

プレス機の『安全』はこう変わる！

株式会社小森安全機研究所 小森 雅裕

最近のプレス安全をとりまく環境

2005年10月に労働安全衛生法が改正された。

事業者に対し「リスクアセスメント」が努力義務化され、危険性または有害性等の調査を実施した上で、その結果に基づいて労働者の危険または健康障害を防止するために必要な措置を講じなければならない、ということが明記された。(労働安全衛生法28条の2)

そして機械安全を進めるために、危険性または有害性の調査等に関する指針(2006年3月制定)と機械の包括的な安全基準に関する指針(2007年5月改正)が公表された。これによりプレス業界でも、事業者や製造者は労働者の身体の一部が危険限界に入らない措置だけでなく、さまざまな潜在的危険性にまで対策をすることが必要になってきた。機械安全への窓が開いたことになる。

また、この記述が本紙に掲載される頃には、「新しいプレス安全対策」の策定による具体的な方向も見えてくると思われる。

最近のプレス災害の推移を見ると、昭和58年からの22年間では年平均4475件あった災害が、平成19年には981件になっている。3494件80%の減少であり、安全に対する大きな変化が見られたことになる。(参照※1、2)

その主要因を上げてみると、第1はポジティブクラッチプレスの災害が10分の1に激減したことである。事業所自

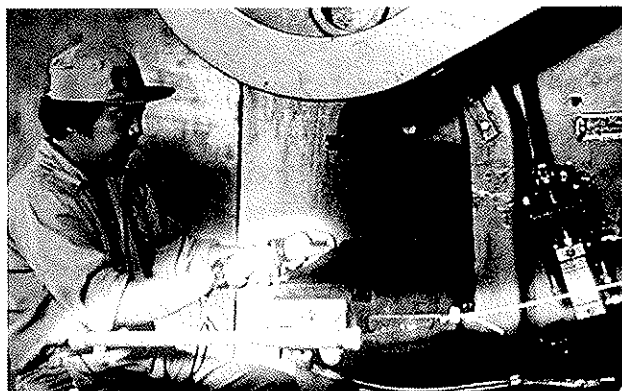


写真1
プレス加工事業場例

体の数が激減したことも事実であるが、小規模の事業所が減少し、比較的新しい設備を擁している中大規模の事業所が加工の中心になっていると言える。

第2はフリクションクラッチとポジティブクラッチプレスの災害が同程度になったことである。2種プレスの災害発生頻度が同程度になったと考えられる。すなわち、昨今まで言い継がれてきた「フリクションクラッチで急停止機構があれば安全！」という短絡した考え方は通用しなくなってきたことが、はっきり伺える。

しかしながらプレスブレーキの災害はほとんど減少しておらず、その比率は全体の4.3%から15.3%にまで増加してしまった。曲げ作業に対する適正な安全対策が取られなかった結果と思われる。

そして、災害発生要因を分析すると、安全装置が原因となる災害が大部分であることに注目しなければならない(表1、2)。

安全装置の不備が67%もあり、原因のかなりの部分を占めている。そのうち、

42.2%は安全装置を使用していない現場での災害であり、「なぜ使用しないのか？」という疑問が残る。安全装置を使用しない理由として、「生産性が落ちる」23.7%、「材料を両手で保持するため使用できない」7.6%、「安全装置を無効にして復旧を忘れた」5.4%、「金型交換試打ち」2%、が上げられている。

安全装置が使用できないケースのうち、「材料を両手で保持する」場合などについては、中間光軸を無効にするブランキング装置が「安全装置」として認可されれば、災害防止が可能になるケースであり、欧米では既に何年も前から認可されている(近々に予定されている法改正では、ブランキング装置が認可されると聞いている)。

また、安全装置を使用しているにもかかわらず発生したケースとしては、「防護範囲不足(縦の領域)」17.6%、「安全距離不足(横の領域)」3.3%、「改造による無効化」2.2%、「安全装置の故障」1.1%、「手払いの調整不良」0.2%、となっている。

現象	件数	%	一次要因	件数	%
挟まれ	431	93.7	安全措置なし	27	5.9
			安全囲いの不備	5	1.1
			安全装置の不備	306	67
			不適当な行程の選択	26	5.7
			故障(安全装置以外)または誤動作によるスライドの二度落ちなど	20	4.3
			周辺装置からの信号によって突然機械が起動	4	0.9
			他の作業者が誤って機械を起動	8	1.7
			手工具の不使用	4	0.9
飛来・落下	28	6.1	その他 不明	43	9.3
			金型の破片が飛来	4	0.9
			材料・加工物の飛来	2	0.4
			金型が落下	20	4.3
その他不明	1	0.2		1	0.2

表1：災害事例の分析結果（一次要因）

一次要因	件数	%	二次要因	件数	%
安全装置の不備	194	42.2	安全装置を使用できるが、生産性が落ちるので使用しない	109	23.7
			材料を両手で保持するため使用できない	35	7.6
			金型交換・試し打ちで安全装置無効	9	2
			安全装置を無効にして復旧を忘れた	25	5.4
			防護範囲不足	81	17.6
			改造による無効化	10	2.2
			安全距離不足	15	3.3
			安全装置の故障	5	1.1
調整不十分 手払い式	1	0.2	安全装置の下から侵入した	48	10.4
			安全装置の側面から手が入る	20	4.3

表2：災害事例の分析結果（二次要因：安全装置の不備）

防護範囲については以前から指摘されていたことであり、30余年前と現在では安全に対する考え方そのものも大きく変化している。当時は手が危険限界に真横から入ることだけを想定していたので、「プレスストローク長さ+スライド調節量の合計範囲」を防護すれば足りるという考え方であった。しかしながら、この範囲では手が斜め下から入ってくる場合には検知できないことになる。同様に防護高さの上面からも手が入る可能性もある。

今後はより大きな防護高さが必要となることは言うまでもない。本来は作業者の手の動きや背の高さなど、防護される作業者の人間工学的な見地からその範囲

が決定されなければならないが、「プレスストローク長さ+ダイハイトの合計範囲」を防護することが、最低限の防護高さではないだろうか。この防護高さの変更については、即刻実施すべきことと考える。

災害が減ったとはいえ、平成19年のプレス災害981件を年間270日稼働で考えた場合、未だに1日3~4件発生していることになる。決して少ない数字ではない。

災害の全体件数は減少傾向に移行しているものの、これからのプレス災害防止対策は機械安全の思想を積極的に取り入れていく必要がある。すぐに実施すべきことと、段階的計画による実施の区別は

あろうとも、現状に合わせ着実に進めていかなければならない段階に入ってきたと考える。

1995年に発令された欧州の機械指令は、現地では大きな効果を上げた。しかし、考え方と状況の違う日本では、欧州機械指令をそのまま導入することは容易ではなく、法改正に当たっても概念の適用化が難しかったと聞いている。しかし、災害発生に未だ大きな数値が残されている以上、新たな取り組みをしなければならぬことは当然のことである。

機械安全はグローバルな要請であり「待ったなし」なのであるが、日本のプレス事業所に欧州の考え方を早急に導入することは容易ではない。本来は、日本流の機械安全対処という考え方は邪道だと思ふのであるが、現場の事情を熟考し弊害を生じさせないようにゆるやかな導入を検討し、独自のスタイルを構築するべきと考える。

日本では、一度導入に踏み切ると徹底的にその実施を行ない、むしろ先進的な環境を作っていくという国民性があることは、万人の知るところである。

新しい時代における安全要求事項

プレス安全対策の具体的な内容について少し触れてみたい。

①防護領域の考え方

機械安全で最も重点的に考えていかなければならない要求事項に「防護すべき領域」がある。

労働安全衛生規則第131条では、「労働者の身体の一部が危険限界に入らないこと」が要件とされている。つまり、当該作業員だけへの危険対処が必要、との内容であるが、機械安全の考え方では作業員だけではなく、その作業に関連する第三者をも含めた全員が防護の対象になってくる。作業点防護 (point of operation) だけではなく、全周囲防護が基本的に必要なのである。この観点のもとに開口部の大きさや接近距離の概念

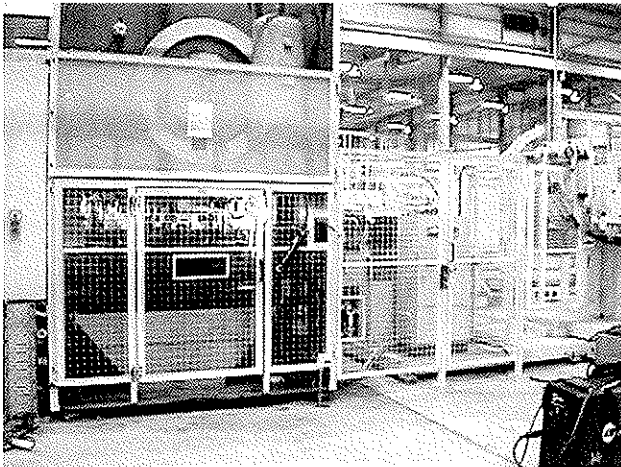


写真2：プレスシステム後面防護例

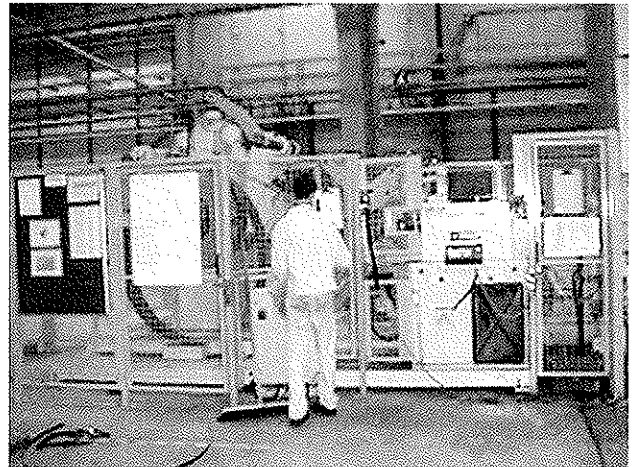


写真3：周辺機器防護 フィーダーフェンス

が詳細に決められることになる。「労働者の身体の一部が危険限界に入らない」という従来の作業正面危険限界だけではなく、機械側面や後面、さらに周辺機器の部分まで覆うことが必要となってくる。

プレス作業では、作動スライドに対する危険だけではなくその他の危険性、接触危険や巻き込まれ危険のすべてを勘案して防護が行わなければならないのである。リスクアセスメントを実施すれば当然指摘される内容であり、当然といえば当然かもしれないが、従来の考え方とは著しく異なる部分である。

筆者は、1999年にイギリスの日系合併企業ユーザーを見学したが、このユーザーで驚くほどの全周囲防護の現状を眼にしたことがあった。これほどまでに

厳しい防護を見たことはなかった。しかも、ここまでの防護をしても作業上の問題はさほど感じないという日本人工場長の感想にも驚いた。防護装置が作業の邪魔になるとか作業がし難いというのは、先入観なのかかもしれない。

自動化されたコイルラインであるが、プレス機械本体、送り装置、リールスタンドやコイル交換装置の全体を高さ1.8mの防護柵で完全に囲い、誰もその内部に侵入できないようにしてあった。もちろんガードロック装置も完璧であり、鍵自体も複数持つことができないようなシステムが構築されていた。単なる鍵の保管だけではなく、システムとして鍵を管理するキーステーションも装備されていたのである。(写真2、3)

3000トンプレスの側面は、防護ガ

ードというより、防護ハウスのような構造であった(写真4)。プレス上部に上がるための梯子にもドアスイッチが取り付けられており、ドアを開けると非常停止(電源停止)がかかる(写真5)。ムービングボルスタにも移動空間に検知用レーザースキャナーが1個だけでなく複数個(写真6では4個)設置されていた。第三者に対する危険性への対処の厳しさに驚いた(写真6)。

最近のJRや地下鉄の駅では、転落防止用のホーム柵が設置されるようになった。最初は随分大げさだと感じたが、慣れてくると転落防止用ドアがないと危ないと感じるようになってきた。

シンガポールの地下鉄では、もう20年も前からホーム柵が設置されていて、とても安心感があった。最近のJRの柵

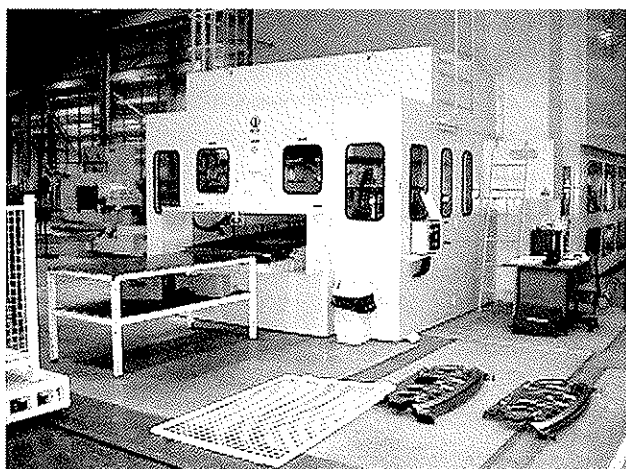


写真4：プレス側面 & 周辺機器防護

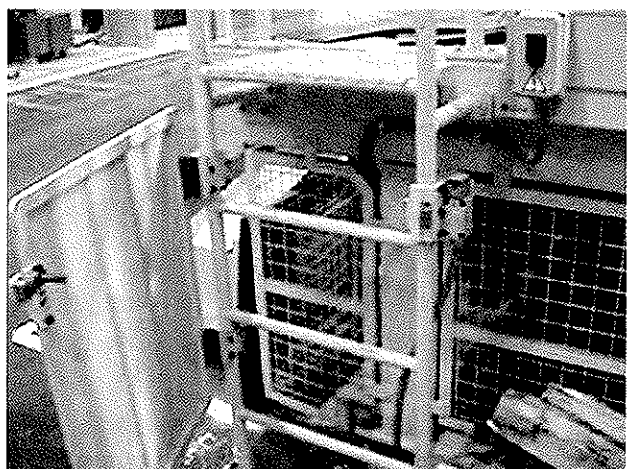


写真5：ドアスイッチ

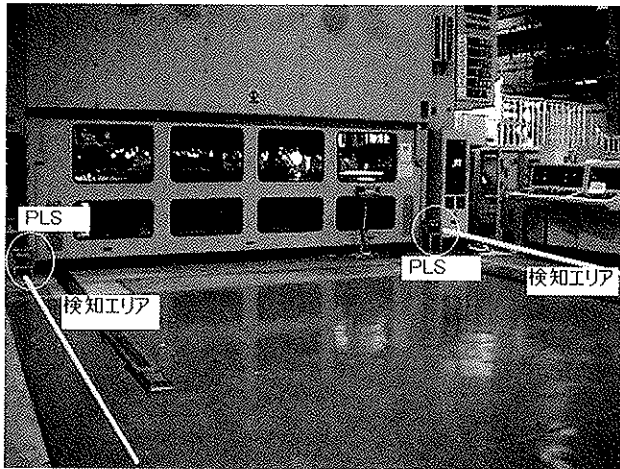


写真6: ムービングボルスタ移動検出用レーザースキャナー

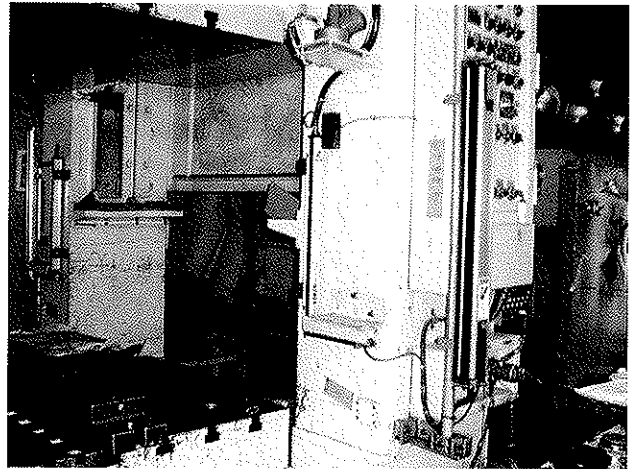


写真7: 補助光軸

はデザインも悪くないので違和感がなくなって新たな安心感が生まれている。

感覚というのは不思議なものである。この感覚は筆者だけではないと思う。

プレス機械の危険限界も、このように防護されるようになってくるように感じた。C型フレームプレスの前面が完全に防護され、「昔は完全なオープンスペースだった」などと言われるような時代になるかもしれない。

事実、PSDI式安全装置（制御機能付光線式安全装置：Presence Sensing Device Initiation）などで全周囲を防護してみると、時間が経つにつれ慣れてくるので違和感がなくなる。作業者からも「別に問題ありませんよ！」という感想を聞いている。安全に慣れる環境を作り出したいものである。

②光線式安全装置などの防護範囲

—防護領域の不足（欧州との比較）—

災害発生二次要因の中に「光線式安全装置の防護範囲不足（縦の領域）」17.6%、「安全距離不足（横の領域）」3.3%、というデータがある（表2）。

縦と横の両方が「欧州の機械安全」の防護領域とは大きく異なっている。前述のイギリス日系合弁企業での縦の防護領域は1.8mであった。なぜ地面から防護しなければならないのか、身長よりも上まで防護しなければならないのか、理解に苦しむところであるが、現実である。

スライドの危険を防護するのではなく、機械の稼動部分すべてを囲うという発想と、考えられる。また、横方向も補助光軸をほとんどのプレスが設置しており、空間が75mmを超えると必ず補助光軸が必要となっていた（写真7）。

日本の光線式安全装置は、手と指の侵入だけを検知することになっているが、EUではそれぞれの検出部位に応じた検知装置の設置が義務付けられている。

光線式安全装置の検出物体からみると、①手や指はほぼ同じ検出能力であるが、②腕や足を検知する光軸間隔が300mm程度のもの、③体の侵入を検知する光軸間隔が500mmのものなど、検出対象によりさまざまな機種が安全装置として検定されている。

さらにこれらの光線式安全装置はプレスだけではなく、その他の機械（工作機械や自動組立機械など）にも適応すべきものとされている。したがってEUの光線式安全装置の出荷台数は、年間10万台以上に及んでいる。大量に設置が進んでおり、機械全般における安全への考慮がなされている現状にある。

また大型プレスでは、ボルスタ内部の検知装置も設置されている。そして、ムービングボルスタには、その移動領域全体にレーザースキャナーが設置されていたことは前述の通りである。

日本国内における大型プレス設備には、現在同等の法的防護義務はなく、一

度災害が起きると大きな災害（死亡災害になることもあった）になってしまうことがある。これからの重要なテーマである。光線式安全装置の防護対象は、まだまだたくさんありそうだ。

プレスブレーキの安全対策

プレスブレーキによる災害発生比率が3倍以上になっていることは既に明らかである。なんらかの対策が必要だが、従来プレスブレーキの安全装置といえば、安全距離を勘案して設置された光線式安全装置のみであった。2光軸遮断式なども取り付けられているが、実際に作業をしてみると効果を発揮することが難しい。手で材料を押えているために「安全距離」の導入がネックになるのである。

それに反してEUでは、いち早くレーザー光線を使った指先の侵入検知装置を実用化して普及させている。新しく製造されたプレスブレーキには、販売段階からレーザー式安全装置が必須ともなっている。

この装置は、プレスブレーキのスライド（ラム）にレーザー光線を取り付け、スライドと一緒に移動させて指先を検知するものである。写真8に示す単光軸方式のものと、写真9に示す多光軸方式の機種がある。従来までの発光ダイオード方式ではなく、レーザー光線を用いるこ

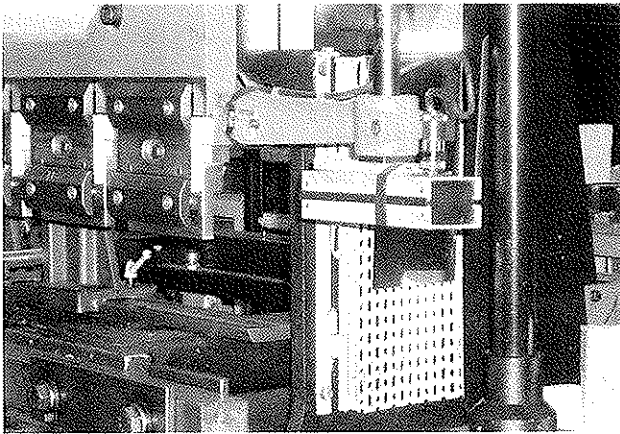


写真8：単光軸レーザー方式

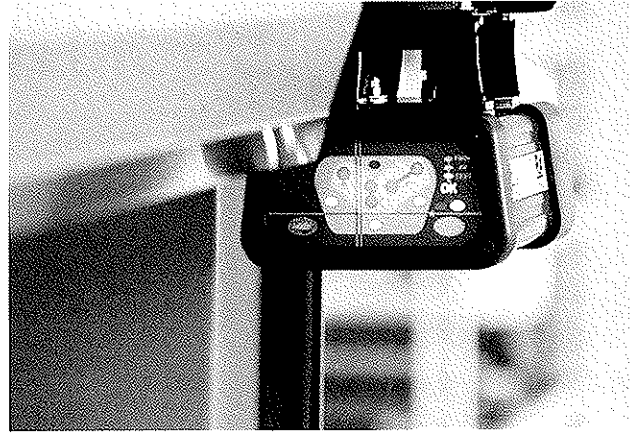


写真9：多光軸レーザー方式

とで指先の微細な動きを検知するようにしたものである。

プレスブレーキの作業は、一般のプレス加工とは異なり、材料を保持する必要があるため指先がかなり危険限界に接近してしまう。さらに作業が多様化しており、一次曲げ、二次曲げ、箱曲げなど各種の作業に効果を発揮しなければ実用化にならない。さらにほとんどの作業が足踏み操作であることも多大な災害発生になった要因でもある。

このような環境の中、EUで規定されたスライド（ラム）の「低閉じ速度機構」の導入は、大きな効果を生みそうだ。

起動時には高速でスライド（ラム）が下降してくるが、曲げ作業に入る直前で指先が挟まれる間隔（6mm）になった時、一度停止を行わせたり、微速運転（10mm/秒）に切り換えてから実際の加工に入るようにするというものである。機械式クラッチの機械では速度の切り換えは難しいが、油圧式プレスブレーキでは切替バルブの増設などを行うことで、またサーボプレスブレーキでは容易に速度変換が可能である。一旦停止することが生産効率の低下になるので、必ずしも歓迎されていないようであるが、安全上の効果はかなり期待できるのではないだろうか。

日本国内の某県において、平成16年から18年にかけて発生したプレスブレーキによる17件の災害発生状況には、以下のような傾向が見られた。

- ①全ての災害は足踏み操作であった。（材料を手で保持する）
- ②スライド（ラム）下降中に、手を入れて挟まれた。（17件中11件 65%）
- ③誤ってフットスイッチを押してしまった。（17件中5件 30%）

この状況を見る限りでは、EUで採用されているレーザー式指先検知装置の設置や低閉じ速度機構の導入は、かなり効果が上がると思われる。

安全はオペレータマスター

欧州での工場見学を1999年に行った時は、日本にもすぐにこのような時代がくると実感したが、なかなかそのようにはならなかった。既に10年以上が経過しているが、やっと本質的な機械安全の考え方が始まることになる。基本的に安全なもの、安全機能が充実していて壊れても安全側に働くこと、予期せぬ危険にまで対処すること、などが重要な安全要求事項となってくる。

プレス作業を自動化する時常に話題になることに、プレスマスター・フィードマスターという考え方がある。システムを構築する時にプレスの動きを主体にして周辺装置の動きを構成するのか、フィーダーの動きを主体にしてシステムを構成するのかという違いである。どこに中心を置くのかによってシステムの構成が異なるわけである。

プレス作業の安全を推し進めるに当たっては、誰もケガをしない状況作成や災害が発生しないプレスシステムの構築が要求される。しかしながら、この考え方を進めていく場合には、オペレータマスターという考え方が必要である。作業がしづらいシステムや加工が難しいプレスでは、長い時間が経過するとその機械やシステムは淘汰されてしまう。欧州における機械安全の考え方は非常に重要であるが、オペレータの作業性をマスター的な発想として、日本流の手法を考えていきたいものである。

安全な作業を進めるためには、機器の設計を変更していくという考え方も重要である。EU諸国でも使い難い安全囲いは現場では外されている。どこでも同じである。

日本のプレス工場の中では、「労働安全衛生マネジメントシステム」の導入はまだまだ少ないが、日本流のオペレータマスターのシステム構築と労働安全衛生マネジメントシステムの構築を実践していけば、プレス災害の発生件数が年間500件を下回る時期もそう遠くはないものと思われる。

※1：日刊工業新聞 2010年2月11日 プレス機械の労働災害防止対策（上）

※2：日刊工業新聞 2010年2月11日 プレス機械の労働災害防止対策（上）災害事例の分析結果