

株式会社 理研オプテック

プレスブレーキ用 レーザー式安全装置 概要

安全装置を正しくお使い頂くために

AKAS-3pF+AMS3 編

特機事業部

2016/04/27

平成 23 年 7 月 1 日より改正施行された安全装置構造規格により新たに認可されたプレスブレーキ用レーザー式安全装置の正しい理解および使用方法を解説します。

AKAS-3pF と AMS3 の併用タイプ（CB 含む）向け

目次

1	レーザー式安全装置概要.....	3
1-1	型式検定.....	3
1-2	防護される災害.....	3
1-3	対象となるプレスブレーキ.....	4
2	AKAS 動作原理.....	5
2-1	監視光線の配置.....	9
2-2	速度切換位置の決定.....	9
3	実際の監視動作.....	10
3-1	低閉じ速度以外での閉じ運動中.....	10
3-2	ブランキング開始地点.....	10
3-3	ミュートイング地点.....	11
3-4	曲げ加工完了.....	11
3-5	指定位置以外での低閉じ速度切換が行われた場合.....	12
3-5-1	指定位置よりも材料から近い位置で速度切換設定が行われた場合.....	12
3-5-2	指定位置よりも材料から遠い位置で速度切換設定が行われた場合（低速要求動作を含む）.....	12
4	作業環境がレーザー光に及ぼす影響.....	13
4-1	かげろう（気象現象）および取扱説明書 5 ページに関して.....	13
4-2	かげろう（気象現象）時の高さ調整方法.....	14
5	安全作業の重要性.....	15

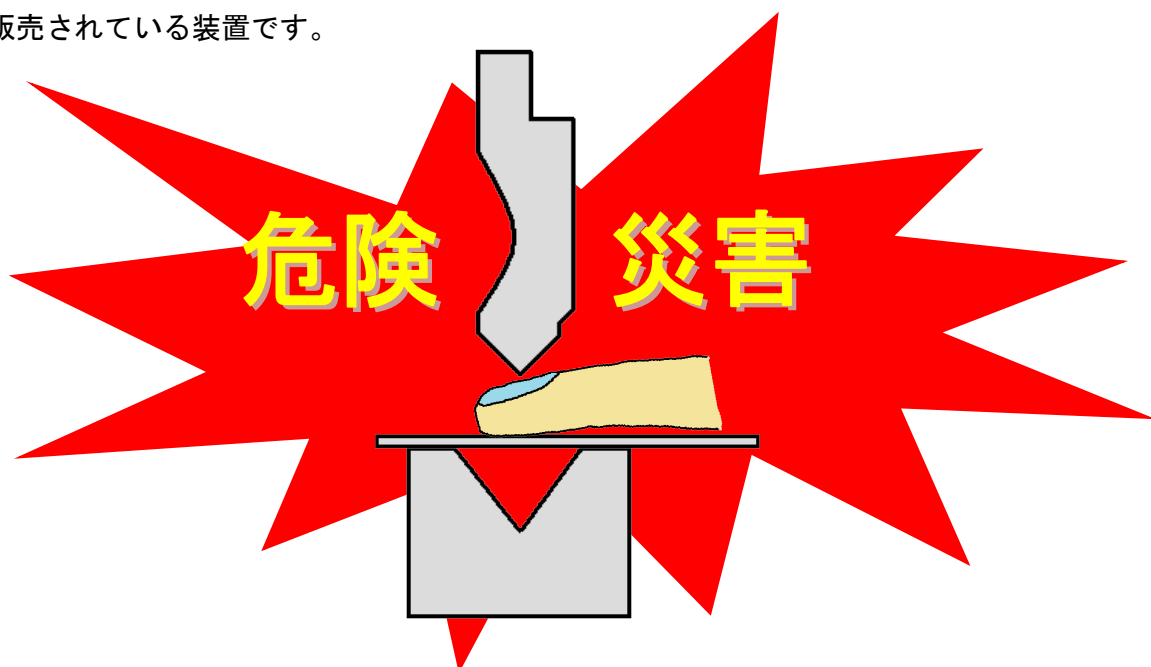
1 レーザー式安全装置概要

1-1 型式検定

レーザー式安全装置は労働安全衛生規則に基づき平成 23 年 7 月 1 日より改正施行された構造規格により定義されたプレスブレーキ専用の安全装置です。

1-2 防護される災害

レーザー式安全装置は人体が上型と下型に直接挟まれる災害を防止する目的で設計開発販売されている装置です。

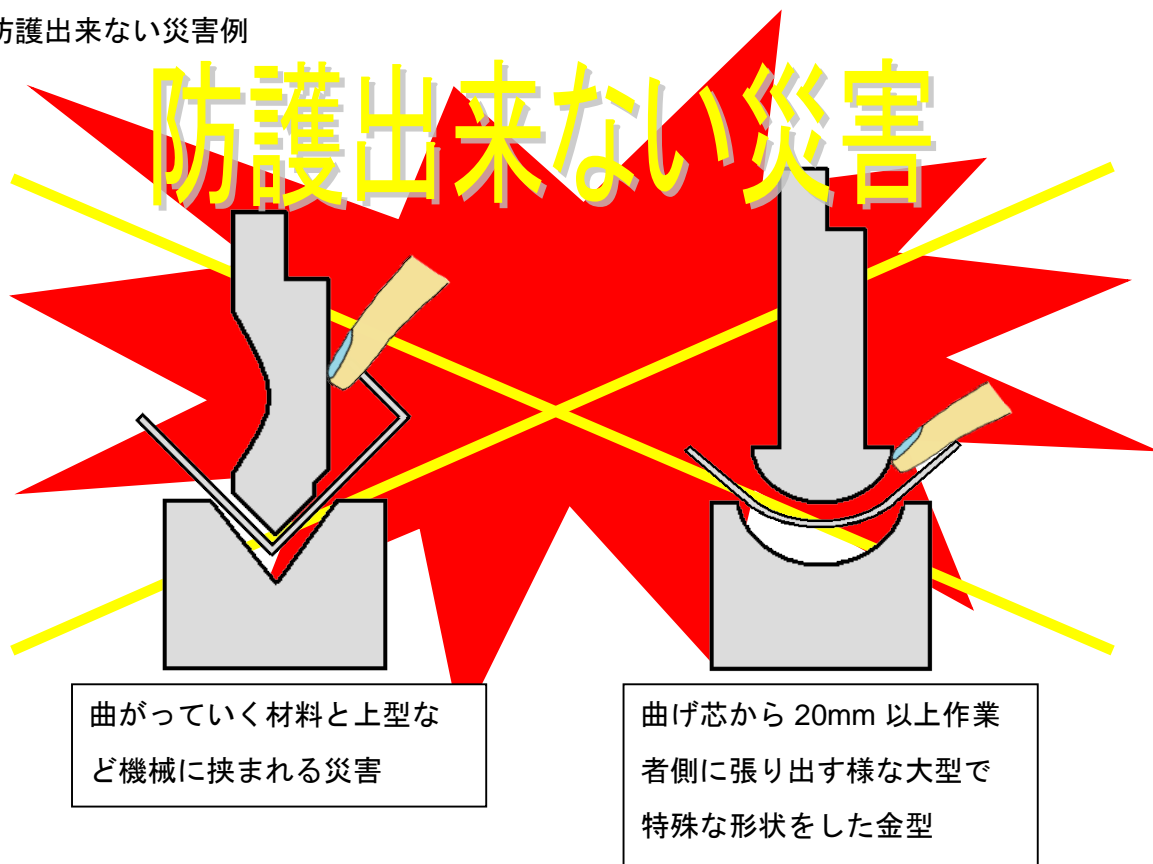


これは、この形の災害がプレスブレーキに於いて最も重大な災害に成りえると考えられているからです。

従って、この形以外のプレスブレーキによる災害に対してレーザー式安全装置は安全対策とはなりません。

**レーザー式安全装置だけで全ての
作業安全が確保される訳ではない**

防護出来ない災害例



1-3 対象となるプレスブレーキ

- 急停止距離（慣性下降値）が 11mm 以内
- ホールドトゥランによる低閉じ速度（10mm/sec 以下）運転が可能
- 低閉じ速度切換位置の任意設定（機械設定）が可能
- ラム位置情報信号（SP 信号）の出力が可能¹
- 安全装置からの要求により低閉じ運転に切り替え可能（低速要求機能）

など、上記条件を満たした機械に限られます。

¹ ラム位置情報出力装置（AKAS 周辺装置・別売り）による代替可能

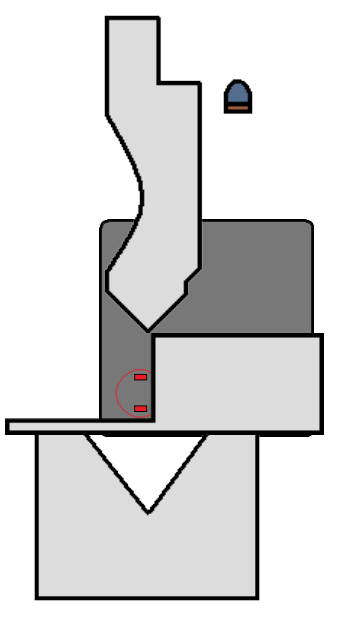
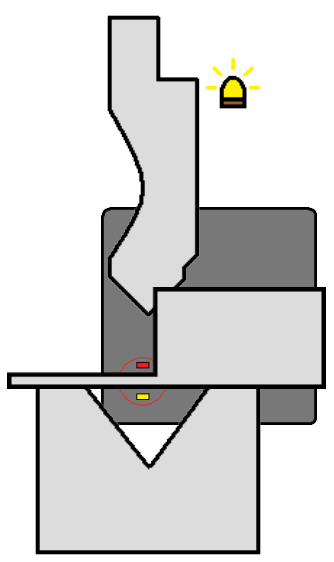
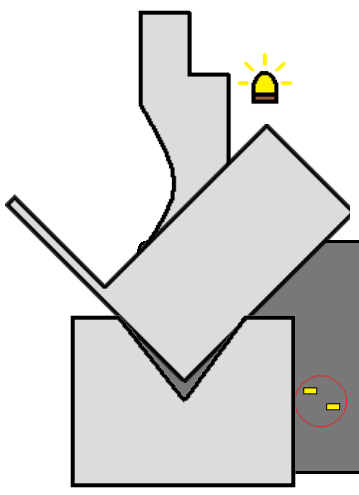
2 AKAS 動作原理

AKAS は ESPE（電氣的検知安全装置）です。投光器がレーザー光線を発光し、受光器がレーザー光線を受光する場合においてラムの閉じ運転を許可し、ラム閉じ運転中にレーザー光線を受光出来ない瞬間が存在した場合、直ちにラム閉じ運転を中止させます。

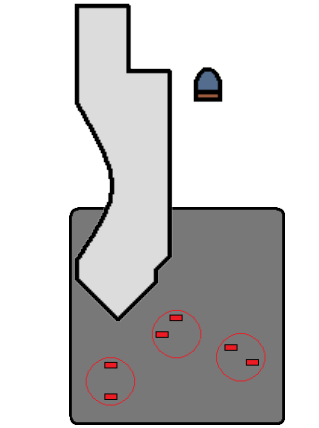
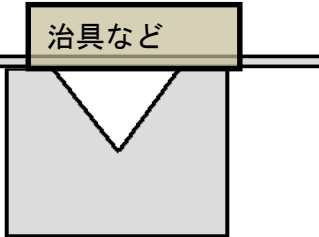
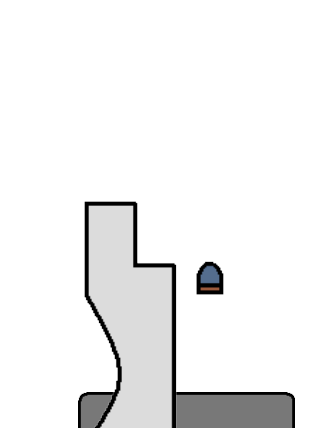
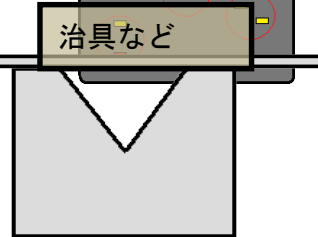
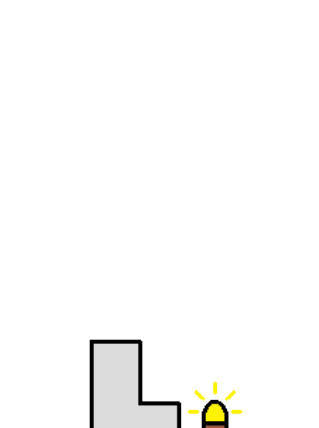
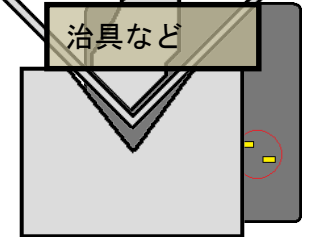
ラム低閉じ運転時、AKAS は曲げる材料に近い監視光線窓（受光窓）から順次無効になっていき、全ての受光窓が無効化（ミュートイング）されることで上型が材料を押し曲げて行きます。

通常モード		
<p>ラムが高速で閉じている間は全ての受光窓が監視状態にあります。E2のみ材料検出光軸として機能しますので、遮光停止には至りません。</p> <p>E2が材料を検出（材料によって遮光）してからE1が遮光されるまでの間にSP信号をoff→onに切り替えなくてはなりません。</p> <p>ラム速度 > 低閉じ速度</p>	<p>材料検出（E2遮光）後、SP信号が入力されるとE1,E5,E6光軸が無効になります（ブランキング状態）。</p> <p>E4（パンチ側）はSP=ON後27msec監視を維持します。</p> <p>E3（オペレータ側）は監視継続中です。</p> <p>ラム速度 > 低閉じ速度</p>	<p>ラムが低閉じ速度に切り換わる（SG信号on）とE3が無効になり全光軸無効（ミュートイング）となります。</p> <p>ラムの停止能力によりますが、この方法によりパンチをより材料付近まで通常速度で接近させることができます。</p> <p>ラム速度 = < 低閉じ速度</p>

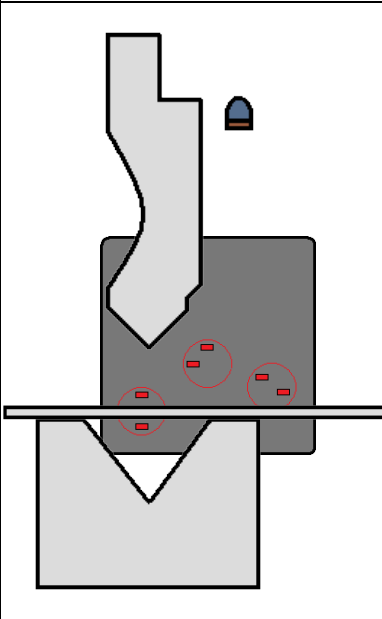
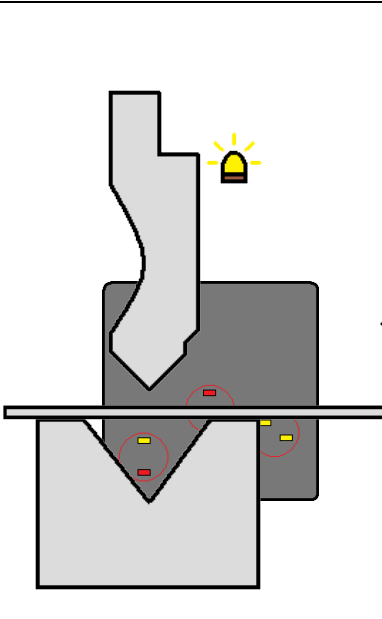
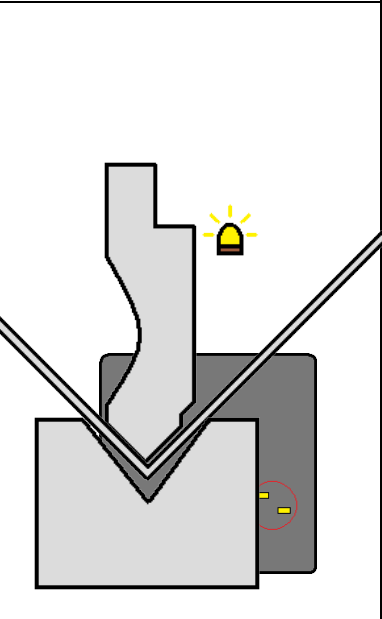
ボックスモード（箱曲げモード）

		
<p>箱曲げモード時、パンチ直下の受光窓 E1,E2 以外は最初から無効状態でラムが閉じます。ラムが低閉じ速度に切り換わった地点で材料に近い監視光線が無効になります。</p> <p>従って、低閉じ速度切換地点は板曲げモード時とは別に設定される必要があります（AKAS 光軸配置表参照）。</p>	<p>ラムが低閉じ速度に切り換わってから 5mm 材料に近づいた地点で上型に近い受光窓が無効になります。</p> <p>この時、全ての受光窓が無効となりミュート状態が始まります。ミュート状態開始とともに、ミュート中（レーザー光線による監視が行われていない）を知らせるミュートランプが点灯します。</p>	<p>ミュート（レーザー光線による監視が行われていない状態）により、材料や下型にレーザー光線が遮光されてもラムは閉じ運動を中止する事無く材料曲げ加工を継続、完了する事が出来ます。</p> <p>ラムが開き運動に切り換わったらミュートも自動で解除され、次回のラム閉じ作動時はレーザー光線監視が始まります。</p>

レーザー光線による監視中は光線遮光により機械のラム閉じ運動を中止させ、低閉じ速度による閉じ運動が始まったらミュートプログラムに従って光線を無効化していきます。ミュート中はレーザー光線を遮光してもラム閉じ運動は中止しません。

低速要求システム（ノーマル状態）		
 	 	 
<p>材料位置決め用の治具を使用した作業などで、材料より先に治具がレーザー光線を遮ってしまう様な場合、遮った箇所でラムが急停止します。（安全装置が作動する）</p> <p>ラム速度 > 低閉じ速度</p>	<p>この状態（レーザー光線遮光状態）のまま閉じペダルを再度踏みなおすと、安全装置は機械に低閉じ運転を要求する信号を出力します。</p> <p>ラム停止中</p>	<p>閉じペダルを踏み直した位置からラムが低閉じ速度で閉じ、安全装置はミュートとなり曲げ加工できます。</p> <p>ラム速度 = < 低閉じ速度</p>

材料のフランジが曲げ芯を跨ぐ場合など、高速閉じエリア内でレーザー光線をどうしても遮ってしまう場合、ラム急停止後に閉じペダルを踏みなおす（再踏み）事で、その場から低閉じによる作業再開を行えます。これが低速要求システムです。この状況は低閉じ速度とはいえ指など人体を挟む隙間があってもミュート（光線無効）になりますから作業に注意が必要です。

低速要求システム（ショートストローク作業）		
		
<p>大きなR曲げ加工時などで行われる、短ストロークで刻んでいく作業の場合、ラム開端位置がすでにE2（材料検出用受光窓）を材料によって遮っている場合があります。この時は、閉じペダルを踏んだ時点で低速要求システムが起動します。</p>	<p>低閉じ速度でラムが起動し、ミュートングしています。</p>	<p>ラムが低閉じ速度で閉じ、安全装置はミュートングとなり曲げ加工ができます。</p>
ラム速度 < 低閉じ速度	ラム速度 < 低閉じ速度	ラム速度 < 低閉じ速度

E2の遮光位置はおおむね以下の通り

E2 遮光位置（材料上）＝隙間Z＋約6mm

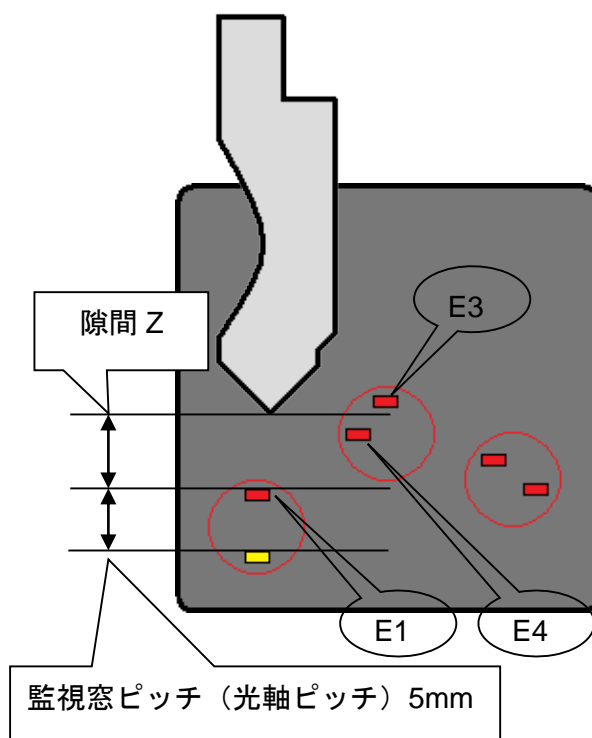
ショートストローク作業時はE2遮光位置よりも材料から離れた位置を開端とすれば低速開始位置を通常通りに出来るため、作業時間が長くなりません。

2-1 監視光線の配置

隙間 Z は機械の停止能力（急停止距離）に依存します。AKAS は 11,9,8,7,6,5,4mm の 7 パターンで設定出来ます。急停止距離が 11mm であれば AKAS の設定を B(11mm)に、7mm であれば AKAS を E (7mm) に設定します。

AKAS 光軸配置表 (単位 mm)				
AKAS 設定	隙間 Z	最大急停止距離	SP 出力位置	低速切換地点
—	設定値	測定値	推奨値	
B	11	11	14 (21)	7 (21)
C	9	9	12 (19)	6 (19)
D	8	8	11 (18)	5 (18)
E	7	7	10 (17)	2 (17)
F	6	6	9 (16)	2 (16)
G	5	5	8 (15)	2 (15)
H	4	4	7 (14)	2 (14)

カッコ内数値は箱曲げモード時の推奨位置
 SP 出力位置、低速切換地点とも
 推奨値は材料上面からパンチ先端までの距離を指しています。



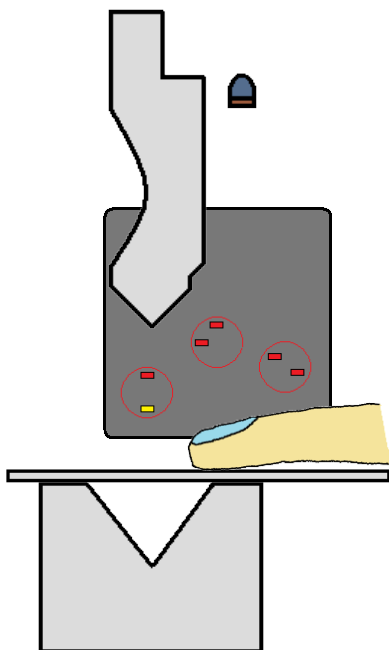
2-2 速度切換位置の決定

低閉じ速度以外の閉じ運動中は E2（黄色）を除く全ての監視窓が有効に機能します。E4 は SP=on から最大 4mm (27msec) 有効です。E1 と E4 の光軸ピッチが 4mm です。E4 と E3 の光軸ピッチも 4mm です。従って、E2 遮光から SP 出力（E1 ブランキング開始位置）さらに低閉じ速度切換と段階を踏んで制御しなければなりません。

表に沿った形で SP 信号、低速切換を行って頂きたいと思います。

3 実際の監視動作

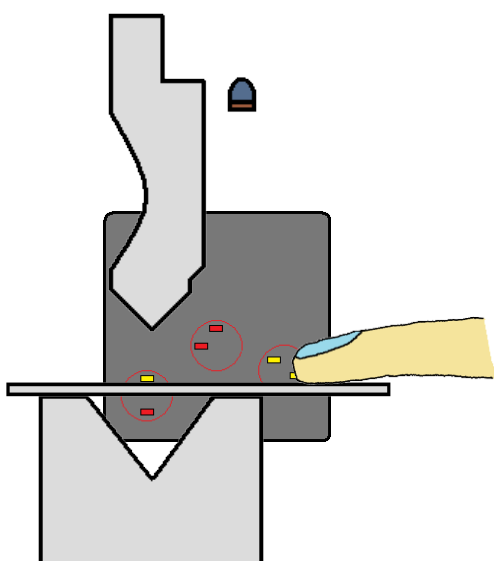
3-1 低閉じ速度以外での閉じ運動中



受光窓を人体が遮る事で受光器はレーザー光線を受光出来なくなります（レーザー遮光）。すると、直ちにラム閉じ運動を中止させます（閉じ停止出力）。停止出力を受けて、ラムが急停止距離分すべり、急停止が完了します。

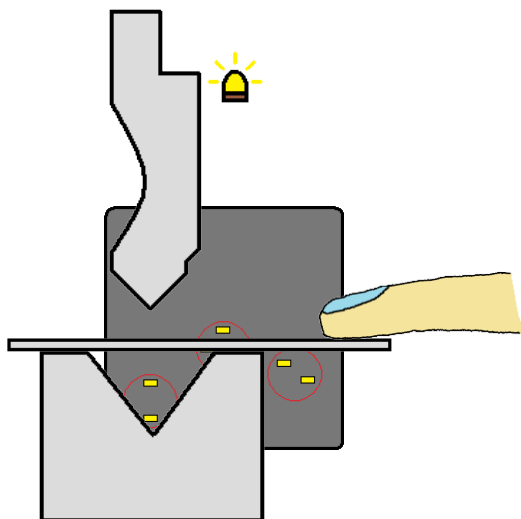
パンチ先端直下のレーザー光線と、さらに2本（合計3本）のレーザー光線が侵入する人体を監視する為、パンチが侵入人体に触れることなく機械は停止します。

3-2 ブランキング開始地点



機械から SP 信号が出力されると、E4、E3 を除いたすべての受光窓は自動的に無効状態となります。しかし最終受光窓（E3）は有効中ですので、この位置で人体がパンチに近づき E3 を遮光すれば安全装置は停止出力します。従ってパンチは材料に近づいている状態であってもレーザー光線に侵入監視されています。

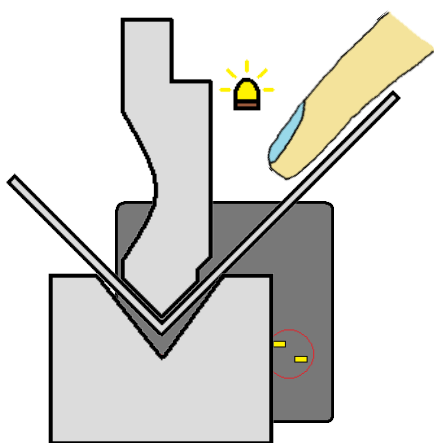
3-3 ミューティング地点



ラムが低閉じ速度に切り換わった位置で最後まで監視を続けていたE3が無効となり、全受光窓が無効状態となります。この状態をミューティングと言います。

この位置まで閉じると、パンチ先端と材料の隙間は最大で2~9mm（設定による）なので、人体の侵入を許す隙間はなくなっています。従って、監視光線が役目を終えても安全に曲げ加工を継続することが出来ます。

3-4 曲げ加工完了

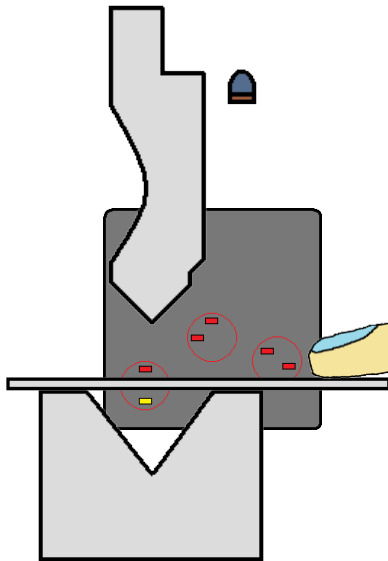


こうして、上型と下型に直接挟まれる危険を排除しながら安全に曲げ加工を行う事が出来ます。

3-5 指定位置以外での低閉じ速度切換が行われた場合

3-5-1 指定位置よりも材料から近い位置で速度切換設定が行われた場合

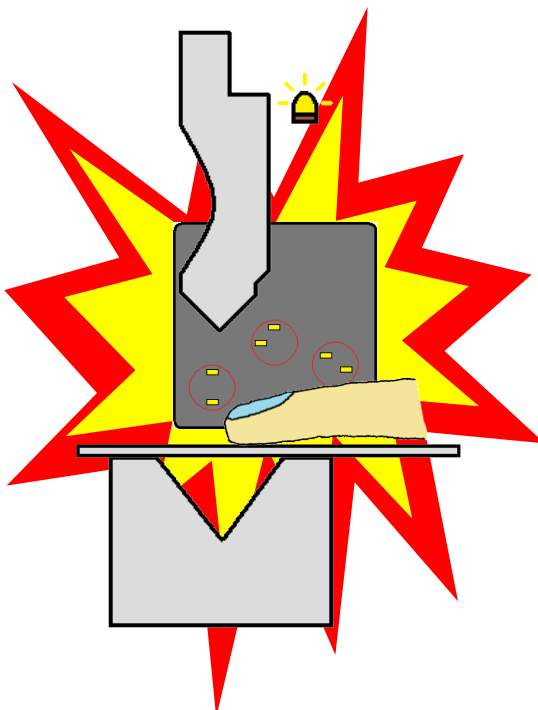
低閉じ速度に切り換わる前に監視光線が材料によって遮光されてしまい（E3 や E4）、ラムは閉じ運動を中止してしまいます。ラム停止後、再度閉じペダルを踏みなおすとラムは低速で閉じ運転を行います（低速要求システムの起動）。



必ず材料付近でラム停止します

3-5-2 指定位置よりも材料から遠い位置で速度切換設定が行われた場合（低速要求動作を含む）

この設定では、低閉じ速度が先に認識されるため、SP信号入力と同時にミュートィングします。通常作業であれば特に問題を生じませんが（SP信号出力位置は最大で材料上14mm。この位置からミュートィングする）、低速要求システム起動中である場合（再踏みによる低閉じ再開）、操作した時点で曲げ終わるまでレーザー監視していないため、低閉じ速度とはいえ挟まれる可能性がある事を十分認識して作業を続ける必要があります。

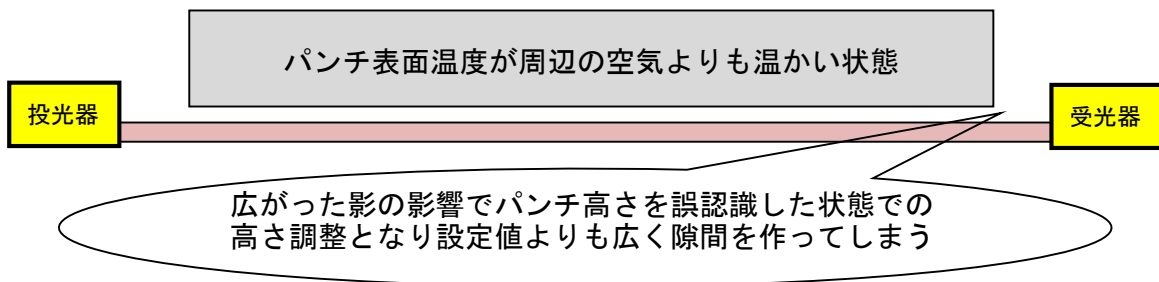
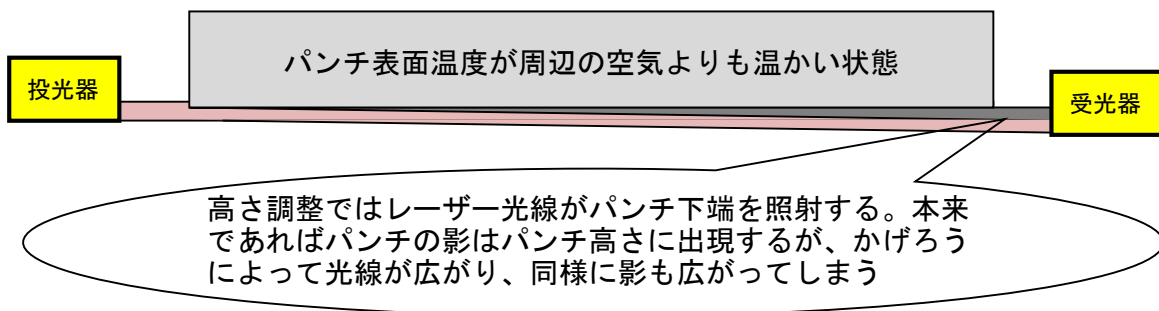
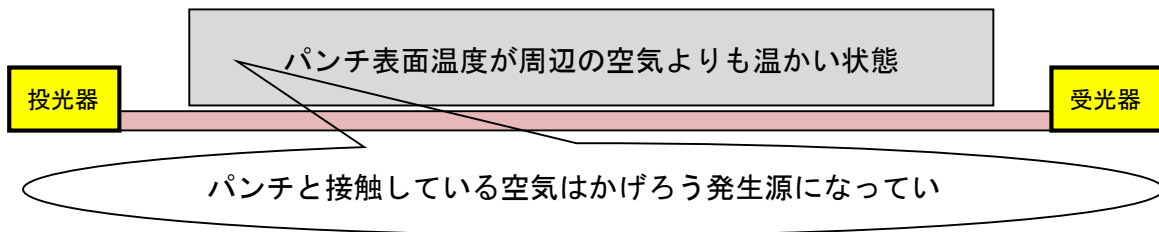


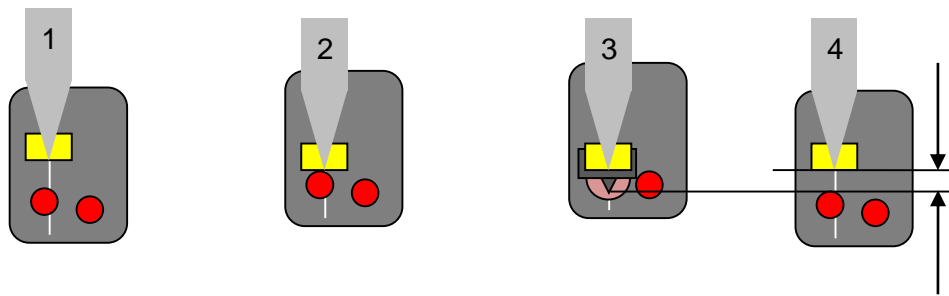
挟まれる可能性があります!!

4 作業環境がレーザー光に及ぼす影響

4-1 かげろう（気象現象）および取扱説明書 5 ページに関して

作業環境は、日没による気温低下などによって気温が上型（パンチ）表面温度よりも低くなる状況が生じる事が有ります。この状況下で自動調整機能（高さ調整）を起動すると、かげろうが発生しパンチの影が揺らいだり大きくなったりします。そのため、設定された隙間Zに調整されず、Z以上に離れた位置で自動調整されてしまう事があります。これは、かげろうによってパンチの影が大きくなる為、パンチの位置を誤認識してしまう事が原因です。





高さ調整時のかげろう現象による調整ズレの様子
影が広がる影響でパンチ高さを誤認識してしまう

取扱説明書の5Pには「レーザー光線は空気流などによって乱れることがあります・・・」と言った注意書きがあり、かげろうによるレーザー光線の乱れもここに含まれます。乱れた状態で高さ調整が行われる事で結果的に本書3-5-1と同様の事態となり、取扱説明書上は「不測、不必要な機械停止」と表現されています。

あくまでも、この現象はかげろうによってレーザー光線が乱れて広がってしまうことで影も広がるのが高さ調整を乱すのであり、通常作業中（監視中）のレーザー光線はかげろう領域を通過しない（レーザー光線はパンチにあたらない）ため向かい合った投受光器間での平行・垂直精度の乱れは起こりません。つまり、かげろうが発生する環境下であっても、安全装置上の安全性能は正常に発揮されています。

4-2 かげろう（気象現象）時の高さ調整方法

かげろう発生時、高さ調整ズレの影響度合いには、パンチ（かげろう発生源）の左端が受光器に近ければ近いほど影響が小さく済むという特徴があります。反対に、遠ければ遠いほど影響が大きくなり、ズレが生じやすくなります。また、温度差が大きければ大きいほど影響も大きくなり、小さくなればズレも小さくなるという特徴も持っています。従って、周辺気温を上昇させる（冬場で工場の出入り口シャッター付近に機械が置かれている場合などシャッターの開閉によって周辺気温が低下した場合、回復するまで待つなど）、パンチ交換時、作業領域全域にパンチをセットする前に、受光器にいちばん近い位置にセットした状態で高さ調整を開始する、など一工夫する事で調整ズレを回避する事が出来ます。

5 安全作業の重要性

レーザー式安全装置はプレスブレーキ作業の特徴から、設置位置を変更出来る形状になっている為、安全性および安全機能を維持する事が可能な設置位置に調整し使用しなければなりません。その為には、レーザー式安全装置に付属されている「取扱説明書」「安全のしおり」を熟読し、「日常点検」「作業前点検」を確実に行っていくことが安全作業を維持するうえで非常に重要となっています。

安全装置は正しく使用する事で作業安全を確保し、作業員や事業主の精神的負担を取り除き、作業品質を高レベルで安定させる土台となります。

プレスブレーキは危険な機械であること、それによる曲げ作業は危険な作業であることを十分に理解したうえで、当該装置などで安全対策を行うことは、危険を管理（排除）した作業つまり安全作業化されることになり、それを継続する事で作業環境が改善され、事業発展の土台を骨太にすることにつながります。

作業を理解し、必要な安全対策を施し、危険の管理・排除された作業環境を整えるお手伝いを弊社では望んでおります。