#### 5) 外乱光等に対する対策

pr EN 50100では、投光器から照射される以外の光線（外乱光）に光線式安全装置の受光器が感応する頻度を極力減少させるために、有効開口角という評価指標を定めている。

これは、光線式安全装置の検知空間が光軸中心からどの程度まで膨らんでいるかを示す角度（最大偏差角度）であり、たとえば、光線式安全装置の検出距離が  $3 \text{ m}$  を超える場合は、有効開口角は  $\pm 2$  度を超えてはならないとしている。

一方、我国の構造規格では、外乱光対策に関する一般的規定はあるが、欧州規格のような詳細規定はない。

#### 2.4.5 両手制御装置

##### 1) 2つのボタンの間の距離

両手制御装置では、2つのボタンの間の距離が短いと、作業者が図5のように同じ腕の手と肘を使って2つのボタンを押す場合がある。そこで、このようなことができないように、EN 574では2つのボタンを少なくとも  $550 \text{ mm}$ （内側寸法で）離すか、2つのボタンの間に遮蔽物を設けて、遮蔽物に沿っての距離が少なくとも  $550 \text{ mm}$  以上となるように規定している。

一方、我国の構造規格では、2つのボタンの間隔は  $300 \text{ mm}$  以上あれば良いとしている。

##### 2) 同時性判定

EN 574では、作業者が両手制御装置の一方のボタンを意図的に固定し、片手で操作を行うことのないように、2つのボタンが  $0.5$  秒以内に操作され



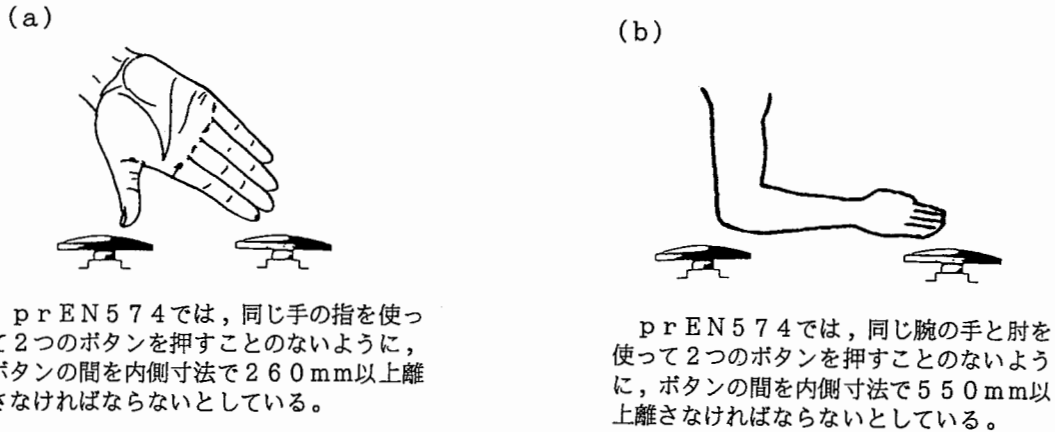


図5 両手制御装置の不適切な使用

たときに限り、出力信号を発生させるようにしている。これを同時性判定機能という。

一方、我国の構造規格にはこのような規定はない(補足14参照)。

### 3) 安全距離

我国の構造規格では、両手制御装置の安全距離を次のように定めている。

$$D = 1.6 (T_L + T_S) \quad (3)$$

ただし、

- D : 安全距離 (単位mm)
- 1.6 : 手の進入速度 (単位m/s)
- $T_L$  : 光線式安全装置の応答時間 (単位ms)
- $T_S$  : 急停止時間 (単位ms)

一方、EN 999では、両手制御装置の安全距離は次の式で与えられる。

$$D = 1.6 (T_L + T_S) + 250 \quad (4)$$

ここで、250mmとは、手の甲でボタンを押すことがあるために付加される安全距離である。

## 2.5 制御機構の比較

表5と表6は、EN 692と我国のプレス関係法令に定められている制御機構の比較表である。表からも明かなように、EN 692では、防護装置として遮蔽式工具、固定式遮蔽ガード、ガードロック付きインタロックガード等を選択したときは、クラッチ/ブレーキ制御システムは一重系で良く、オーバーラン監視装置や一行程一停止機構は特に必要としない。

一方、防護装置として光線式安全装置、両手制御装置、早期開放型インタロックガード等を選択したときは、オーバーラン監視装置や一行程一停止機構は必須

であり、クラッチ/ブレーキ制御システムで使用する電磁リレーや電磁弁、及び一行程一停止機構は監視機能付きの冗長構成でなければならない。

これに対し我国のプレス関係法令では、どのような防護装置を選択したかに関わらず、オーバーラン監視装置と一行程一停止機能の設置を義務づけている。

また、クラッチ/ブレーキ制御システムで使用する電磁リレー、電磁弁及び一行程一停止機構については、電磁弁を複式としなければならないと規定しているだけで、電磁リレーと一行程一停止機構については冗長構成について特に規定はない。

さらに、電磁リレー、電磁弁及び一行程一停止機構に監視機能を付けるか否かについてまで、特に規定はない。

なお、EN 692では、安全に関連する制御機構に対してカテゴリ4以上の故障対策を義務づけているので、この点特に留意されたい(ただし、ホールド・ツー・ラン装置と寸動装置はハードワイヤ配線でカテゴリ2以上であればよいとしている。補足15参照)。

以下、個々の制御機構を対象に欧州規格と我国のプレス関係法令の比較を述べる。

### 2.5.1 再起動防止回路

再起動防止回路とは、停電や防護装置の作動等によって機械が一旦停止した後は、再び起動操作をしなければ機械の運転を再開させない回路をいう。

このような回路が必要なのは、停電後に通電が回復したときや、防護装置が作動した後再び安全状態に復帰したときなどに機械が突然運転を開始しないようにするためである。特に、EN 692では、次のような事態が発生した後は、再起動操作をしなければ機

表5 欧州規格と我国のプレス関係法令に定められた安全システムの比較 (手送り作業の場合)

No.	防護装置の種類	クラッチ形式		起 動 装 置		クラッチ/ブレーキ制御システム				オーバーラン監視装置		ミュートイング		一行程機能		備 考
		欧州	日本	欧州	日本	電子的装置		電磁弁		欧州	日本	欧州	日本	欧州	日本	
						欧州	日本	欧州	日本							
1	安全金型	F or P	F or P	任 意	任 意	S	R	S	R	不要	必要	—	—	不要	必要	EN 692の5. 3. 8節を参照。
2	固定ガード	F or P	F or P	任 意	任 意	S	R	S	R	不要	必要	—	—	不要	必要	EN 692の5. 3. 9節を参照。
3	ガードロック付き インタロック式ガード	F or P	F or P	ガード自体を 除いて任意	任 意	S (備考)	R	S (備考)	R	不要	必要	—	—	不要	必要	EN 692の5. 3. 10節を参照。欧州規格では、機械式インタロックがない場合はR & Mが必要。早期開放ガードは許されない。
4	ガードロック付き制 御ガード	F or P	—	ガード自体	—	S	—	S	—	不要	—	—	—	不要	—	EN 692の5. 3. 11節を参照。
5	早期開放型インタロ ック式ガード(備考)	P	F or P	ガード自体を 除いて任意	任 意	R & M	R	R & M	R	必要	必要	M	S	R & M	必要	適正な安全距離を設定するか、又は金型の作動中に有効なガードロックの使用。
6	ガードロックなしの 制御ガード	P	—	ガード自体	—	R & M	—	R & M	—	必要	—	M	—	R & M	—	上記に同じ。
7	光線式安全装置	P	P	任意(備考)	任 意	R & M	R	R & M	R	必要	必要	M	S	R & M	必要	EN 692の5. 3. 13節を参照。適切な安全距離の設定。欧州規格では、金型の間に完全に進入できるほどの大きなギャップがある場合は、独立した起動装置を設けなければならない。
8	両手制御装置	P	P	両手制御装置	両手制御装置	R & M	R	R & M	R	必要	必要	M	S	R & M	必要	EN 692の5. 3. 14節を参照。適切な安全距離の設定。
9	ホールド・ツー・ラ ン及び低速	P	—	ホールド・ツ ー・ラン装置	ホールド・ツ ー・ラン装置	S	—	S	—	不要	—	—	—	—	—	主に金型取り付け用。最大速度10mm/s。最大速度が10mm/sを超えて調節可能な場合は適切な安全装置を設ける。

記号)

- F : ポジティブ・クラッチ式, P : フリクションクラッチ式,
- M : 監視機能付き, S : 一重系, R : 冗長系
- : 適用なし

注) 元々、我国の構造規格には安全システムに関する規定はない。敢えて比較すると、この表のようになるということである。  
この点を考慮し、この比較表を見て欲しい。

表6 欧州規格と我国のプレス関係法令に規定された制御機構の比較

No.	制御機構	欧州規格	我国のプレス関係法令	関連する規格番号
1	再起動防止回路	<ul style="list-style-type: none"> <li>①停電, ②モード変更, ③可動ガードの閉鎖, ④安全装置の作動, ⑤油空圧の故障, ⑥過負荷防止装置やトラブル検出装置の作動時等に再起動操作が必要。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>左記のうち構造規格に定めがあるのは①だけ。</li> <li>実際には, 左記のいずれの場合にも再起動防止回路を構成することが多い。</li> </ul>	EN692の5.4.1.1
2	一行程一停止機構	<ul style="list-style-type: none"> <li>遮蔽式工具, 固定式遮蔽ガード, ガードロック付きインタロックガード等を防護装置に選択したときは不要。</li> <li>監視機能付きの冗長構成とする。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>全ての機械プレスに必要である。</li> <li>監視機能, 冗長構成等について, 特に規定はない。</li> </ul>	EN692の5.4.2.5
3	オーバーラン監視装置	<ul style="list-style-type: none"> <li>光線式安全装置, 両手制御装置, 早期開放型インタロックガードを防護装置に選択したときに必要。</li> <li>オーバーラン監視位置は, 設定点から15度(10度が望ましい)以内。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>急停止機構を有するプレスで, クランク軸の回転数が毎分300回転以下のものに必要。</li> <li>オーバーラン監視位置は, 毎分ストローク数が150以内のものは設定点から+15度以内, 150を超えるものは設定点から+25度以内。</li> </ul>	EN692の5.4.2.1, 5.4.2.4, 5.4.2.5
4	ミュートインク機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>光線式安全装置, 両手制御装置, 早期開放型インタロック式ガード等を防護装置に選択したときに限り使用可能。</li> <li>少なくともサイクル毎にミュートインクの正常性をチェックする監視機能が必要。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ミュートインクについて特に規定はない。</li> <li>実際には光線式安全装置, 両手制御装置, 早期開放型インタロック式ガード等を防護装置に選択したときにミュートインク機能を持たせている。</li> </ul>	EN692の5.4.3
5	急停止機構	<ul style="list-style-type: none"> <li>遮蔽式工具, 固定式遮蔽ガード, ガードロック付きインタロックガード等を防護装置に選択したときは不要。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ポジティブ・クラッチ式プレス, 専用プレス, 動力プレス機械構造規格第42条に該当するガード式安全装置を具備したプレスでは不要。</li> </ul>	
6	クラッチ/ブレーキ制御システム	<ul style="list-style-type: none"> <li>故障時に, ①スライドが不意作動しない, ②防護装置の安全機能が無効にならない, ③下降工程のときは直ちにスライドを停止できる, ④上昇行程のときは遅くとも上死点に達する前までにスライドを停止できる, ⑤故障を修理するまでは運転を再開しない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>左記のうち構造規格に定めがあるのは①だけ。</li> <li>実際には, 左記の⑤を除いた安全機能が具備されていることが多い。</li> </ul>	EN692の5.4.1.3
7	非常停止回路	<ul style="list-style-type: none"> <li>EN418に定めるカテゴリ0の停止。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>停止の形態について特に規定はない。</li> </ul>	EN692の5.4.8.2 EN418
8	寸動機構	<ul style="list-style-type: none"> <li>押しボタン等押し続けても, スライドが一定距離又は角度以上作動しない方式(距離的制御)か, 押しボタン等押し続けても, スライドが一定時間以上作動しない方式(時間的制御)を寸動と呼んでいる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>押しボタン等を操作している間は, スライドが作動する方式(ホールド・ツー・ラン)を寸動と呼んでいる。</li> </ul>	EN692の5.5
9	PES (プログラマブルな電子制御装置の略称)	<ul style="list-style-type: none"> <li>安全機能をPESだけに依存して実現してはならない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>PESの使用で特に制限はない。</li> <li>検定ガイドでは, CPU回路とハードワイヤ回路の組み合わせ, 又はCPUを二重化したときPESの使用が可。</li> </ul>	EN692の5.4.4

械が運転を再開してはならないとしている。

- ① 運転動力の故障（停電等を指すと考えられる）の後
- ② 制御又は運転のモードの変更後
- ③ インタロックガードが閉鎖された後
- ④ 安全システムを手動によりリセットした後（防護装置のリセットボタンを押したときなどをいうものと考えられる）
- ⑤ 元圧（油空圧源を指すと考えられる）の故障の後
- ⑥ 工具防護装置（過負荷検出装置等も含むと考えられる）又は部分検出器（製品送り等のトラブル検出器を指すと考えられる）が作動した後

一方、我国のプレス関係法令では、動力プレス機械構造規格の第11条1項に上記①に関する規定があるだけで、②～⑥に関しては特に規定がない。

### 2.5.2 一行程一停止機構

一行程一停止機構とは、押しボタン等押し続けてもスライドが一行程（多くは上死点）で停止し、停止後には再起動操作を行わないとスライドが起動しない機構をいう。この機構について、pr EN 692では監視機能付きの冗長構成としなければならないとしている。

一方、我国のプレス関係法令では、動力プレス機械構造規格の第1条で一行程一停止機構の設置を義務づけているが、詳細については特に規定がない。

### 2.5.3 オーバーラン監視装置

オーバーランとは、ブレーキ能力の低下により、あらかじめ定めた設定点を超えてクランクシャフトが行き過ぎることをいう。これを検出してスライドを停止させる信号を発生するのがオーバーラン監視装置であり、EN 692では、設定点から15度（10度が望ましい）を超えてクランクシャフトがオーバーランしたときは、直ちに機械を停止させる信号を発生しなければならないとしている。

一方、我国のプレス関係法令では、昭53.9.6基収第473号でオーバーラン監視装置の設定位置を次のように規定している。

- ① 毎分ストローク数が150以内のものは、設定停止位置から+15度以内とする。
- ② 毎分ストローク数が150を超え300以内のものは、設定停止位置から+25度以内とする。

### 2.5.4 ミューティング機能

ミューティングとは、行程の一部分で防護装置を無効にする措置であり、EN 692ではスライドの上昇行程で光線式安全装置、両手制御装置、早期開放ゲートを無効化することが認められている。

一方、我国のプレス関係法令では、ミューティングについて特に規定はない。

### 2.5.5 急停止機構

急停止機構とは、プレス機械が異常を検知したときにスライドの作動を自動的に停止させる機構である。この機構に関する規定は、動力プレス機械構造規格の第2条に定められている。一方、EN 692では、急停止機構について特に規定はない。

### 2.5.6 クラッチ/ブレーキ制御システム

クラッチ/ブレーキ制御システムは、機械プレスの制御機構の中で安全上最も重要な部分である。このためEN 692では、クラッチ/ブレーキ制御システムに故障が発生したとき、次の要求事項を満足しなければならないとしている。

- ① スライドが不意に作動しないこと。
- ② 防護装置の安全機能が維持されること（安全装置が無効にならないこと）。
- ③ 下降行程のときは、直ちにスライドを停止できること。
- ④ 上昇行程のときは、遅くとも上死点に到達する前までにスライドを停止できること。
- ⑤ 故障を修理するまでは、運転を再開しないこと。

一方、我国のプレス関係法令では、動力プレス機械構造規格の第11条2項で①に関する規定があるだけで、②～⑤に関しては特に規定がない。

### 2.5.7 非常停止回路

EN 692では、機械プレスの非常停止をEN 418に定めるカテゴリ0の停止でなければならないとしている。ここでカテゴリ0とは、電源又は油空圧源の即時遮断及び制動、又はクラッチの即時開放及び制動のいずれかによって実現される停止である。

一方、我国のプレス関係法令では、動力プレス機械構造規格の第3条で非常停止装置の設置を義務づけているが、詳細については特に規定がない。

### 2.5.8 寸動機構

欧州と我国では、寸動の定義と寸動行程に対する防護方式が根本的に異なる。

たとえば、我国のプレス関係法令では、寸動行程を「スライドの上昇又は下降のいずれの場合においても、押しボタン等を操作している間に限りスライドが作動し、押しボタン等から手を離すと直ちにスライドの作動が停止する行程」と定義している（動力プレス機械型式検定ガイド<sup>4)</sup>の1.3節(11)参照）。

一方、欧州規格では、寸動とは

- ①押しボタン等押し続けてもスライドが一定距離（6mm）又は一定角度（90度）以上作動しない（距離的制御）か、または

②押しボタン等を押し続けてもスライドが一定時間以上作動しない（時間的制御）かの  
いづれかの方式をいい、我国で寸動と呼んでいるものは、欧州ではむしろホールド・ツー・ラン（保持制御）と呼ぶ場合が多い。

上記①、②のような方式を採用するのは、作業者が誤ってボタンを押せばなしにしたときでも安全を確保できるようにするためと、寸動行程を金型の取り付けや調整作業以外の通常の加工作業に利用できないようにするためである。

次に、寸動行程に対する防護方式の違いについて言えば、我国の構造規格では、金型の取り付けや調整作業のためにプレス機械の行程を寸動に切り換えたときは、安全装置を無効にしてもよいとしている。

一方、EN 692では、工具の取り付けや調整作業は、原則として安全装置を有効な状態として行い、これがどうしても実現できないときに限り、次のいづれかの措置を講じなければならないとしている。

- ① 電源を切り、クランクシャフトを手回しする。
- ② ホールド・ツー・ラン装置を使用して低速運転（10 mm/s）する。
- ③ クランクシャフト一回転の間にサイクルが3回以上も停止するような生産用には向かない設備とする。
- ④ 距離的制御や時間的制御による寸動を使用する。

## 2.6 部品類の安全要件の比較

表7に、欧州規格と我国のプレス関係法令に規定さ

表7 欧州規格と我国のプレス関係法令に規定された部品類の比較

No.	部品類	欧州規格	我国のプレス関係法令	関連する規格番号
1	電磁リレー	・監視機能付きの冗長構成とする。たとえば、強制ガイド式安全リレーを二重化し、2つの動作が不一致のときは機械を停止させるなど。	・信頼性が高いものとする。・検定ガイドでは、部品又は回路の冗長化が規定されている。	EN692の図2
2	電磁弁	・監視機能付きの冗長構成とする。たとえば、モニタ機能付き複式電磁弁など。	・監視機能までは要求されない。・具体的には、①ノーマルクローズ型であること、②複式であること、③油圧式ではバネリターン型、空気圧式ではプレッシャリターン型であることを規定。	EN692の図2と5.4.2.3
3	リミットスイッチ	・監視機能付きの冗長構成とする。たとえば、相反するモード（正モードと負モード）のスイッチを2個設けてガード開閉の正常性を確認し、正常でないときは次のサイクルの運転を開始させないか、機械を停止させる。	・信頼性が高いものとする。・検定ガイドでは、部品又は回路の冗長化が規定されている。	EN1088
4	非常停止ボタン	・複数の作業による作業では、各々の作業者が直接到達できる範囲内に各一個以上を配置する。・移動式の操作ステーションには、非常停止ボタンを設置してはならない。	・非常停止ボタンは、操作ステーション毎に設ける。	EN692の5.4.8.3
5	切換えスイッチ	・スイッチ切換え時には、回路は完全に分離されること。・スイッチが中間位置に設定されたとき、運転が可能とならない。	・左記のような規定はない。	EN692の5.4.5

れた部品類の比較を示す。具体的事項は、次の通りである。

2.6.1 電磁リレー

電磁リレーでは、リレーのa接点が閉じたときに機械を停止させるように回路を構成すると、接点の接触不良によって機械を停止できなくなる場合がある。また、リレーのb接点が閉じたときに機械が作動するように回路を構成すると、励磁コイル等の断線によってb接点が閉じたままとなり、機械を停止できなくなる場合がある。従って、電磁リレーでは、リレーのa接点が閉じたときに、機械が作動するように回路を構成しなければならない。

また、このように回路を構成した場合でも、a接点に溶着が起こると、機械を停止できなくなる場合がある。そこで、欧州では、安全上特に重要なリレーについて、リレーのa接点を二重化し、2つのa接点の動作が不一致のときは、接点に溶着が起きたとみなして機械を停止させるように回路を構成している。

図6はそのための回路の一構成例であり、次のような順序で動作する。

- ① 起動ボタンを押すと、接点 (R 1-1), (R 2-1), (R 1-2), (R 2-2) が閉じているため、R 3 が自己保持する。
  - ② 接点 (R 3-2) と (R 3-3) が閉じ、R 1 と R 2 が自己保持する。
  - ③ 接点 (R 1-2) と (R 2-2) が開き、R 3 の自己保持は解除される (コンデンサによってR 3 の解除は遅延する)。
  - ④ ②, ③より、接点 (R 1-4), (R 2-4), (R 3-4) が閉じて、機械が運転を開始する。
  - ⑤ R 1, R 2 の接点のいずれかに溶着が生じたときは、接点 (R 1-1) または (R 2-1) が閉じないため、①のステップでR 3 が自己保持せず、次のステップに進まない。また、R 3 の接点に溶着が生じたときは、(R 3-4) が閉じないため、機械は運転を開始しない。
- ⑤が確実に実行されるためには、リレーR 1, R 2, R 3は、a接点に溶着したとき、対となるb接点は必ず開いた状態に保持できる構造のものでなければならない。そこで、欧州では、次のような構造を持つリレー

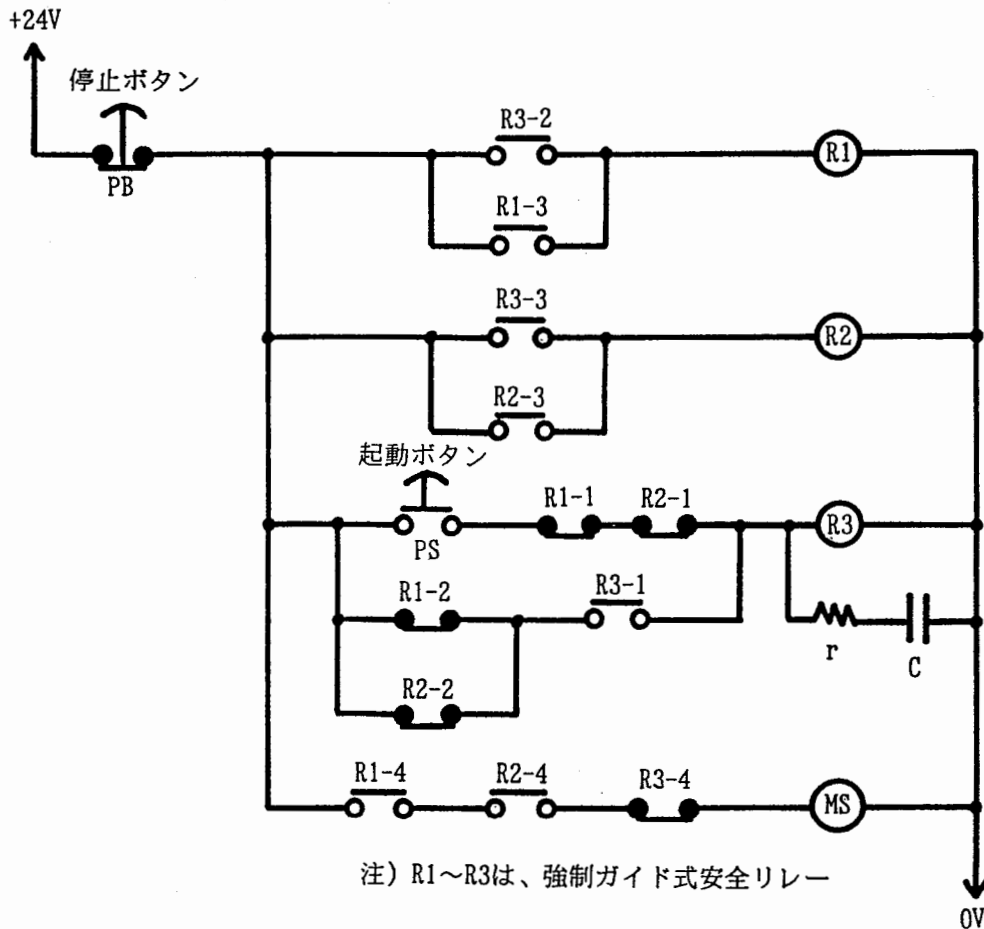


図6 電磁リレーの制御回路の例

ーを利用する。

[A] a 接点と b 接点の極間短絡を防止するために、a 接点と b 接点の間は遮蔽板によって遮蔽されているか、または、個々の接点が遮蔽室等に収納された構造であること。

[B] 万一 a 接点が溶着したときは、対となる b 接点を開いた状態に保持できるように、強制ガイドを持つこと。

[C] [B]のとき、b 接点の接点間ギャップは0.5mm以上を確保できること。

上記の要件を満足できるものを、強制ガイド式安全リレーと呼ぶ。現在、欧州では、安全上特に重要な部分には、このリレーの使用が義務づけられている。

一方、我国の構造規格では電磁リレーの構造についてまで特に規定はない。

### 2.6.2 電磁弁

ノーマルオープン型の電磁弁では、ソレノイドに断線故障が起これると、弁が常に開いた状態となり、機械を停止できなくなる場合がある。従って、機械の駆動回路に使用する電磁弁は、ソレノイドに通電がなくなることにより弁が閉じるノーマルクローズ型のものとする必要がある。なお、この場合、復帰を確実なものとするために、戻り方式は、油圧式にあってはバネリターン型、空気圧式にあってはプレッシャリターン型のものでなければならない。

次に、ノーマルクローズ型の電磁弁を選定した場合でも、仮に弁に異物等が挟まったり、弁座が固着したりすると、弁が開いたままとなり、機械を停止できなくなる場合がある。そこで、欧州では、特に危険な機械に使われる電磁弁について、弁を二重化（複式電磁弁と言う）すると共に、2つの弁の動作をモニタ装置によって監視し、万一動作が不一致のときは、弁に開固着が起きたと見なして機械を停止させるように回路を構成する。

一方、我国の構造規格では、電磁弁はノーマルクローズ型で、空気圧式のものにはプレッシャリターン型、油圧式のものにはバネリターン型のものでなければならないとしているが、モニタ装置の設置までは義務づけていない。

### 2.6.3 リミットスイッチ

リミットスイッチを使用した回路では、スイッチの接点の接触不良や溶着、リード線の断線、バネの破損等の故障が起これると、機械を停止できなくなる場合がある。このため、欧州規格では、ミューティング、オーバーラン、上死点検出等の安全上特に重要な回路に用いられるスイッチに対して、スイッチを二重化すると共に、2つの接点の動作が不一致のときは、接点に溶

着が起きたとみなして機械を停止させるように回路を構成している。

また、ガードインタロック用の回路では、EN 1088に定めた安全上の要件を満足しなければならないとしている。これについては、第2章を参照されたい。

以上のような内容は、我国の構造規格には記載されていない。

### 2.6.4 非常停止ボタン

EN 692では、非常停止ボタンはプレス背面の作業者を含めて、各々の作業者が直接到達できる範囲内に少なくとも一個を配置しなければならないとしている。

さらに、移動式の両手操作装置のように接続を切り離すことのできる操作ステーションには、非常停止ボタンを設置してはならないとしている。これは、仮に接続が外れていると、非常停止ボタンを操作しても、機械を停止できないためである。

以上の要件は、いづれも我国のプレス関係法令には規定されていない。

### 2.6.5 切換えスイッチ

切換えスイッチの操作では、切換えを行ったときにプレス機械が不意に起動したり、切換え操作時の接点の混触等によってプレス機械が異常動作をしたりすると重大な災害となりかねない。そこで、EN 692では、切換えスイッチは次の要件を満足しなければならないとしている。

- ① スイッチがある位置から他の位置に切り換えられるときは、各々の回路はポジティブモードの接点を使用するか、あるいは冗長構成で監視機能付きの回路の使用し、各々の回路は完全に分離されるように設計しなければならない。
- ② スイッチが中間位置に設定された場合は、運転が可能となってはならない。

以上の要件は、いづれも我国のプレス関係法令にはない。

## 2.7 その他の安全要件の比較

表8に、欧州規格と我国のプレス関係法令に規定されたその他の安全要件の比較を示す。具体的事項は、次の通りである。

### 2.7.1 安全ブロック

安全ブロックは、欧州規格では「くさび」と呼ばれている。この装置は我国では上金型と下金型の間に挿入するのが一般的であるが、欧州の場合は、スライドとボスルタの間に挿入するようなタイプも多く、これらを総じて「くさび」と呼んでいる。



表8 その他の安全要件の比較

No.	項目	欧州規格	我国のプレス関係法令	関連する規格番号
1	安全ブロック	<ul style="list-style-type: none"> <li>・スライドとボルスタの間に挿入するタイプが多い。</li> <li>・安全ブロックとスライド降下防止装置が明確に区別されている。</li> <li>・ストローク長さが500mm以上でテーブル深さが800mm以上のプレス機械は、安全ブロックを恒久的に取り付ける。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>上金型と下金型の間に挿入するタイプが多い。</li> <li>・安全ブロックとスライド降下防止装置は法規上区別されていない。</li> </ul>	EN692の5.3.18
2	操作用電気回路の電圧	<ul style="list-style-type: none"> <li>・我国のような制限はなく、200Vを許容。</li> <li>・感電危険性のない保護超低電圧（PELV）は交流で25V、直流で60Vとしている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・150V以下としている。</li> </ul>	IEC204
3	スライド調節装置	<ul style="list-style-type: none"> <li>① クラッチ制御回路が生きている間はスライド調整用の電動機は作動しないこと。</li> <li>② スライド調整の上限と下限は、適切な手段で制限されること。</li> <li>③ 機械プレスの作動中に、スライド調節位置を設定位置に保持させる手段を設けること。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・左記②についてだけ、規定がある。</li> </ul>	EN692の5.2.7
4	操作盤の表示表示灯、押しボタン等の色	<ul style="list-style-type: none"> <li>・IEC204に規定されている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・構造規格では、特に規定していない。</li> </ul>	IEC204
5	防塵・防水構造	<ul style="list-style-type: none"> <li>・IEC529に規定されている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・構造規格では、特に規定していない。</li> </ul>	IEC529

なお、我国では、油圧プレス等のスライド降下防止装置も含めて安全ブロックと呼んでいるが、欧州規格では安全ブロックとスライド降下防止装置は明確に区別されており、我国のようにこれら2つの装置が法令上混同されることはない。

一般的要件は、次のように規定されている。

- ① 修理等の理由から金型の中に進入しなければならない場合は、プレスの中（上金型と下金型の間、スライドとボルスタの間の両方を指すものと思われる）に挿入するために、くさびが装備されなければならない。
- ② 運転中のプレス機械が発生する力にくさびが耐えられないときは、くさびがプレス機械の中に挿入さ

れている間は運転が実行できないようにインタロックを設けなければならない。

- ③ ストローク長さが500mm以上でテーブル深さが800mm以上のプレス機械では、くさびを恒久的にプレス機械に取り付け、一体化しなければならない。

2.7.2 操作用電気回路の電圧

我国の構造規格では、機械プレスの操作用電気回路の電圧を150V以下としているが、欧州規格にはこのような規定はない。

なお、国際規格であるIEC204では、感電危険性のない保護超低電圧（PELV）を交流で25V、直流で60Vとしている。

表9 IEC204に規定された操作盤の表示




始動又はオン	停止又はオフ	交互に始動及び停止, 又はオン及びオフボタンとして働く押しボタン	押している間運動を発生し, 離すと運動を停止する押しボタン (例えば保持操作)
			

表10 IEC204に規定された操作器の色識別コード

色	意味	説明	用途の例
赤	非常	危険状態及び非常時に操作	<ul style="list-style-type: none"> <li>・非常停止</li> <li>・非常機能の開始</li> </ul>
黄	異常	異常時に操作	<ul style="list-style-type: none"> <li>・異常操作を抑制するための介入</li> <li>・中断した自動サイクルを再始動するための介入</li> </ul>
緑	安全	安全な状態の場合に, 又は正常状態を準備するために操作	
青	義務的	義務的にアクションを要する状態の場合に操作	
白	特定の意味が割り当てられていない	非常停止を除く機能の一般的開始のため	始動/オン (望ましい), 停止/オフ
灰			始動/オン, 停止/オフ
黒			始動/オン, 停止/オフ (望ましい)

表11 IEC204に規定された表示灯の色と機械の状態に関する意味

色	意味	説明	操作者の行動	用途の例
赤	非常	危険な状態	危険な状態に対処する即時行動 (例えば非常停止の操作)	圧力/温度が安全限界外である, 電圧降下, 破損, 停止位置を過ぎての行き過ぎ
黄	任意	異常状態 切迫した臨海状態	監視及び又は介入 (例えば意図した機能を再度確立する)	温度/圧力が正常限界を超えている, 保護装置のトリップ
緑	正常	正常な状態	任意	温度/圧力が正常限界内である, 進行の許可
青	義務的	操作者の行動を要求する状態	義務的行動	予め設定した値を入力する指示
白	中性	その他の状態 赤, 黄色, 緑, 青を使用するのに疑義のある場合いつでも使用してよい	監視	一般情報

### 2.7.3 スライド調整装置

EN 692では、機械プレスのスライド調整装置は次の要件を満足しなければならないとしている。

- ① クラッチ制御回路が生きている間は、スライド調整用の電動機が作動しないこと。
- ② スライドの調整量は適切な手段で制限されること（上限又は下限超えの防止手段の設置をいうものと考えられる）。
- ③ 機械プレスの作動中に、スライド調整位置を設定位置に保持させる手段（施錠装置など）を設けること。

一方、我国のプレス関係法令では、動力プレス機械構造規格の第31条に②に関する規定があるが、①と③に関しては特に規定がない。

### 2.7.4 操作盤の表示

表9のような内容が、IEC 204に規定されている。以上のような規定は、我国のプレス関係法令にはない。

### 2.7.5 表示灯、押しボタン等の色

表10及び表11のような内容が、IEC 204に規定されている。以上のような規定は、いづれも我国のプレス関係法令にはない。

## 3. おわりに

以上、欧州規格と我国のプレス関係法令の相違点について述べた。今後、我国では、欧州規格の内容を考慮した安全対策の実施が見込まれるが、この対策にあたって特に重要な項目を列挙すると次のようになる。

### 1) 全周囲防護

欧州では、プレス機械の正面だけでなく、側面、背面、上下面等を含めた防護が常識となっている。今後、全周囲防護に関連した規格（たとえば、prEN 953, EN 294, EN 349等）は国際規格の原案となることも予想されており、今後の我国における安全対策の根幹として、この対策を位置づけるべきである。

### 2) Failure to safety

欧州方式の安全対策では、機械は故障し、作業者はミスをするをまず認めた上で、仮にこれらが起きても作業者に危害を及ぼさない構造をシステムの設計段階で構築しておくことを基本とする。

この対策を支える基本原則に Failure to safety（安全側故障）がある。これは、信頼性の向上によって安全性を確保するという我国で広く実施されている災害防止対策（補足16参照）と根本的に対立するものであるが、この原則もまた欧州規格の根幹となるものであり、今後の欧州規格との整合化にあたっては避けて通れない問題である。

### 3) 故障対策とカテゴリ

欧州規格では、プレス機械の安全装置や安全に関連する制御回路の故障対策は、原則としてカテゴリ4以上でなければならないとしている。

一方、我国の安全装置や制御回路の故障対策の水準はカテゴリB, 1, 2に該当するものも多く、今後の故障対策水準の向上が望まれる。

### 4) 防護装置

防護装置では、特に光線式安全装置と両手操作式安全装置で構造要件や性能評価手法等が異なっており、この整合化が望まれる。また、欧州では、手引き式や手払い式の安全装置の使用は禁止されており、我国においても将来的には使用の制限等を考慮すべきである。

### 5) 制御機構

欧州規格では、防護装置として遮蔽式工具、固定式遮蔽ガード等を選択したときは、クラッチ/ブレーキ制御システムは一重系で良く、オーバーラン監視装置や一行程一停止機構は特に必要としない。

一方、防護装置として光線式安全装置、両手制御装置等を選択したときは、オーバーラン監視装置や一行程一停止機構は必須であり、クラッチ/ブレーキ制御システムで使用する電磁リレーや電磁弁、及び一行程一停止機構は監視機能付きの冗長構成でなければならない。

これに対し我国のプレス関係法令では、どのような防護装置を選択したかに関わらず上記の構造要件は一律となっており、この点に関する整合化が望まれる。

### 6) 寸動機構

我国では、押しボタン等を操作している間はスライドが作動する方式（ホールド・ツー・ラン）を寸動と呼んでいる。一方、欧州では、押しボタン等を押してもスライドが一定距離又は一定角度以上作動しない方式（距離的制御）か、押しボタン等を押してもスライドが一定時間以上作動しない方式（時間的制御）を寸動と呼んでいる。

これは、作業者が誤ってボタンを押しっぱなしにしたときでも安全を確保できるようにするためと、寸動行程を金型の取り付けや調整作業以外の通常の加工作業に利用できないようにするためである。

また、我国では、寸動行程時は安全装置を無効にしても良いとしているのに対し、欧州規格では原則として安全装置を有効な状態として作業を行うべきとしている。このように欧州規格では、寸動に対して厳格な安全要件を規定しており、このような水準の対策が我国でも望まれる。

以上が機械プレスに関する欧州安全規格の要点であるが、今後我国で欧州水準の安全対策を実行しようとした場合、実際上は、旧式のポジティブ・クラッチ式プレスの存在や、ノーハンド・イン・ダイ措置の不徹底、既存の防護装置によっては安全の確保が困難な作業の存在などが阻害要因となりかねない（補足17参照）。

また、実際の作業システムは、安全性だけでなく生産性や作業性にも配慮したものでなければならない。特にシステム化への対応、安全と生産の統合、作業負荷の軽減等は、今後のプレス作業でぜひとも解決しなければならない問題である（補足18参照）。さらに、欧州規格に示された全周囲防護や Failure to safety の原則を我国で広く普及させるには、我国の実情に応じた対策のあり方について十分検討しておく必要がある。

以上の問題が解決されたとき、①全周囲防護や Failure to safety を基本とした欧州方式、②ノーハンド・イン・ダイを基本とした米国方式、③生産性や作業性との調和を重視した我国の方式は、より高次に統合化した作業システムとして再構築されていくと考えられる（補足19参照）。

筆者らは、このようなシステムこそがプレス作業システムの本来の姿だと考えている。ただし、このためにはインタロック、フェールセーフ、階層化された安全制御システム等に関する技術開発や、ノーハンド・イン・ダイへの移行を容易化するための技術開発、ポジティブ・クラッチ式プレスに対する安全化手法等について十分研究しておく必要がある。また、実際の対策にあたっては、プレス機械の種類、製品の種別、プレス加工の種類、生産数量の大小等に応じてプレス作業をいくつかの形態に分類し、各々の形態毎の最適な防護形態を十分検討しておくことも必要である。これらに関する内容は一部補足20に概説したので、必要に応じ参照されたい。

## 謝 辞

本報の作成にあたっては、(社)産業安全技術協会が平成5～7年度にかけて実施した「動力プレス機械の構造規格等に関する調査研究委員会」の議論を参考とさせて頂いた部分も多い。紙上を借りて、委員の皆様へ深い謝意を表するものである。

### [補足1]

たとえば、プレス機械の正面に光線式安全装置を設けるだけでなく、プレス機械の側面、背面や光線式安

全装置の上方や下方から危険限界に手が入る場合は、これらの箇所についても固定ガード等を使用して防護すること。

### [補足2]

これに対し、危険側故障を Failure to danger と言う。これは、安全装置や安全に関連する制御回路が故障したときに、機械が止まらなくなる側の故障を言う。

### [補足3]

ノーハンド・イン・ダイとは、通常作業時にはプレス機械の金型に手指を入れないように作業方法を工夫し、作業者の安全を確保しようとするものである。

この考え方は、1970年に制定されたOSHAの原案に強く打ち出されていた。しかし、当時の米国の自動化技術の水準ではこの対策の実行が困難であったために、実施期限は先送りされ、現在も保留のままとなっている。これが、OSHA§1910.217の(1)～(3)が現在でも保留とされている理由である。

### [補足4]

型合わせによる危険は、安規131条の2と131条の3で規定されている。

### [補足5]

電気に関してはEN60204-1（機械の電気装置、一般的要求事項）、熱に関してはprEN563（接触できる表面の温度）、騒音に関してはprEN31202（機械及び装置から出力される騒音）とprEN23746（騒音源の音圧レベルの決定）、振動に関してはprEN1299（機械の振動絶縁）、有毒物質に関してはprEN626-1（機械から放出される危険な物質による健康へのリスクの低減）、流体に関してはprEN982（液圧）とprEN983（空気圧）を参照のこと。

### [補足6]

昭47.9.18基発第601号の1では、危険限界をスライド又は刃物が作動する範囲と定義している。ここで、刃物とは、シャー等に取り付けられる刃物を指すものと考えられるため、機械プレスでは危険限界はスライドの作動範囲となる。

### [補足7]

安全距離の計算にあたっては、欧州規格では工具区域の端を、我国のプレス関係法令では危険限界の端を基準にするので、この点特に留意されたい。

### [補足8]

連続遮光幅の詳細は、プレス機械の安全装置型式検定ガイド<sup>5)</sup>の3.4.2節を参照のこと。

### [補足9]

進入深度は、連続遮光幅をdとすると8(d-14)で表される。この寄与を50mm以内とするなら

$$8(d-14) \leq 50$$

より、 $d \approx 20 \text{ mm}$ となる。ここで、 $d$ の最悪値は、 $d = 1.7 \times \text{光軸間隔}$ が経験的に知られているから、これより光軸間隔は約  $12 \text{ mm}$ となる。

#### [補足10]

詳細は、産業安全研究所安全資料 (NIIS-SD-NO. 13) の p 65 を参照のこと。

#### [補足11]

EN 999では、安全距離が  $500 \text{ mm}$  を超える範囲では、手の進入速度を  $1.6 \text{ m/s}$  として計算しても良いとしている。

また、EN 999では、ブレーキ能力が劣化したときの影響を  $T_s$  の計算で考慮している。このため、 $T_s$  の計算方法は厳密には我国の構造規格と異なる。この詳細は、EN 692 の付属文書 G を参照のこと。

#### [補足12]

補足7と同様に、

$$d = 1.7 \times \text{光軸間隔}$$

なる式を使用すると、光軸間隔 =  $50 \text{ mm}$  だから、 $d = 85 \text{ mm}$  となる。

#### [補足13]

その他に、カテゴリ4の水準では入力端子や出力端子の端子間やグラウンドとのショート等についても必ず安全側故障となることを要求している。

#### [補足14]

プレス機械の安全装置型式検定ガイド<sup>5)</sup>は、第2.2.6節の解説で「両手による同時操作機構は、0.5秒以内に行われることが望ましい」と規定している。

#### [補足15]

ここでは、「ハードワイヤ」を「プログラマブルな電子制御装置 (例えば PLC 等) が介在しない回路」程度に解釈して良いであろう。

ここで、プログラマブルな電子制御装置を介在させてはならないとしているのは、装置の故障によって機械が暴走状態となる場合があるためである。

#### [補足16]

勿論、我国の災害防止対策は信頼性依存対策に限るものではなく、インタロック、フェールセーフ等の本質安全化技術に依存した対策も広く実施されている。

#### [補足17]

プレス機械の安全対策が我国で本格的に開始されたのは、昭和30年代の初頭であった。当時の対策は、プレス機械の大部分がポジティブ・クラッチ式であったことから、このプレスに適合する安全装置や、作業者に危害を及ぼさない金型の構造等について検討が進められた。

その後、昭和40年代後半から50年代初頭にかけて、我国の設備安全対策の重点は自動化や安全プレスの普及促進へと移行していった。これは、昭和47年の労働安全衛生法の施行に伴い、ノーハンド・イン・ダイの原則が安規131条に盛り込まれたことや、昭和52年に改正された動力プレス機械構造規格に安全プレスの考え方が盛り込まれた影響が大きい。しかし、これら画期的な対策の導入によってプレス機械による労働災害は激減すると予想されたにもかかわらず、その後約20年を経た現在でも、災害は当初の予想通りには減少していない。これは次のような理由によると考えられる。

#### 1) 旧式のポジティブ・クラッチ式プレスの存在

安全プレスが広く普及するには至らず、昔ながらのポジティブ・クラッチ式プレスによる災害が、全プレス災害の半数近くを占めていること。

このプレスに対しては、改正構造規格で「身体の一部が危険限界に入らない構造のもの又は急停止機構を有するもの」でなければならないと規定しているが、現存するポジティブ・クラッチ式プレスの中には昭和52年の構造規格改正以前に製造されたため、この規定の適用を受けないものも多い。

また、昭和50年代には、このプレスへの適用を目的とした急停止機構が検討されたが、主にコスト上の制約から、普及することなく現在に至っている。

#### 2) ノーハンド・イン・ダイへの移行が不十分

ノーハンド・イン・ダイへの移行は、時として高度な自動化技術やシステム化技術を必要とし、これに要する費用も甚大である。このため、特に中小零細企業では、技術的にはノーハンド・イン・ダイへの移行が可能な作業であっても、主にコスト上の制約から危険性の高い手送り作業(ハンド・イン・ダイ作業)によってプレス加工を行う場合も多かった。

特に、多品種少量生産の中には、持続的生産(月毎の生産数量はそれほど多くなくても、長期的には数年以上も需要があるといった製品の生産)と一時的生産(絶対的数量の少ない製品の生産)があり、前者はノーハンド・イン・ダイへの移行が可能である場合が多いにもかかわらず、単にコスト上の理由から、この措置が実行されないことも多かった。

#### 3) 個々の作業形態に応じた具体的対策が不明確

元々プレス作業の形態は千差万別であり、また最近の多品種少量生産方式の普及によって作業の形態も多様化してきており、これを安規131条で一律に規制するのは容易でないと考えられる。

特に、中小零細企業に対しては、プレス機械の種類、製品の種別、生産数量等に応じた具体的な対策が示さ

れないと、災害の大幅な減少は困難である。

#### 4) 既存の防護装置によっては安全の確保が困難な作業の存在

プレス作業の中には、機械プレスによる長尺物の端末加工やプレスブレーキによる製品の二次加工のように、既存の防護装置によっては安全の確保が困難な作業がある。現在、我国では、これらの作業に対しても法令上固定ガードや安全装置の設置を義務づけているが、これらの装置が実際の現場でどの程度有効に活用されているかを疑問とする声も多い。

特に、中小零細企業では、上記のようなプレス作業を親会社から請け負うことも多いが、ロット数が小さい場合、ガード、金型、治工具等の工夫によって対策を講じるのも面倒であることから、時として安全装置を無効としたまま作業を強行することも多く、これが災害の背後要因となる場合もある。

以上のような問題を残したままでは、仮に欧州水準の安全対策を我国で実行したとしても、その安全上の効果は著しく減殺されるであろう。従って、欧州水準の安全対策の実行にあたっては、整合化の問題と平行して、上記のような問題（これは整合化にあたっての条件とも言うべき問題である）を技術的に解決する対策についても十分検討しておく必要がある。

##### [補足18]

実際の作業システムは、安全性だけでなく生産性や作業性にも配慮したものでなければならない。この点について、筆者らは、特に次のような点が重要であると考えている。

##### 1) システム化への対応

今後の我国では、生産ラインのシステム化は必須であり、このためには安全プレスをシステム化に対応できる仕様とすることや、プログラマブルな電子制御装置（たとえば、プログラマブル・コントローラなど）を使用した安全制御システムの構成法等について十分研究しておく必要がある。

特に、事業者の多くは、同一のプレス機械を連続的生産と多品種少量生産の両方に使いたいのであり、このためにもシステム化に対応できる安全プレスの要望は今後強くなると考えられる。

##### 2) 安全と生産の統合

本来、設備安全対策は、安全性の向上が生産性や作業性の向上につながる方式のものが望ましい。このような観点から、プレス機械の安全システムの構成法について十分研究を行う必要がある。

たとえば、最近、当研究所が関与した事例の中には、フェールセーフ化対策が稼働率の向上を促した例（これは東北地方のある工場で、トラブル発生時には必ず

機械が停止するようにシステムを構成したことにより、従来作業者がその場で処理していた作業が改めて生産技術上の問題として認識され、これにより機械停止に至る要因が除去され、結果的に稼働率の向上へと結びついた例である）もあり、このような事例を参考に安全と生産の統合を図る手法について研究を進めるべきである。

##### 3) 作業負荷の軽減

一般にプレス作業は、多いときには1万パンチ/日以上以上のプレス加工を行うため、作業者にとっては負担が大きい。そこで、この作業負荷を軽減できる操作方式として、欧州では制御ガードやPSDI等の方式が提案されており、これらの方式の適否について検討を行う必要がある。

また、プレス機械に関連した作業の中には、製品検査、段取り、トラブル処理、保守、点検、補修等の作業のように、現状では人手に頼らざるを得ない作業があるが、今後はこのような作業についても、作業負荷を軽減するという観点から自動化や支援機器の開発等を行うべきである。

##### [補足19]

筆者らが適切と考えるプレス作業システムは、少なくとも次のような要件を満足するものとする。

##### 1) ノーハンド・イン・ダイ

米国職業安全保険基準(O S H A)で提案されたノーハンド・イン・ダイの原則が、安全対策の根幹として位置づけられている。多品種少量生産においても、ノーハンド・イン・ダイへの移行が強力に進められている。

##### 2) 全周囲防護

欧州規格に規定された全周囲防護の原則が、安全対策の根幹として位置づけられている。また、この原則が、プレス機械単体だけでなく周辺装置や自動送給排出装置（搬送用ロボットを含む）等を含めたシステム全体に適用されている。

##### 3) インタロックとフェールセーフ

当研究所が提案しているインタロック、フェールセーフ、安全確認型等の技術が安全対策の根幹として位置づけられている。これらの技術は、欧州規格に規定された Failure to safety の原則と基本的に整合するものである。

##### 4) 安全と生産の統合

安全だけでなく生産性や作業性にも配慮したシステムである。

たとえば、プレス作業システムでは、作業者のミスや安全関連機器（安全装置、安全に関連する制御回路等）の故障によって安全が確認できない事態となった

ときは、直ちにスライドを停止させて作業者の安全を確保しなければならない。しかし、頻繁な停止はシステムの稼働率を低下させるだけでなく、作業者に復帰操作等の煩雑な作業を強いることになり問題である。

そこで、安全確認に基づいて機械を停止させるシステム（安全確認システム）とは別に、機械が停止に至る頻度を可能な限り減少させるシステム（危険回避システム）と、プレス作業の生産性や作業性の向上を目的としたシステム（高機能化システム）を別途設ける。

このような構成とすれば、作業者に危害が及ぶおそれのあるときは、確実に機械を停止して作業者の安全を確保すると共に、停止に至る頻度を可能な限り小さくし稼働率への影響を最小とするシステムの構築が可能となる。

図7は、上記の要件を満足できるプレス作業システム概念図である。このシステムは、次のような階層から構成される。

① 高機能化システム

これは、プレス作業の生産性や作業性の向上を目的としたシステムである。たとえば、生産ラインのシステム化のために各種の自動化機械を設け、これらの機械をプログラマブルな電子制御装置で連動制御するシステムや、製品の品質を自動的に検査するシステム、作業性向上のためのPSDIのシステムなどはこれに該当する。

② 危険回避システム

これは、作業者が危険限界に接近する頻度を可能な限り減少させるシステムであり、具体的にはノーハンド・イン・ダイの措置とその支援システムが該当する。たとえば、自動送給排出装置の使用によって、作業者が金型内に手指を入れ

なくとも作業が行えるようにするシステムや、製品の送りミスや排出ミスが金型内で起こる前に、この発生を予測して警報を与えるシステムなどはこれに該当する。

③ 安全確認システム

これは、作業者がやむを得ずハンド・イン・ダイ作業を行うときの安全確保を目的としたシステムであり、作業者のミスや安全関連機器（安全装置、安全に関連する制御回路等）の故障によって安全が確認できない事態となったときは、直ちにプレス機械を停止させて作業者の安全を確保する。

[補足20]

以上のうち、ポジティブ・クラッチ式プレスの安全化手法や、ノーハンド・イン・ダイへの移行を容易化するための技術開発等に関しては、現在のところ斬新な解決策がある訳ではない。むしろ、ここ20年近く言われてきた様々な安全対策を確実に実施していくことが、このような問題を解決するための一番の近道と考えられる。ここでは、以上のような観点から、これらの問題に対する安全対策を検討する。

1) ポジティブ・クラッチ式プレスの安全化手法

このプレス機械に対しては、まず「プレス災害防止総合対策の推進」（平成5年6月11日、基発第363号の3）と「足踏み操作式ポジティブ・クラッチプレスを両手押しボタンのものに切り換えるためのガイドラインの策定」（平成6年7月15日、基発第459号の2）に基づく対策が必須と考えられる。特に、従来の足踏み操作式のを両手押しボタンを使用した方式に改造できるならば、その災害減少効果は大きいと考えられる。

また、英国では、ガードロック付きインタロックガード（図3参照）等の使用によって、災害発生件数を年間

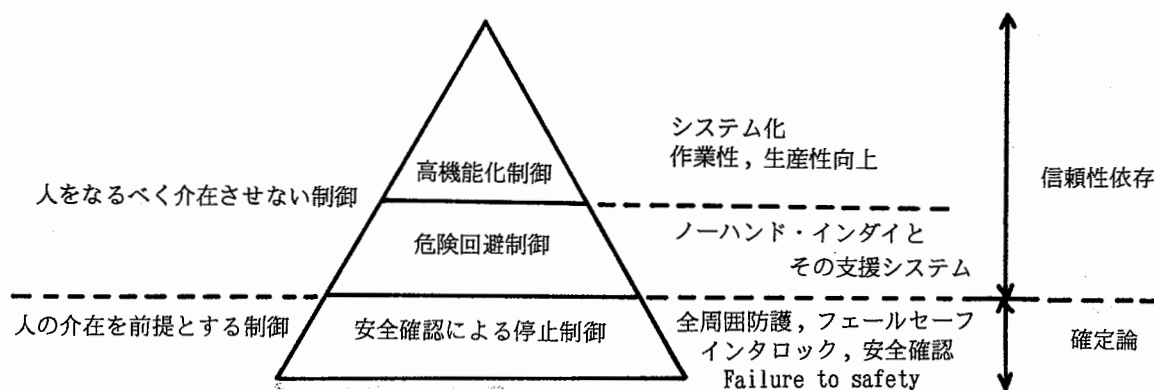


図7 プレス作業システムの理想形態



させているのであり(表12参照)、我国でもこのような対策が参考となる。

なお、我国の専門家の間では、災害の頻発しているポジティブ・クラッチ式プレスに対しては、安全なクラッチ方式への移行を促進するために、一定の猶予期間を設けた上で、製造や使用の制限等を行うべきとの意見も強く、このような観点からの対策も考慮すべきである。また、筆者らは、このプレスによる災害の多くが小物部品の打ち抜き、曲げ、絞り等の加工で発生していることを考えたとき、現在のポジティブ・クラッチ式プレスに代わる安価な簡易型プレスを開発することによって、災害の大幅な減少を図ることも可能ではないかと考えている。

2) ノーハンド・イン・ダイへの移行を容易化するための技術開発

これも現在のところ斬新な解決策がある訳ではなく、①順送り金型や安全型の普及、②CAD/CAM形式の金型設計支援システムの確立、③自動送給装置(二次加工用ロボットを含む)の汎用化と低コスト化、④形状の複雑な製品を自動送給可能とする搬送技術の確立等を目指して、地道な努力を重ねていく以外ない。

なお、筆者らは今後の技術開発の課題として、スライディング・ダイ方式(下金型が水平方向に移動することにより、ノーハンド・イン・ダイを確保する方式)を利用した小型プレスの開発や、自動送給装置が内蔵された本質安全プレス機械等を考えている。このようなプレス機械の実現は実際には難しい面もあるが、検討してみる価値はあろう。

表12 英国におけるプレス災害の発生状況  
(金型による災害に限る、文献から引用)

年	プレス(機械式プレスブレーキを除く)	機械式プレスブレーキ	合計
1965	386	55	441
1966	300	42	342
1967	196	34	230
1968	199	35	234
1969	212	33	245
1970	169	34	203
1971	136	23	159
1972	125	28	153
1973	121	31	152
1974	127	18	145
1979	46	2	48
1983	22	5	27

3) 安全装置が使用できない作業

既に補足17でも述べたように、プレス作業の中には、機械プレスによる長尺物の端末加工やプレスブレーキによる製品の二次加工のように、既存の防護装置によっては安全の確保が困難な作業がある。特に、前者では、手で加工材の端末を保持しながら作業を行う形態(例えば長尺材の打ち抜き加工など)が残存しているために、光線式安全装置を不使用とせざるを得ない。

このような作業形態は、本来、金型の改善等によって危険作業が生じないようにするのが当然であるが、中小零細企業の多くが親会社からの金型の供給を受けて作業を行っている現状では、このような作業に適合する安全装置(例えば、品種に応じて開口部の大きさを自動的に調節する調節ガード)を開発し、これを実際の作業に適用していくことが必要であろう。

また、機械プレスによる長尺物の端末加工やプレスブレーキによる製品の二次加工では、人体と製品(物体)を区別する技術の開発によって、災害を大幅に減少できる可能性がある。従来、この区別には画像処理装置等を用いる場合が多いが、人体と物体をフェールセーフに弁別するには、レーザー光等の非接触手段を用いたフェールセーフな三次元空間探索技術等の確立も重要である。

さらに、実際のプレス機械への適用にあたっては、上記の機能を適切に組み合わせた人体識別機能付き自動調節ガードの試作等も必要と考えられる。これらは、今後の技術課題として当所でも検討していく予定である。

参考文献

- 1) 日本規格協会、英国安全規格 BS 5304 (1988) pp.48-49
- 2) 日本機械工業連合会、米国職業安全保健基準(OSHA)の翻訳(中巻)(1990) p.147
- 3) プレス作業と安全、中央労働災害防止協会(1990) p.202
- 4) 動力プレス機械型式検定ガイド、産業安全技術協会(1990)
- 5) プレス機械の安全装置型式検定ガイド、産業安全技術協会(1990)
- 6) (社)日本鍛圧機械工業会、鍛圧機械の海外技術動向調査報告書(1989) p.16

(平成8年10月14日受理)