

添付-6 プレス加工技術座学教材例

DE-11

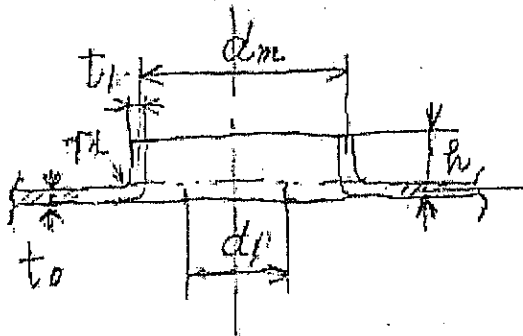
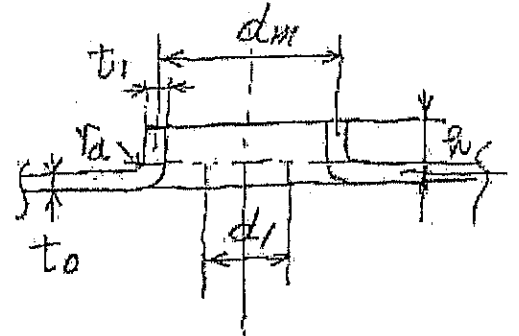
金型技術論 Ⅵ

栗原昭八

(1) 絞り加工に近い成形 (続き)

a) バーリング加工

○ 成形限界

 $r_d < t_o$ の場合 $r_d > t_o$ の場合

◇ 下穴径の計算式

$$d_i = \sqrt{d_m^2 - 4d_m h} \quad r_d < t_o$$

$$d_i = d_m - \left\{ \pi \left(r_d + \frac{t_o}{z} \right) + z(h - r_d) \right\}, \quad r_d > t_o$$

◇ バーリング高さの計算式

$$h = \frac{1}{z} (K d_p - d_i), \quad r_d \text{ が小さいとき}$$

$$h = \frac{d_m - d_i}{z} + 0.43 r_d - 0.28 t_o,$$

 r_d が大きいとき

- 但し、
 d_0 : 下穴の直径 [mm]
 d_m : バーリング平均直径 [mm]
 d_p : パンチの直径 [mm]
 t_0 : 板厚 [mm]
 t_1 : トップの壁厚 [mm]
 h : バーリング高さ [mm]
 K : 係数 [-]

Kの値

d_p/t_0	K
60以上	1.0
40~60	1.0 ~ 1.03
20~40	1.03 ~ 1.08
20以下	1.08 ~ 1.24

◇ 壁厚の減少

$$t_1 = t_0 \cdot \sqrt{\frac{d_0}{d_m}} \cong t_0 \cdot \sqrt{K_0}$$

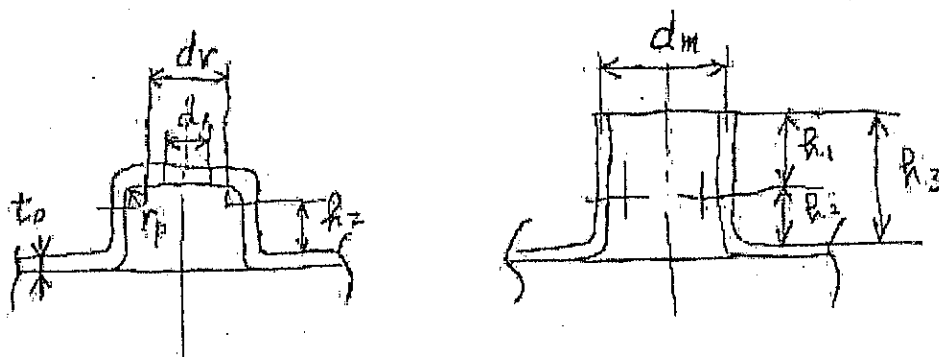
K₀の値

材料	K ₀
軟鋼板	0.6 ~ 0.45
黄銅板	0.45
アルミ合金	0.29

② 加工限界

材 料	d_p/d_1 の限界	
	割れ発生	くびれ限界
深絞り鋼板	4.0以上	3.9~2.6
鋼 板	3.8 "	3.7~2.4
黄銅板(軟)	4.0 "	3.9~2.4
アルミニウム(軟)	6.0 "	5.9~3.5

○ 絞り製品の底を抜いた「バーリング」



$$h_1 = \frac{1}{d_m} \left(\frac{\pi r_p d_r}{2} + 2 r_p^2 + \frac{d_r^2 - d_1^2}{4} \right)$$

$$h_3 = h_1 + h_2$$

○ 成形力

$$P_{BR} = \pi d t^2 \sigma_B \frac{1}{K_B \times 1000} \quad [tf]$$

$$\text{但し } K_B \approx 10 t_0$$

$$\text{板押力 } P_h = \left(\frac{1}{6} \sim \frac{1}{8} \right) P_{BR}$$

加工エネルギー

$$E_{BR} = (P_{BR} + P_h) \cdot h_{BR} C_{BR}$$

但し

 C_{BR} :係数 $r_d < t_0$ の場合 0.6 $r_d > t_0$ " 0.8 h_{BR} :加工ストローク

以上

第21章 工程設計 その2

21-1: 円筒絞り各種行程2

1) コップ形及び帽子形円錐台形

図1

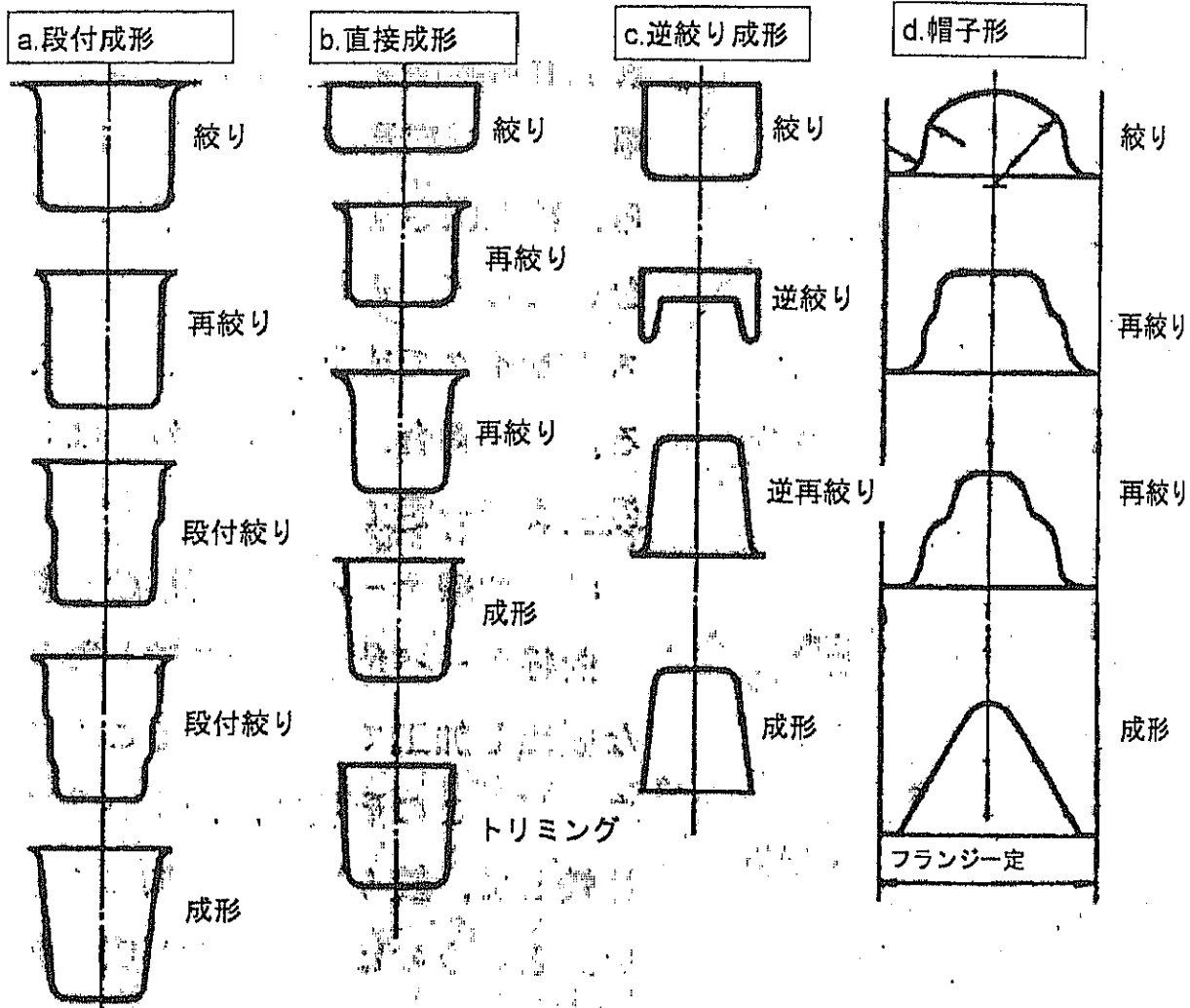


図1のコップ形円錐台形絞りは、 $h/d > 0.5$ （絞り高さ/直径との比）程度のもを指す。
a. b. c. 各図に示す方式を採用する。dは帽子形であるがコップ形と同じ行程絞りで良い。

a. 段付成形方法

これらの行程はテーパーに沿った段付き加工が一般的である。

段付き円筒状に再絞りを重ね、最後に成形する方法とする。

欠点として、ショックマークが付くのでダイラジラスを大きく取る事。

また外観を重視するときは、最終成形後、バフ仕上げが必要となる。

行程が多く掛かり、加工硬化の大きい材料（ステンレス、黄銅など）を使用するときは
途中で焼鈍行程が必要となる。

フランジ外径は一定とする。

b. 直接成形方法

この方法を採用するときは、底径（小径）と口径（大径）の差が小さく、深さが深い形状に適する。
この場合、先ず再絞りで製品大径に近づける。

次に大径部分の側壁は大きな曲線を採用し、再絞りは深さを増す事を狙う。

その時、小径の側壁部分（約 $0.7h$ ）は直円筒形状とする。

最後に、主として大径部分の径を大きくしながら、絞り深さを増して成形する。

テーパが僅かな場合は、直円筒のまま、リストライク行程でテーパ形状をつくる事も可能。

注意：この場合は加工硬化しているの伸びを大きく取ると直ぐに破断する。

行程によって違うが、伸び率を12%程度以下にすると良い。

c. 逆絞り成形方法

この方法はコップ形成によく採用される。

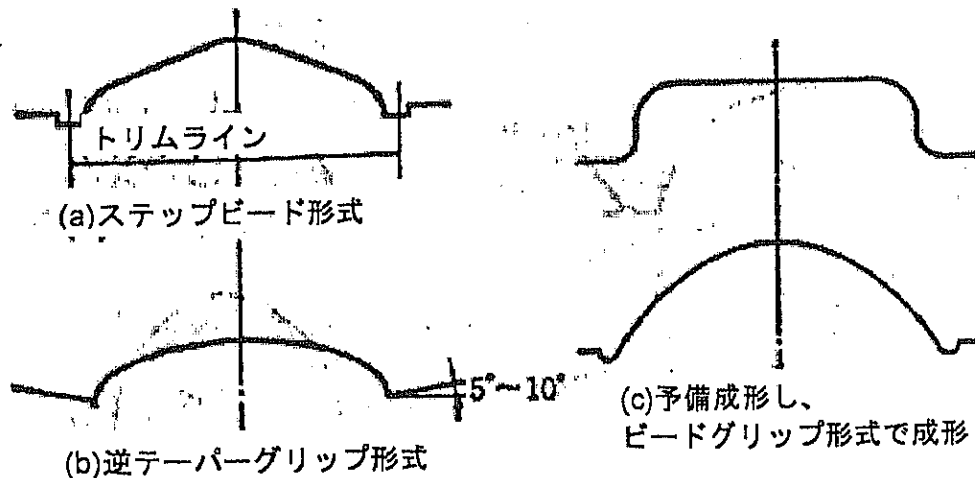
先ず、再絞りを重ねて製品形状に近づける。

次に逆絞りしてコップ形状を作る。

製品が深く、板厚が薄いときは、逆絞りを2回重ねる場合がある。

3) 反射形円形絞り

図2



この形状は全面に大きな曲面を持っているのでスプリングバックが起こり易く、形状を出しにくい。

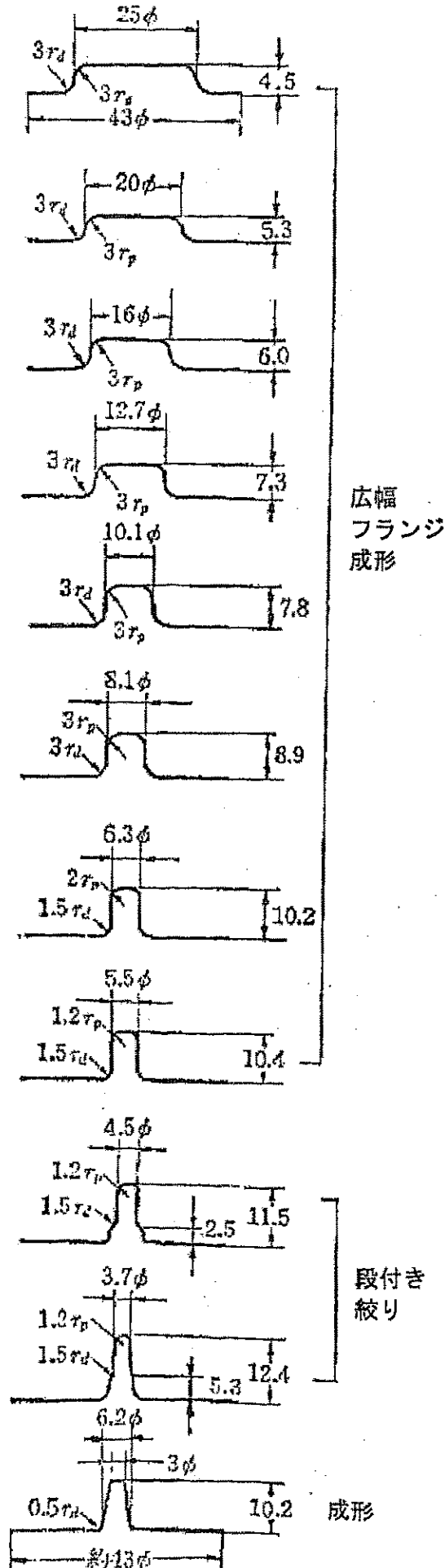
それにもかかわらず一般に形状精度要求が厳しく、ショックマーク発生をさせてはならないので、成形は出来る限り1行程で済ませる。

更に引っ張り力を強くする手法が要求される。

注意：ショックマークを消すためには、この場合はダイラジアスをなるべく小さくする。

3) 広幅フランジ付き円錐台形

図3

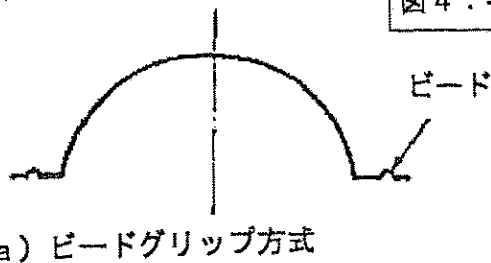


一般には下記に述べる順序で成形する。

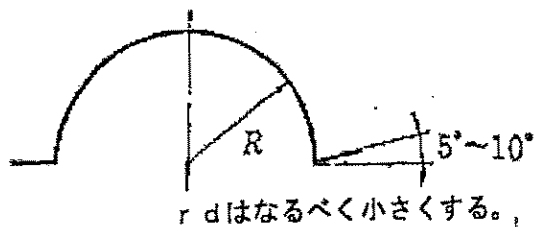
1. まず広幅フランジ成形法を利用し、材料を引き寄せ、次に円錐台形成形を利用する。
2. 広幅フランジ成形法は、
 - a. 直径を縮小しながら絞り深さを増す方法
 - b. 絞り深さは一定のまま、絞り直径を縮小する方法
 の2種類があるが、一般には前者の方法を採用する場合が多い。
3. 円錐台形絞り方法では、一般に利用範囲の広い、段付き成形法が多く採用される。
4. 図3の例では、まずブランク直径45mm、板厚0.25mmの無酸素銅鋼板（純銅）を使用し、
 - a. まず広幅フランジ成形を使って直径を縮小させ、
 - b. 次に段付き絞り法を使って近似の円錐台形に成形する。
 - c. 最後にリストラッキングで形を出す。
 この場合、フランジ外形はΦ43mmで最後まで一定である。

4) ドーム型円形

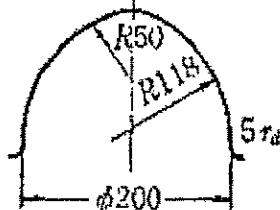
図4：各種成形例



a) ビードグリップ方式

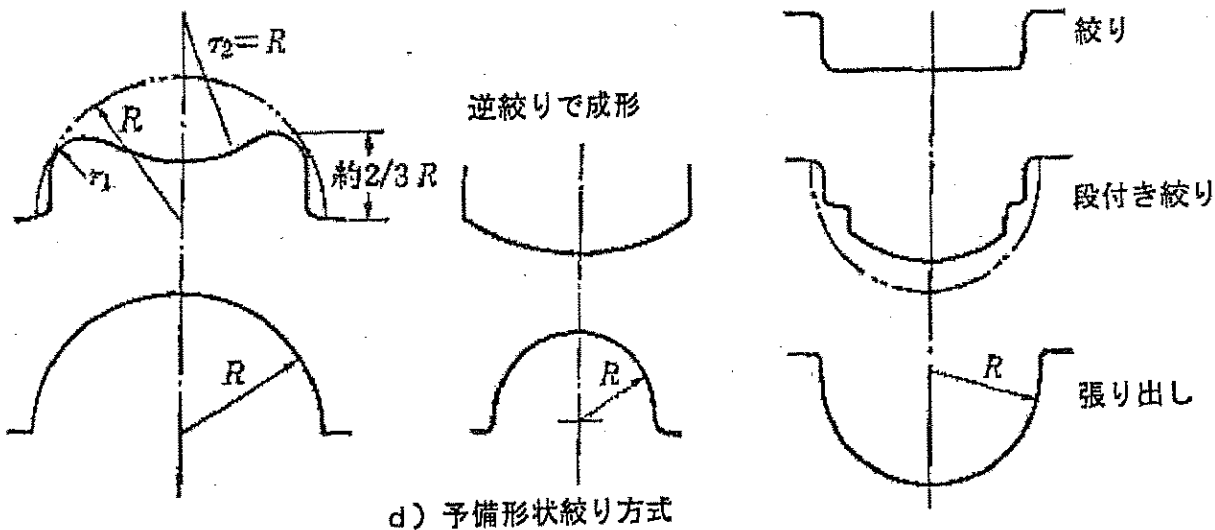


b) 逆グリップ方式



ブランク $\phi 320$ SPOC 0.8t

c) 近似成形方式



d) 予備形状絞り方式

ドーム型円形絞り成形初期では、円周方向、半径方向共に引っ張り側に力が働く。しかし絞り行程が進むとオーバーハングになり、円周方向は段々圧縮に変化していく。この段階でポデーしわの危険が発生する。またオーバーハングが進んで最大の張り出しになる時点で破断や亀裂が生じる。

ビードなどの引っ張り力の制御力は十分に注意が必要。更にショックマークを避けるためには、引っ張り力を増す為に、ダイラジラスは出来る限り小さくする方が良い。直径が板厚の80倍を超えるとポデーしわが発生するので要注意。表1は段付き成形時、リストライキングの直径見込み増大量を示す。

表1：リストライキング直径見込み増大量：段付き絞り時 (mm)

曲面側壁の直径	$\phi 50$ まで	$\sim \phi 100$	$\sim \phi 150$	$\sim \phi 200$	$\phi 200 \sim$
直径増大量 Δd	3~6.5	5~8	7~10	9~13	10~15

図5：複動パンチを持つドーム成形型

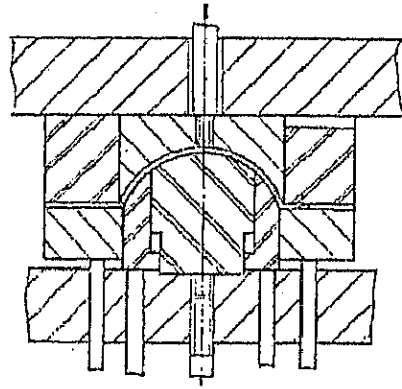
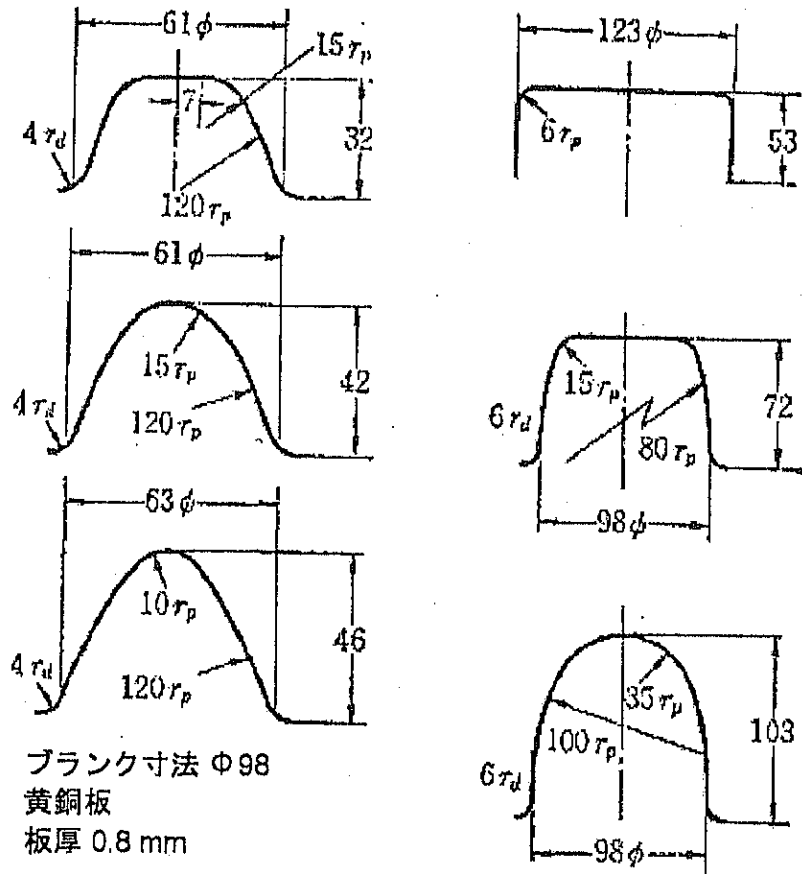


図5は、複動パンチ構造のドーム成形金型例。外側のパンチでドーム形状の下側を成形し、ストロークの下降が続くと、ドーム上部の成形を行う。図は下死点の状況を示した。

5) 放物線型円形

放物線形状は外径に比較して深い形状となっている。特に板厚が薄い場合は行程を数回重ねる必要があり、行程毎形状の変化方法を誤ると破断、ボデーしわ、ショックマーク等の欠陥が出るので注意を要する。成型方法は、a. 直接法、b. 段付き法、c. 逆絞り法がある。

a. 直接法
図6



ブランク寸法 $\Phi 98$
黄銅板
板厚 0.8 mm

ブランク寸法 $\Phi 190$
材料SPCE
板厚 0.8 mm

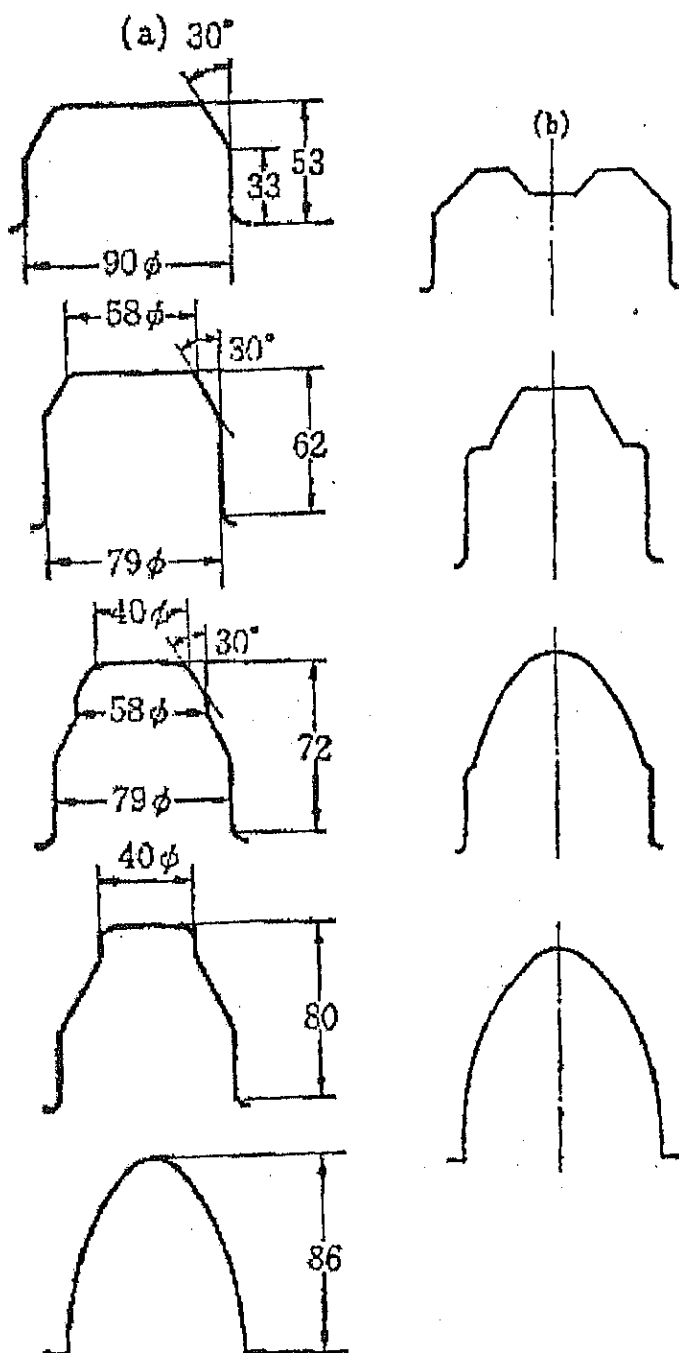
図6の如く、 $h/d = 0.5 \sim 0.7$ 程度の場合、また板厚が形状に対して厚い時、ボデーしわ発生の危険性が少ないので、

1. 最初に下部形状を仕上がり寸法の近似形にする。
2. 次に絞り深さを深くする段階で上部を仕上がり寸法に近づける。
3. 最後に、全体的に張り出し傾向として成型する。

$h/d > 0.7$ であり、また形状が板厚に対して薄い場合は、

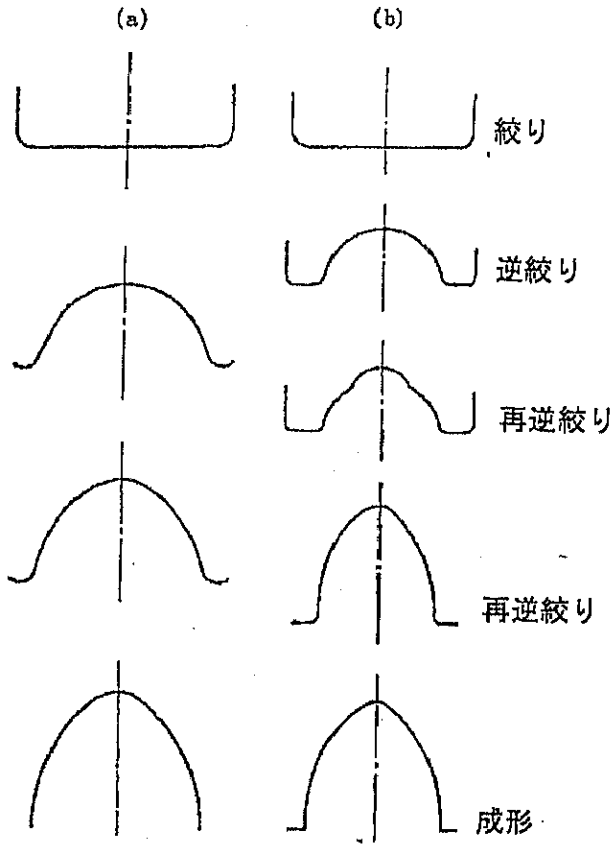
1. 予備形状としてパンチ頭部をテーパ付きか、普通のR形状にして再絞りを重ね、製品直径に近づける。
2. 同時に絞り深さを深くする行程で下部から近似形状として成形を続ける。
3. 最後に僅かに張り出し成形する。
4. また反対に初行程から小径の部分を成形しながら、絞り深さを深くしていく方法もある。

b. 段付き法 図7



この手法では、再絞りを重ね、絞り直径を大きく取り、その絞り直径を一定のままに製品形状に近似の段付き円筒にしていく。最後に僅かに張り出し成形をする。ダイラジラスはなるべく小さくして、張り出しの時に消すようにする

c) 逆絞り法 図8



この手法は、まず再絞りを重ねて絞り直径を縮小し、円筒の予備形状を作る。

次に逆絞り、更に再逆絞りを行い最後に僅かに張り出し成形する。

もし製品が深いときは(b)、逆絞りを繰り返して形状を作り、最後に引き延ばして成形する。

プレス加工における 加工熱とその対応

1. 加工熱とプレス加工

プレス加工では、特に打抜き加工に於いて、近年、非常に高速に加工される為、加工熱の発生が金型に大きく影響を与える。

打抜き加工に費やされるエネルギーの大半は、材料の加工変形部に熱として消費される。図1は熱の発生状況を示したものである。

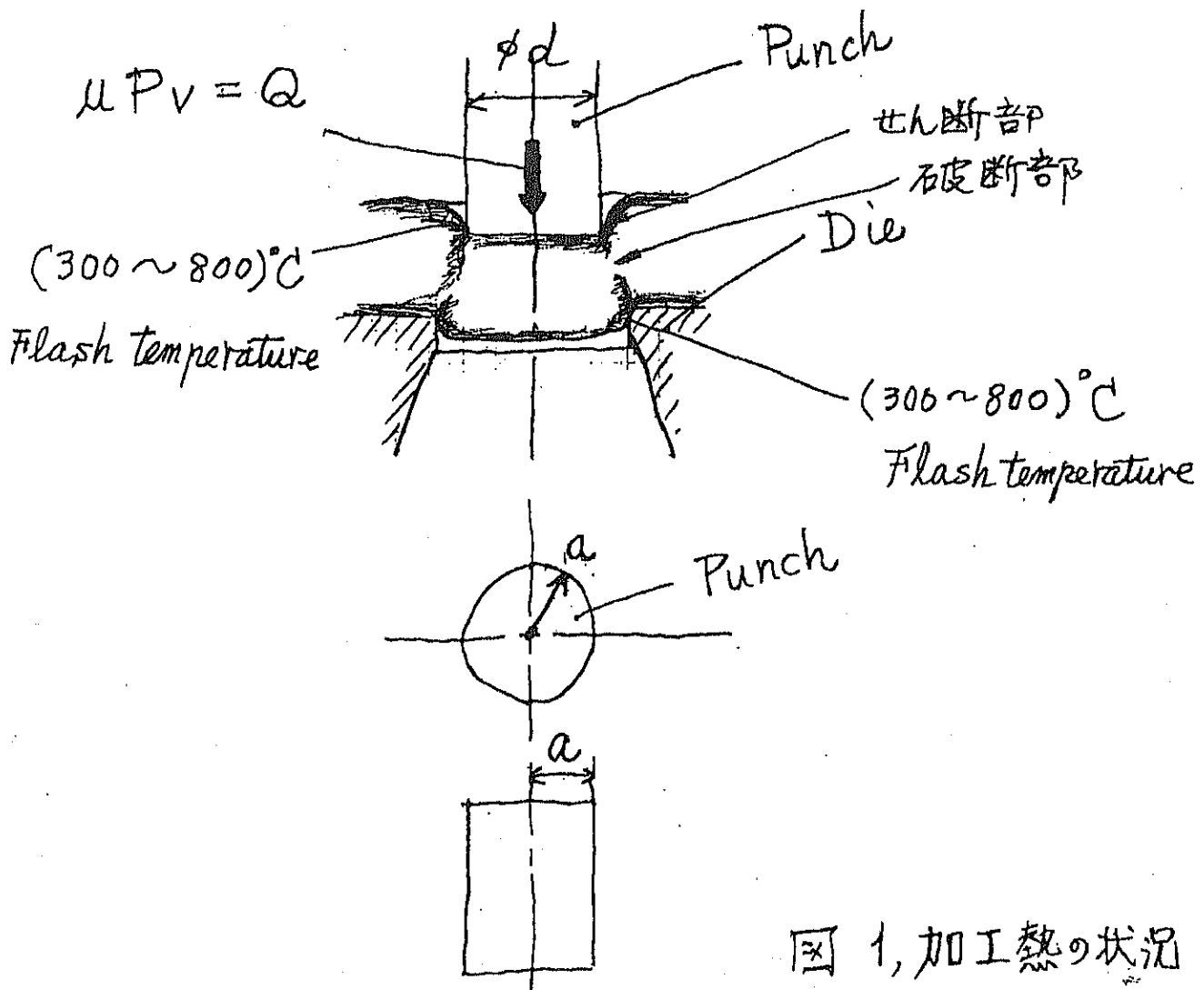


図1, 加工熱の状況

通常の打抜き加工では、加工時間が $10^{-1} \sim 10^{-3}$ s という極めて短時間に完了する為、発生した熱は十分に拡散せず、かなりの高温に達する。発熱は金型寿命の点からも摩耗やチッピング (Chipping) の原因となる。

また、連続打抜き加工 (例えば 順送加工等) を行なった場合の温度の上昇状況を図 2 に示す。

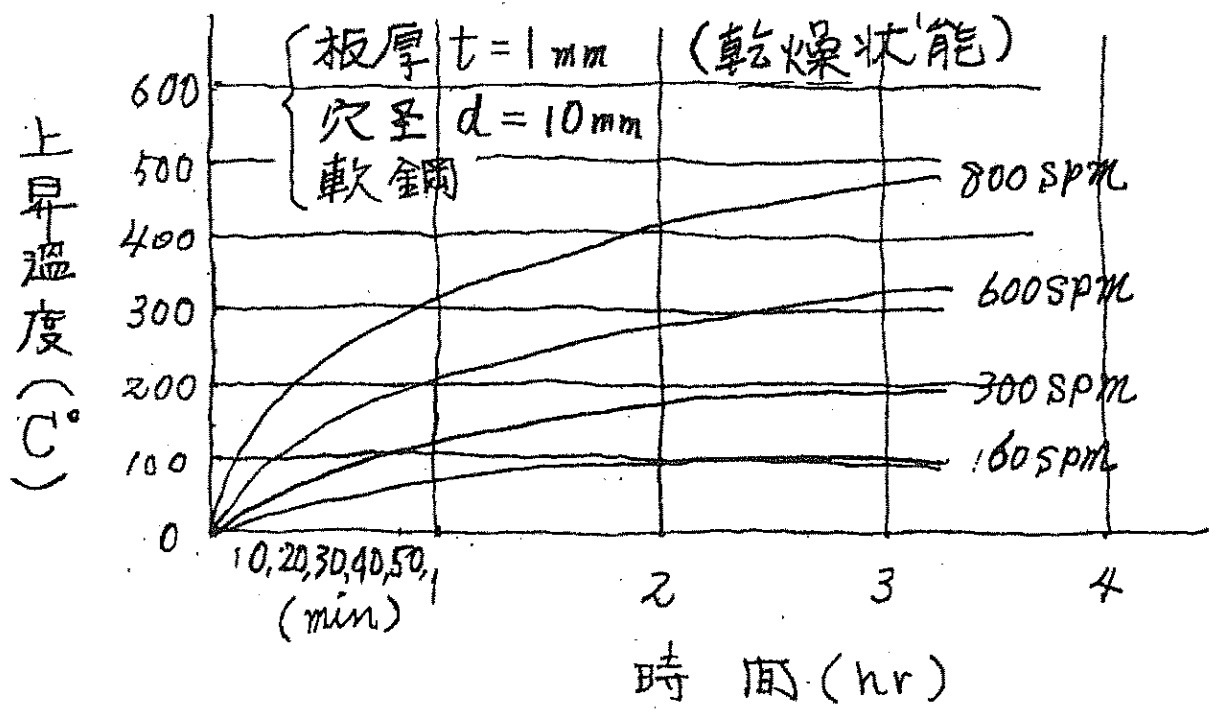


図 2. フレス加工の上昇温度

2. 閃光温度 (Flash temperature)

打抜き加工によって消費されるエネルギーの大半は熱に変化するが、この熱は、摩擦面の温度を上昇させ、表面層を軟化したり、有効な潤滑膜の破断を行ない、焼付きに至ることもある。

摩擦面の温度上昇には、図1に示すように、せん断部と破断部の条件に応じて異なる。一般にはせん断部が真実接触部と呼ばれて、そこでの破断破壊により熱が発生し、その温度は瞬時的 (10^{-4} s 以下) に、 $300 \sim 800^\circ\text{C}$ に達し、上昇する。この温度を閃光温度と呼ばれる。

この閃光温度が、各部に熱を伝達され、摩擦面全体の温度が上昇するようになる。一般に打抜き加工では、パンチの温度上昇が、平均温度上昇と呼ばれて、潤滑方式を決定する。

3. 加工熱による上昇温度の見積り

加工熱による上昇温度は、発生熱量 Q とすれば、

$$Q = \mu P v \dots \dots \dots (1)$$

但し Q ; 発生熱量 (W)

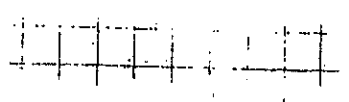
P ; 加工力 (N)

$$P = l t \tau, \quad \begin{cases} l: \text{せん断長さ (mm)} \\ t: \text{板厚 (mm)} \\ \tau: \text{せん断抵抗 (N/mm}^2\text{)} \end{cases}$$

μ ; 摩擦係数 0.5 とする。

v ; 加工速度 (m/s)

$$v = \frac{\pi n}{30} \cdot t \cdot \sqrt{\frac{S_L}{t} - 1}$$



- n ; フレス機械のストローク数 (SPM)
- S_L ; ストローク長さ (m)
- t ; 加工材の板厚 (m)

として、次に熱拡散率 κ を次式から求める。

$$\kappa = \frac{K}{\rho C} \dots \dots \dots (2)$$

但し

- κ ; 熱拡散率 (m^2/s),
- K ; 熱伝導率 ($W/m \cdot K$), 例えば鋼の場合は, $46 \cdot 7 W/m \cdot K$,
- ρ ; 接触部分の材質の密度 (kg/m^3), 例えば鋼は $7800 kg/m^3$,
- C ; 比熱 ($J/kg \cdot K$), 例えば鋼の場合は, $460 J/kg \cdot K$,

ここで、加工用のパンチの形状により、ペクレ数 (Peclet number) L を求める。

$$L = \frac{v \cdot a}{2\kappa} \dots \dots \dots (3)$$

但し、

- L ; ペクレ数 [—]
- v ; 加工速度 (m/s)
- a ; 図1に示すパンチ形状の値 (m)
- κ ; 熱拡散率 (m^2/s),

故に、平均温度上昇 ΔT_m は、

$$\Delta T_m = \frac{0.254 Q}{K(\sqrt{L} + 0.94) a} \dots \dots (4)$$

但し ΔT_m は平均温度上昇の温度で、実温度 $T^\circ C$ は、室温 $T_R^\circ C$ とすると

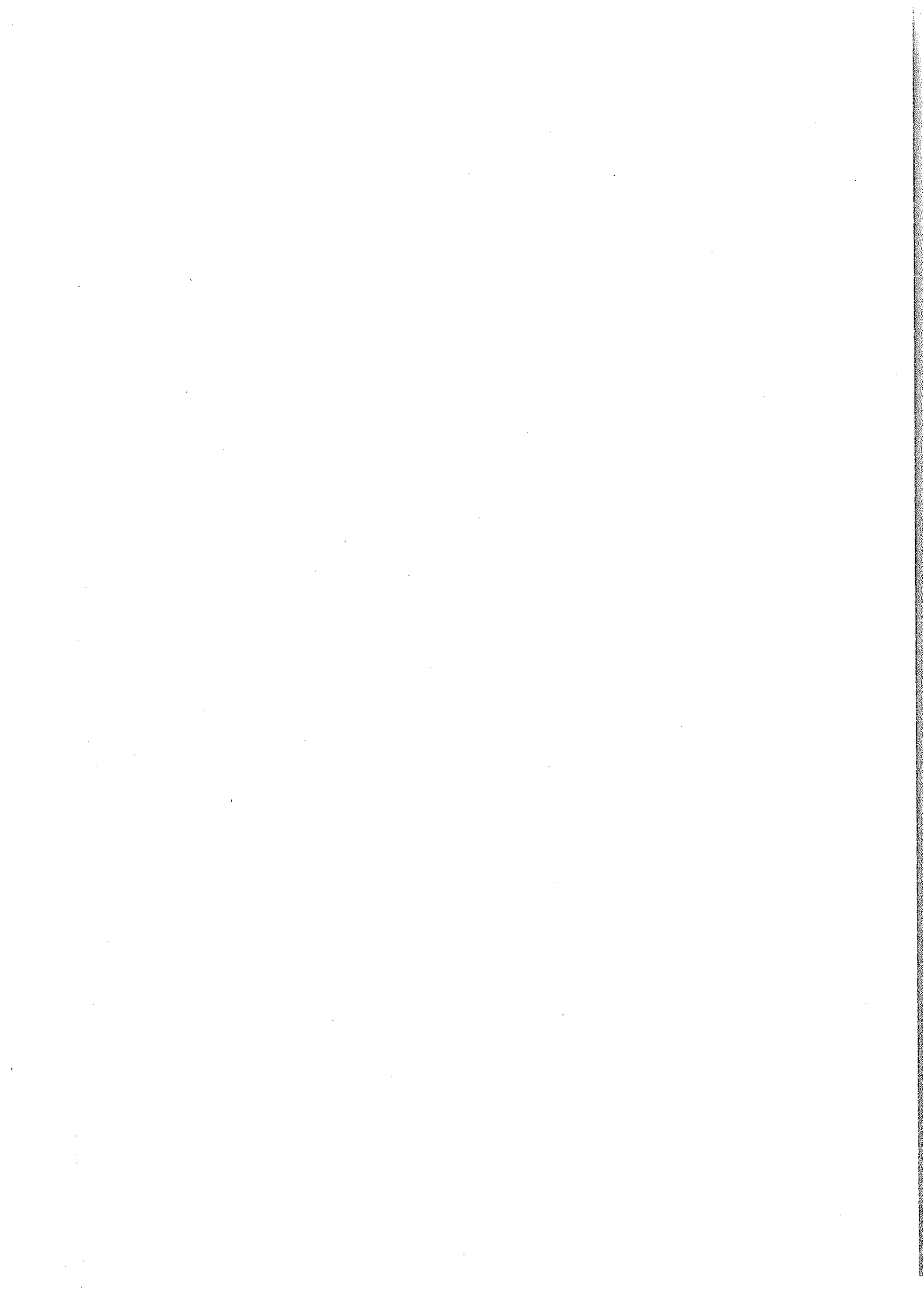
$$T = \Delta T_m + T_R \quad (^\circ C) \dots \dots (5)$$

となる。

一般に、(5)式の計算で

- $T < 60^\circ C$ 一般的潤滑
- $T > 60^\circ C$ 冷却を考える。
- $T > 100^\circ C$ 低粘度潤滑油
 (冷却強制潤滑による)
- $T > 300^\circ C$ 危険領域である。
 加工方式を変更する。

以上



添付-7 テスト金型の活用について

テスト金型の活用について

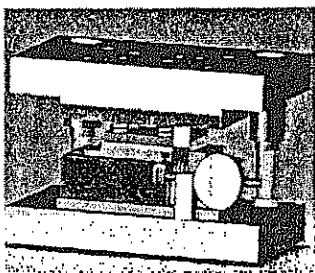
2008年2月25日

プレス加工の3要素はプレス機械、金型、被加工材であるが、メキシコを始め多くの国の中小企業において、製品品質に対してともすれば金型だけが取り上げられるのが常である。特にプレス加工の成形に対する被加工材の特性がもつ重要性の認識は低い。被加工材の規格が定まっており、納入される材料に信頼できる特性データ(ミルシート)が添付することが徹底している国と違い、メキシコ国内では国産品や輸入品の様々な規格の材料が出回っており、その特性が不明のまま多くの中小企業はプレス加工を行っている。技術相談窓口でのコンサルティングの場や企業訪問の場において実際に加工用途に適さない材料を使っているケースに遭遇している。

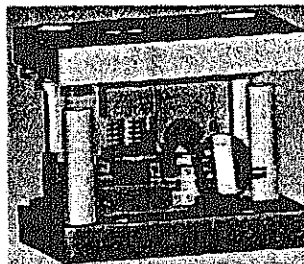
このような状況の中で公的技術支援機関であるCIDESIの職員が被加工材の特性の重要性を認識し、さらにその分析・応用の技術と経験をもち、企業への技術支援を通して、その普及に努めることは、地場の中小企業の振興と生産性向上に重要である。技術移転のテーマとして取り上げたテスト金型はこの活動の一つのツールとなるものである。

テスト金型はその構造の一部を調整することが出来る特別な金型であり、本プロジェクトの第4次現地作業期間において、専門家による指導のもと、3台のテスト金型をCPが設計・製作した。

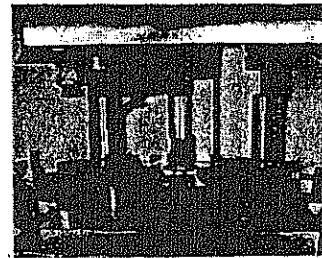
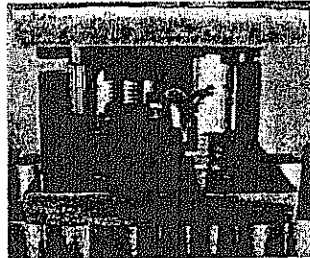
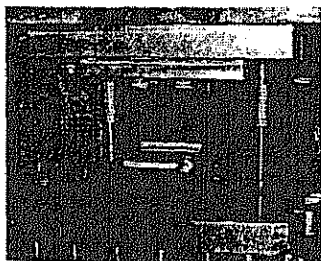
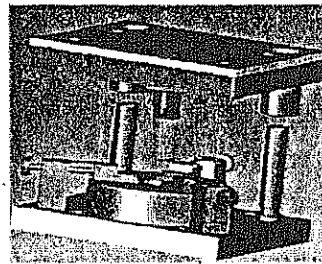
せん断テスト金型



曲げテスト金型



絞りテスト金型



1. せん断テスト金型

クリアランスを変えてせん断のテスト加工を行なうことが出来る金型である。適正なクリアランスはバリの発生を防ぐとともに、金型の寿命にも大きく影響する。メキシコのほとんどの中小プレス加工および金型設計製造企業が板厚のおよそ何%という経験値をつかってそのクリアランスを決めているのが実情である。

アムスラー試験機(CIDESI 保有)を使った材料引っ張り試験により e/t (食込み率) を求めることが出来るが、 e/t と材料の板厚からせん断のダイとパンチの適正なクリアランスを計算する 実験式¹ があり、日本でも使われている。

テスト金型を使うことによりクリアランスを変化させてまず特定材料の適性クリアランスを容易に求めることが出来、さらに上記の実験式を使って逆算することにより材料の e/t の値を得ることも出来る。

2. 曲げテスト金型

ダイ半径とクリアランスを変化させて曲げのテスト加工が出来る金型である。曲げテスト金型はカム方式を採用している。せん断加工と同様、曲げ加工においても、ダイ半径、板厚、材料の n 値 (加工硬化指数) からスプリングバック ($\Delta\theta$) を求める 実験式² がある。

アムスラー試験機を用いた材料引っ張り試験によって n 値を求め、実験式から適正ダイ半径を計算することが出来るが、テスト金型を使いその曲げモーメントから実験式を使って逆算し、容易に n 値を推定することが可能である。

3. 絞りテスト金型

絞り深さを調整することで絞りのテスト加工が可能な金型である。絞り加工の成形限界は材料の特性、板厚、絞り半径によるが、絞り加工においては材料の n 値に加えて r 値 (ランクフォード値) も重要となる。せん断加工、曲げ加工と同じように絞りにおいても、Oehler による実験式³ がある。

r 値は n 値と同じようにアムスラー試験機によって測定することが出来るが、アムスラー試験機を

¹ 1年次の座学で CP へ説明済み

² 1年次の座学で CP へ説明済み

³ 1年次の座学で CP へ説明済み

使わずに絞りテスト金型を使い材料を絞ることによってその成形限界を直接求めることができる。同時に、実験式を用いた逆算によって材料の n 値と r 値を推定することができるのはせん断、曲げのテスト金型と同じである。

4. テスト金型を使った企業支援

今後ともメキシコのプレス加工中小企業が現在のように仕様不明の材料を使わざるを得ない状況が続くと想定すると、この問題に対する対応として目標とすべき将来の姿は次のようになる。

本プロジェクトでの活動や、さらにその後のCIDESIによる活動によって中小プレス加工企業の間にプレス加工における材料特性の重要性が正しく認知され、材料特性の金型設計や工程設計への応用技術も普及している。企業は金型設計を行なう前に必ず、保有するテスト金型を使って加工実験を行い適正な設計データと材料の特性値を得るか、例えばCIDESIが持つ試験機やテスト金型を利用して、その材料特性を測定する。

しかしながら、新しい知識と技術の普及によるこの理想の状況の実現には相当の時間がかかることは明らかであり、公的技術支援機関である CIDESI は当面セミナーや研修を通しての材料特性に関する知識の啓蒙活動と併行して、製作したテスト金型を使って次のような企業支援を実施する。

せん断テスト金型を使った企業サービスとしては、持ち込まれた材料を使って金型構造を調整しながら試し打ちを繰り返し行ない、せん断における適正なクリアランスを決定し、企業にアドバイスする。企業は適正なクリアランスを金型設計に生かすことで、金型設計・製作のコストダウンと納期短縮が可能になると同時に、製品精度の向上と不良率の削減が期待できる。さらに実験式を用いて算出された e/t を工程設計に生かすことも出来る。このサービスは引っ張り試験によっても可能であるが、テスト金型を用いることで短時間に容易に結果を得ることが出来ること⁴、実際のせん断結果を企業に提示することでコンサルティングの説得力を高めることが出来る。

曲げテスト金型を使った企業サービスとしては、持ち込まれた材料の曲げ加工における適正ダイ半径を、試し打ちを行なったうえでアドバイスする。更に企業は材料の n 値を製品の加工工程設計に生かすことも出来る。アムスラー試験機ではなくテスト金型を用いることの利点はせん断テスト金型と同じである。

絞りテスト金型を使った企業サービスは、せん断、曲げのテスト金型と同様、持ち込まれた材料の

⁴ アムスラー試験機を使うためには規定形状の材料の試験片を特別に用意する必要がある。

絞り成形限界(最大絞り深さ)を、テスト金型の可変部分を様々に調整しつつ試し加工⁵をした結果として、アドバイスする。材料の r 値は n 値と同様、企業にとってその製品の加工工程設計に重要である。実際の加工結果を提示することで効果的なコンサルティングが可能となることはせん断、曲げテスト金型と同じである。

5. テスト金型を使った材料特性データベース作成

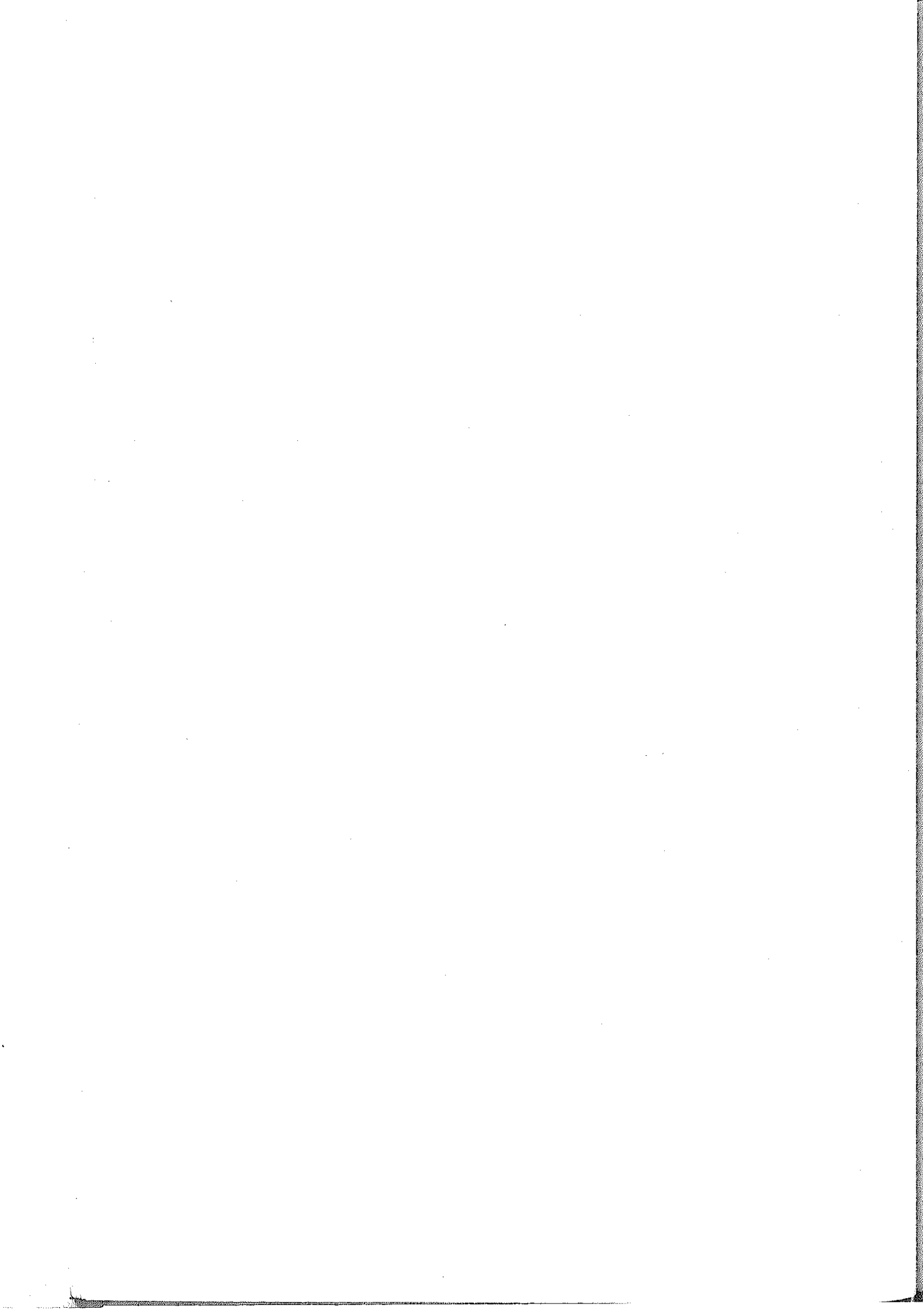
本プロジェクトでのテスト金型の活用としては、上記の企業支援とともに、厚みの異なる様々な材料の特性、つまり e/t (食込み率)、 n 値(加工硬化指数)、さらに r 値(ランクフォード値)、をアムスラー試験機による引っ張り試験とテスト金型を用いた二つの方法で求め、両者を比較しその結果をデータベース化する。

テスト金型と実験式を用いて得られる材料特性の傾向を掴むことが目的であるが、この活動を通して CP はプレス加工に及ぼす被加工材の様々な特性を確実に習得することが出来る。

以上

⁵ サーボプレス機を使用して絞り加工の重要なファクターの一つである加工速度を変えた試し加工を行い、企業に対して適正な加工速度のアドバイスをすることも可能である。

添付-8 リンクモーションプレス機の開発・製作について



リンクモーションプレス機の開発・製作について

現在のメキシコ(ケレタロ市とその周辺に限るが)の中小プレス加工企業の生産体制を見ると、使用している多くのプレス機械が旧式で仕様不明なうえ、老朽化が激しい。その結果生産しているプレス加工製品も低品質で付加価値の低いものが大半である。

また仕様不明なプレス機械による作業では、必要なプレス加工条件を満たすことが出来ずに大量の不良製品を生みだしており、作業に過負荷を生じやすく危険でもある。プレス事故の災害の発生率も高いと思われ、多くの企業の悩みの種となっている。

メキシコの中小プレス加工企業は多くの課題を抱えそれぞれに対策が必要であるが、プレス加工の3要素(プレス機械、金型、被加工材)の一つであるプレス機械に関しては、旧来のクランクプレスに変わる次の世代のプレス機械の普及は優先度の高い対策の一つである。

本プロジェクトでのCPへの技術移転の座学ではプレス機械の種類、特徴、世界の新しい動向などを講義したが、その結果としてCP自身から、本プロジェクトの中でリンクモーションプレス機の開発・製作を行ないたいという要望が出された。各種の機械組み立ての経験を持ち、一定の加工機械を内部に揃えていることを踏まえての要望であるが、専門家グループとしてもその要望は次の二つの視点から妥当なものと判断した。

- 1) リンクモーションプレス機が普及することで、高品質のプレス加工製品の生産が可能となり、企業の生産性も向上する。当然、外資を含むアSEMBラーに対する部品の供給体制も強化されることとなり、製造業の発展、ひいては国の経済発展にも貢献する。CIDESIが企業支援活動のなかで金型や材料の試し打ちなどに利用しつつ、リンクモーションプレス機の普及活動を行なうことには大きな意義がある。
- 2) プロジェクト終了後CIDESIが継続してコンサルティングを中心としたプレス加工分野の企業支援を行なうことがプロジェクトの目的であるが、どの国においても公的技術支援機関の職員の弱点は生産現場での経験を持たないことである。企業人と自信をもって対等に議論をしさらにアドバイスをするには、経験不足を補うに足りかつ企業人が持たない知識と技術を保有していることが重要である。既に移転したプレス機械の理論だけでもCPにとっては貴重な知識でありコンサルティングの場での武器となっているが、さらに専門家の指導で、実際にプレス機械を開発・製作することで、CPの知識は確実なものとなり、CPに計り知れない自信を与えることが期待できる。

対象企業である中小プレス加工企業にとって最も需要度の高い加圧能力をもつ45トンリンクモーションプレス機の開発・製作を行なう予定であるが、従来のクランク式プレス機と比較してリンクモーションプレス機の特徴は次のように整理することが出来る。

- 一般に普及しているクランクプレス機は1回転中に加工速度が変化し、理想的な加工速度が得られない問題がある。それに対してリンクモーションプレス機は無負荷の下降・上昇ストロークは早く、加工時は遅く、その動きは疑似等速度運動となる。これによって加工条件設定が容易になる。
- 加工が安定しプレス加工製品の形状精度が著しく向上する。現在プレス加工製品に要求されている形状精度のうちで最も重要なものは平坦度であるが、その要求を満たす加工が可能となる。
- 機能上から金型の寿命が延び、修理作業も削減され管理もより容易となり、生産性が向上する。

- フールプルーフ及びフェールセーフを施した本質安全化対策を設計に採り入れる構造とすることで、安全作業の推進力となる。プレス事故及び災害の発生を押さえ、安心した作業体制を整えることが出来る。
- 加工時の衝撃が少なく、振動と騒音の発生度合いが少なくなり、作業員だけでなく周囲の健康被害を抑える事が出来る。

注1) リンクモーションプレス機の普及は日本に於いてここ 10 数年のことであるが、その使用状況と結果は良好で、効果を発揮しつつある。ただ価格は従来のクランク式プレス機の 1.5 倍から 2 倍と高く、まだ中古市場には出ていない。

注2) 近年サーボプレス機が脚光を浴びている。サーボプレス機はさらに高価でありエネルギー消費量も多いものの、クランク、ナックル、リンクモーションプレス機などのスライド運動特性をも選択することができる。金型や被加工材の試し打ちには最適の機械であり、技術研究機関や技術支援機関にとっては特にその利用価値が高い機械である。CIDESI も 2007 年度 JICA により供与を受けている。

なおメキシコには中小の油圧プレス機メーカーはあるものの、機械プレス機メーカーは存在しない¹。中小プレス加工企業の大半は中古市場で仕様不明の旧式機械を購入するか、高価な輸入品を購入していることになる。メキシコ国内において構造、機能性さらに安全対策にも優れ、さらに低価格のリンクモーションプレス機のメーカーが生まれることはメキシコの製造業にとって強く望まれていることを意味している。本プロジェクトでリンクモーションプレス機の開発・製作を CP への技術移転活動の一つとして追加する理由は上記の 1) と 2) で述べたようにプロジェクト目標である《CIDESI が中小プレス加工企業に対し適正な技術サービスを提供する》に沿ったものであるが、将来の可能性として、CIDESI が本プロジェクトで移転を受けたリンクモーションプレス機の開発ノウハウをメキシコ企業に移転し、地場の機械プレスメーカーが誕生することを期待することも出来るかもしれない。日本及び韓国ではプレス機械メーカーの発展が国のプレス加工技術向上に大きな役割を果たした歴史がある。

以上

¹ メキシコにおける唯一の機械プレスメーカーであった日本の KOMATSU は工場を閉鎖し現在は技術サービスのみを継続している。

添付-9 企業技術相談窓口案内

ケレタロ 2007年5月31日

エンジニアリング・産業開発センター（以降 CIDESI と呼ぶ）は国立技術開発機構であり、日本国際協力機構（以降 JICA と呼ぶ）との協力において施行する「裾野産業のためのプレス加工技術向上プロジェクト」の一環として、以下の提案を行う。

募集要項

ケレタロ州、及びその周辺州のプレス加工もしくは金型設計・製作に従事する中小企業（以降 PyMEs と呼ぶ）に対し、生産技術に関する技術コンサルタントプログラムに参加するよう呼びかける。

目的

PyMEs に対して組織的コンサルタント業務によって技術的問題の解決を援助する。

ベース

コンサルタント業務は以下に述べる二つのスキームによって提供される。

1. 窓口相談

1. サービスは CIDESI の施設内部において提供される。事前予約要。
CIDESI の所在は Av. Pie de la cuesta número 702, colonia Desarrollo San Pablo, Querétaro.
2. 窓口相談の要請は電話にて受け付ける。
電話番号 01 (442) 2119800 内線.1244 担当：ロサ・エスピンドラ
3. サービスは週一回（金曜日）9：00～13：00と15：30～17：00
4. コンサルタントチームは JICA 専門家一人と CIDESI メンバー二人から構成される。
5. 応募者は問題の適切な分析を行うために、電話での申請時に必要な情報を提供することが不可欠である。情報は写真、製品もしくは金型の平面図、プレスの使用、材料の特性などを含め例を示すこと。
6. コンサルタント業務中に CIDESI によって提案されたアドバイスの実施

は、要請者の決定・責任に委ねられ、実施に伴うコストは要請者が賅わなければならない。要請者は得た成果について CIDESI にフィードバックすることを約束する。

7. 相談には一企業から最大三人までを受け入れる。
8. このタイプの相談の要請者へのコストは無料とする。
9. パーツの製作、材料試験など CIDESI の補完サービスを必要とする場合、要請者は経費を支払わなければならない。

訪問コンサルタント

1. このサービスは窓口相談の後に、現場における分析が必要と判断された場合において、企業の施設内にて実施される。
2. 企業は申請用紙に訪問日時を記入すること。
 1. モデルプロジェクトの選抜は次の大枠によって行われる。
 - I. 必要性をしかるべく定義つけること。
 - II. 申請者は提案された改善策に参加し、実践するという事に万全の準備があること。
 - III. 特に重要なテーマはケーススタディーとして選ばれる。

モデルプロジェクトの選抜はコンサルタントチームの責任の下に行われる。

モデルプロジェクトは、CIDESI メンバーの研究目的として適切な代表的問題点の解決であり、解決可能であり、利益が定量化できるものとする。

2. 要請者は CIDESI のコンサルタントチームに対して、訪問時に発生する日当を支払わなければならない。
3. 本サービスのカバーエリアは、国の中西部（アグアスカリエンテス州、メキシコ州、ハリスコ州、サンルイスポトシ州、グアナフアト州、ケレタロ州）に限る。
4. コンサルタント業務中に CIDESI によって提案されたアドバイスの実施は、要請者の決定・責任に委ねられる
5. 要請者は成果について CIDESI にフィードバックすることを約束する。

6. 訪問はコンサルタントチームと企業間の事前のアポイントメントによって週二回行われる。
7. 本サービスは問題解決のために技術的アドバイスを行うものであり、メンテナンス、機器組立などの活動は含まない。
8. モデルプロジェクトの終了時には、到達した改善点や JICA 専門家・CIDESI メンバー・企業の従業員が費やした時間を明確にするレポートを作成する。
これは企業の利益分となったコストを明確にするためである。
この文書には両者合意の上、署名しなければならない。

申請の提出

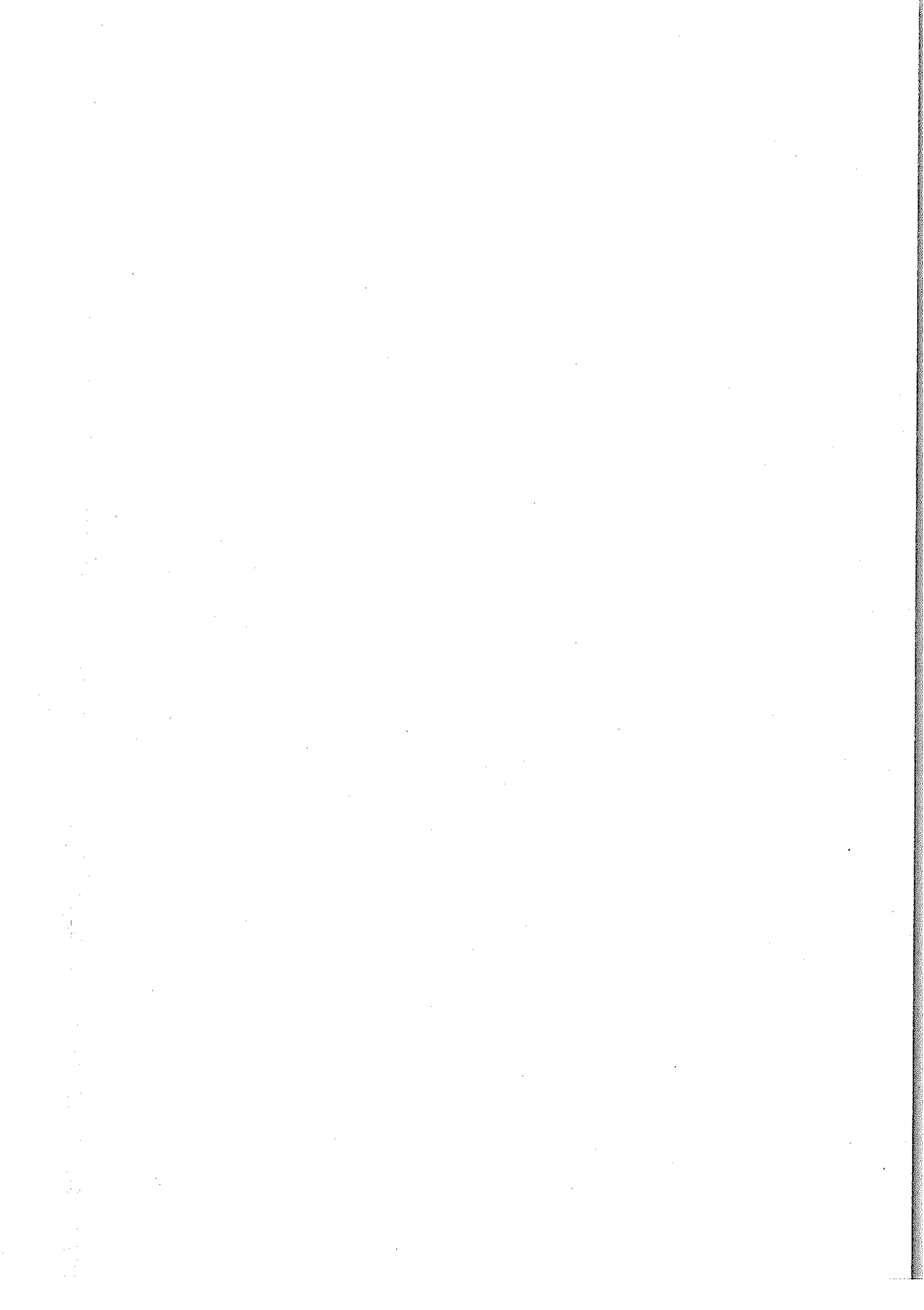
1. CIDESI の PyMEs コンサルタントプログラムは 2007 年の 9 月 3 日に開始し、2009 年の 10 月まで継続する。
この期間においては PyMEs によるすべての申請を受け付ける。
2. この募集要項を満たす全ての申請は、分析、検討され、結果を受け取ることができる。

一般的条件

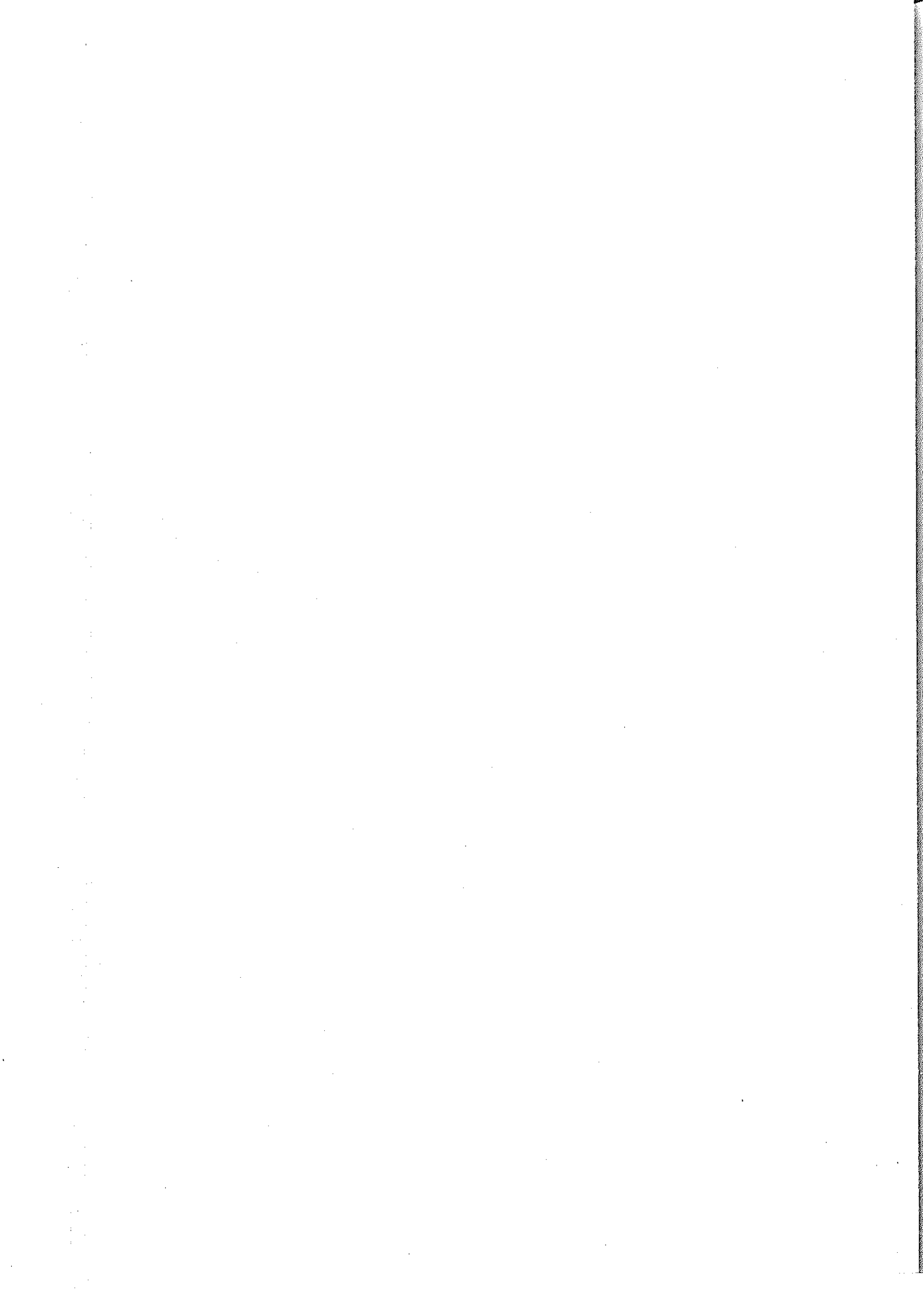
本募集要項に明示されていない点については、金型技術部門メンバーにより討議される。

プロジェクトに関連し、コンサルタント業務において派生した情報は、申請企業の厳密な機密、所有物であり、企業の事前の了解によってのみ公表できる。

提供される情報は真実であり、確認できるものでなければならない。



添付-10 技術相談一覧と指導結果



プレス加工技術相談窓口・企業訪問指導結果

No.	日付	企業名	指導対象工程	工場			工場			備考		
				不良率(%)	月間戻り上げ(個数)	従業員数	従業員一人当たりの戻り上げ(個数)	不良率(%)	月間戻り上げ(個数)		従業員数	従業員一人当たりの戻り上げ(個数)
1	2007/9/28	SERVICIOS INTEGRALES DE MAQUINARIA Y TROQUELES GAONA	旋削	N/A	N/A	10	N/A	N/A	10	N/A	これは、大径径の金型を製作する機会が多いため、品質管理を厳格に行うことで、ある程度の大径径の金型を製造可能なレベルにまで改善された。	
2	2007/10/5	BYPASA S.A. de C.V.	曲打	40	45,000	7	6,429	5	45,000	7	6,429	指導や助言に対し従業員は理解を示しており、これからCDESS上のデータを整理して今後出てくる問題をCDESSにもフィードバックしたい。
3	2007/10/5	CORTINAS DE SEGURIDAD ALBA S.A. DE C.V.	せん断、成形、曲打	5	25,000	2	12,500	1	25,000	2	12,500	CDESSの活用する支援は非常に重要だが、窓口で指導を受けるため、現在製造中の製品を改善するために必要な支援を提供してもらえない限り、CDESSのプレス加工の生産工程を改善する効果は限定的である。
4	2007/10/18	SAMI STAMPING AND MANUFACTURING MEXICO S.A. de C.V.	プレス機、曲打、曲打	5	10,000	2	5,000	N/A	N/A	N/A	指導や助言に対し従業員は理解を示している。現在、戻り上げが大幅に減少したという傾向があるが、CDESSが推奨した改善点を改善するつもりではない。	
5	2007/11/19	STAUBLE-DYTISA	HISENZA、曲打、プレス機	100	3,400	10	840	30	840	6	140	CDESSの対応やアドバイスには感謝している。指導のおかげで、悪い生産条件や製品の品質を改善できるように、日本人専門家のアドバイスを参考に、特にプレス加工の生産工程を改善するべく検討している。
6	2007/10/26	INGENIERIA DE MAQUINADOS DEL CENTRO S.A. de C.V.	曲打	100	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	指導について情報共有することはない。	
7	2007/11/19	BYPASA S.A. de C.V.	曲打	15	45,000	7	6,429	2	200	8	25	指導や助言に対し従業員は理解を示しており、これからCDESS上のデータを整理して今後出てくる問題をCDESSにもフィードバックしたい。
8	2007/10/5	CIATEQ	せん断、曲打、曲打、打抜き	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	650,000	5	130,000	要件を定める段階で、CDESSの情報は理解可能な状態となった。製作を進めるにあたり、CDESSの活用は今後の改善に役立ちたいと期待されている。
9	2008/2/20	PEASA AUTOPARTES, S.A. DE C.V.	穴明け、曲打、せん断	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	受け付けの改善に努めている。期待した予備金は非常に重要なものとなっている。対象製品を改善するだけでなく他の製品にも活用されたアドバイスを活用して、もっと改善して行きたい。
10	2007/12/13	Compañía Manufacturera Automotriz	プレス機	N/A	N/A	85	N/A	N/A	N/A	85	N/A	製造プロセスの改善を促す方法を考えたいことに感謝している。プレス加工工程を改善するのには役立つ。
11	2007/12/13	A.D.F. Homometal	真鍮穴明け	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	CDESSの活用は、指導は非常に重要である。特に、高度で自動化する心算の減速に耐えて不確かさを減らすことが多いため、対象の会社の現状が改善から見た際には、CDESSにも活用するつもりである。
12	2008/2/1	BYPASA S.A. de C.V.	曲打	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	対象の問題を改善すべく具体的な方法を打って見たが、CDESSが推奨した方法は思いがけなかった。指導は非常に重要な役割を果たした。
13	2008/2/15	BYPASA S.A. de C.V.	曲打	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	(上記の同社とは、指導を受けた後もアドバイスをどのように実施しようかと悩んでいた。主に、圧延加工について課題があった。)
14	2008/2/22	TECNO-CONTROL Neumática Hidráulica S.A. de C.V.	圧延	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	指導や助言に対し従業員は理解を示しており、これからCDESS上のデータを整理して今後出てくる問題をCDESSにもフィードバックしたい。
15	2008/2/1	VRK	レザークット	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	

プレス加工技術相談窓口・企業訪問指導結果

No.	日付	企業名	指導対象工程	品質				数量				備考
				不良率(%)	月間廃り上げ(個数)	従業員数	従業員一人当たりの廃り上げ(個数)	不良率(%)	月間廃り上げ(個数)	従業員数	従業員一人当たりの廃り上げ(個数)	
16	2008/6/16	MAQUILAS Y SERVICIOS INDUSTRIALES	鍍り、パージング	N/A	N/A	10	N/A	N/A	10	N/A	N/A	この加工工程は重要な部品であり、品質の維持が求められることにより大変慎重をもち、(同社では、指導した工程の改善について長年従事し、非常に高いレベルに達していることが分かった。)
17	2008/6/23	SERVICIOS PLANOS	曲げ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
18	2008/6/27	ESTAMET	せん断、曲げ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
19	2008/7/24	EUCAMEX S.A. DE C.V.	多段階穴あけ	100	N/A	2	N/A	10	240,000	2	120,000	この加工工程は多段階の加工工程であり、非常に高い精度を要している。又、工程で必要とされる加工能力やエネルギーの消費量に留意が必要である。従って指導は非常に慎重であった。
20		HATCH STAMPING										
21	2008/6/9	EIKO MEXICO S.A. DE C.V.	鍍り	10	N/A	N/A	N/A	2	N/A	N/A	N/A	指導が到着してから従業員は指導を受けており、これからCODISEの設備を稼働して今後出てくる突進CODISEにもサポートがしたい。
22	2008/6/21	BYPASS S.A. de C.V.	鍍り	1	N/A	N/A	N/A	0	N/A	N/A	N/A	受けた指導に満足している。
23	2008/6/11	PROMAQ	打抜き、穴あけ	10	N/A	1	N/A	2	N/A	1	N/A	指導の結果、最終仕上げ工程に満足している。特に塗料塗布工程の面で、これからCODISEに共に生産をしていきたい。
24	2008/6/23	SELLORRE AUTOMOTRIZ S.A. DE C.V.	鍍り	0.5	N/A	2	N/A	0.5	N/A	2	N/A	レナリ(びーナー)装置の稼働に際して指導された指導は適切であった。
25	2008/7/17	Manufacturas T.A.S.A. de C.V.	鍍り出し	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	CODISEで生産品目の増加に伴い、電子メールで受け取った回答に満足している。
26		NIHON PLASTA MEXICANA S.A. DE C.V.										
27	2008/7/28	RESORTES Y PARTES S.A. DE C.V.	せん断、曲げ、成形	3	9,000,000	1	9,000,000	1	9,000,000	1	9,000,000	受けた指導に満足している。今後CODISEは指導を受けていきたい。
28	2008/6/11	PROMAQ	弁駆動	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	指導サービスで得たノウハウを参考にして生産の改善を行いたい。様々な情報を提供できたいことにも感謝しており、今後CODISEに積極的に取り組む。
29	2008/6/22	DHIEL CONTROLS	せん断、曲げ、成形	N/A	17,000	N/A	N/A	N/A	17,000	N/A	N/A	今回の指導サービスで提供された全ての情報の提供に満足している。企業に合わせた設備変更のアドバイスには非常に感謝している。
30	2008/6/11	PROMAQ	弁駆動	N/A	N/A	2	N/A	N/A	N/A	2	N/A	顧客がプロジェクトを完了した後に満足していただき、各企業で顧客が求める製品の品質を向上させること、より深い分析をしてほしいと思うが、CODISEから受けた指導には満足している。

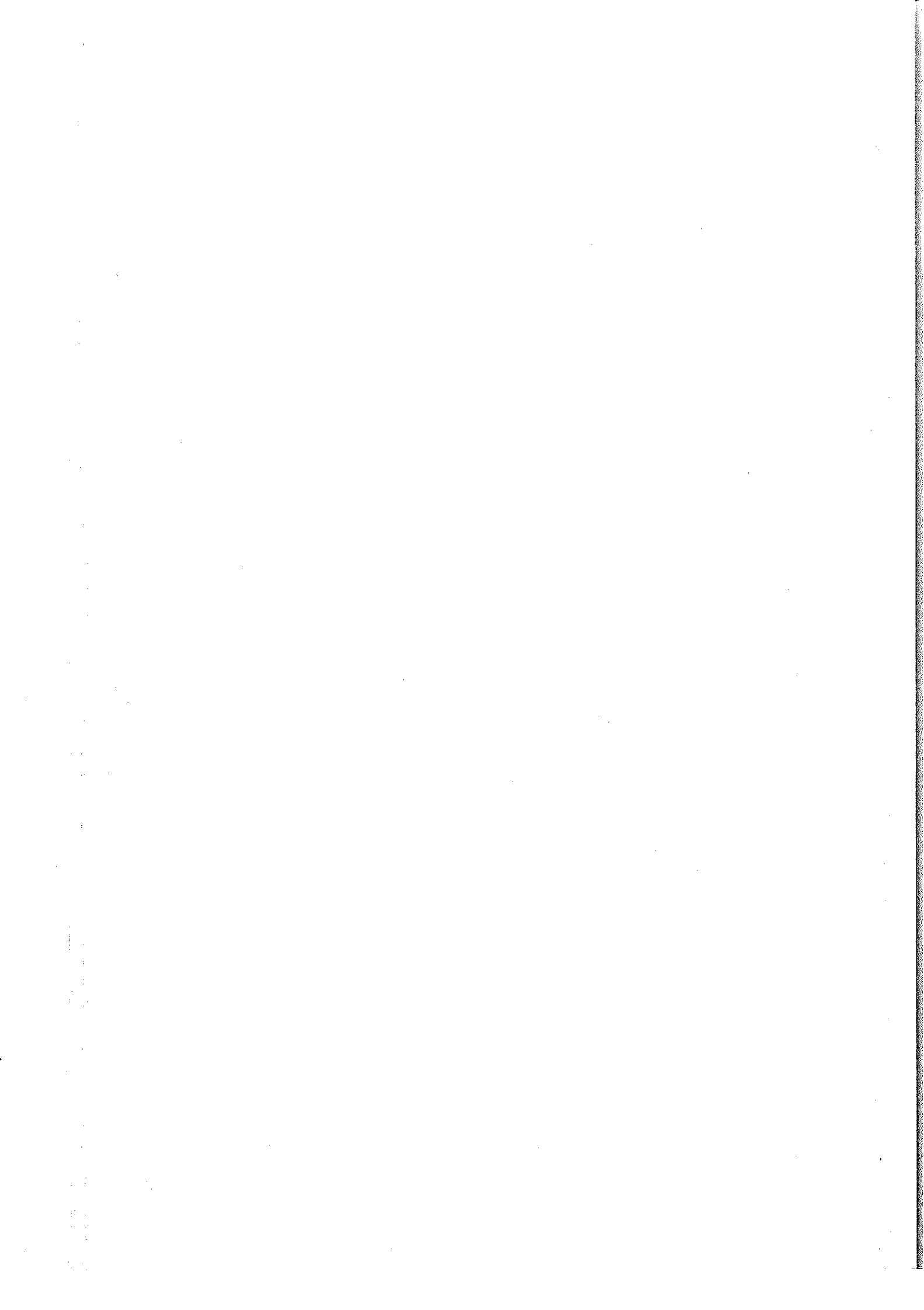
プレス加工技術相談窓口・企業訪問指導結果

No.	日付	企業名	技術相談工程	目標					現状					備考
				生産率(%)	月間売り上げ(億円)	従業員数	従業員1人当たりの売り上げ(億円)	生産率(%)	月間売り上げ(億円)	従業員数	従業員1人当たりの売り上げ(億円)			
31	2008/02/28	SUNJES Y TROQUELES PRESS	型引と打抜き	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	技術的な知識が少なく、生産設備の稼働率に悩んでいたのがおりの取り工程に際し、影響を及ぼす重要な要因を特定することができたので、CIDESIから受けた指導に感謝している。大変満足している。	
32	2008/03/03	Centro de Ingeniería Avanzada en Tlaxcohuacan S de R.L. de C.V.	せん断、曲げ、成形	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	(特殊の加工工程によるプレスの稼働率の低下により、生産量に大きな影響を及ぼしている。現状の工程を改善し、現状の設備を有効活用してプレスを稼働し、プレスの稼働率を向上させることを指導するよう指導を受けた。現在はプレスの稼働率を向上させることには成功している。)	
33	2008/10/18	SERANEROS PLANOS WORTHINGTON	曲げ	10	N/A	N/A	N/A	10	N/A	N/A	N/A	N/A	CIDESIの指導を受け、原料に選別に失敗することによる稼働の問題を指導することができたので、受けた指導は非常に効果的であった。また、CIDESIで行った材料検査の指導も非常に効果的であった。	
34		VOT AUTOMOTIVE DE MEXICO S.A. DE C.V.												
35	2008/11/02	PROMAQ	外周部取り	N/A	N/A	2	N/A	N/A	N/A	N/A	2	N/A	受けた指導に満足している。ただし、製品に生ずるかみ出しやバリをより多く取り除くための金型にも一つ追加することにはやや難点がある。プロジェクタに大きく影響するから、全体的に指導は満足している。	
36	2008/11/16	RESORTES Y PARTES S.A. DE C.V.	せん断	1	2,000,000	1	2,000,000	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	既設された指導に感謝しており、今後もCIDESIと仕事をしたい。	
37	2008/11/10	MOLDE ART S.A. DE C.V.	型引と打抜き	N/A	600	2	300	N/A	N/A	600	2	300	1は機械の工場で製品が加工できないという自分たちの考えも、CIDESIはコンピュータシミュレーションで検証していた。その意味では、CIDESIの指導が非常に役に立った。外資の経験、それは非常に貴重なことが明らかになった。それでも、CIDESIの行った指導や改善とその効果には満足している。	
38	2008/11/01	INDUSTRIA DE ESTAMPACIONES METALICAS S.A. DE C.V.	打抜き	N/A	N/A	10	N/A	N/A	N/A	N/A	10	N/A	CIDESIの指導は、ある程度の大まかなな指導も必要である。ベースと指導が非常に効果的であった。	
39		TROPLAN												
40		INDUSTRIA DE ESTAMPACIONES METALICAS S.A. DE C.V.												
41	2008/11/08	MANUFACTURAS DIVERSAS S.A. DE C.V.	打抜き	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A		

*注：()で囲った数字はCIDESI指導開始後の数値である。

キャンセル

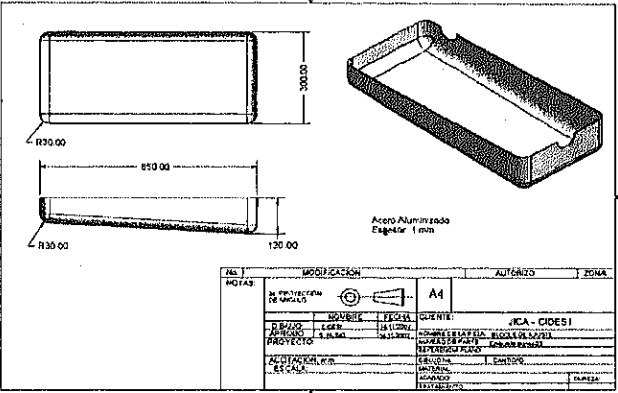
添付-11 指導記録例



INFORME DE ASESORIA TÉCNICA A EMPRESA

HERRAMENTALES Y PROCESOS DE ENSAMBLE

Nombre de la Empresa	Fecha / Período
SERVICIOS INTEGRALES DE MAQ. Y TROQUELADOS GAONA	28/09/2007 Cuarto (Sep-Nov)

Características del Producto / Herramental	Proceso:	Embutido
<p>a) Nombre de la Pieza: Concha para Escape</p> <p>b) Forma :</p>  <p>c) Material: Acero Aluminizado $\sigma_B = 40 \text{ Kg/mm}^2$</p> <p>d) Observaciones: Los planos son únicamente para efectos de cotización y no están actualizados a último nivel de Ingeniería.</p>		

Condiciones Actuales		
Actualmente está realizando la cotización del troquel para este producto, es por esto que no lo están produciendo.		
Se pretende realizar la operación en una prensa de 600 ton., pero las especificaciones las traerá en la próxima asesoría. Debido a que sólo es un plano para cotización del herramental para fabricar el producto, no aplica la cantidad de productos defectuosos.		
a) Tasa de defectos del producto:	N/A es para cotización	%
b) Productividad:	N/A es para cotización	Piezas mensuales
Número de Empleados:	10	
Venta Mensual:	\$400,000.00	

Planteamiento del Problema:

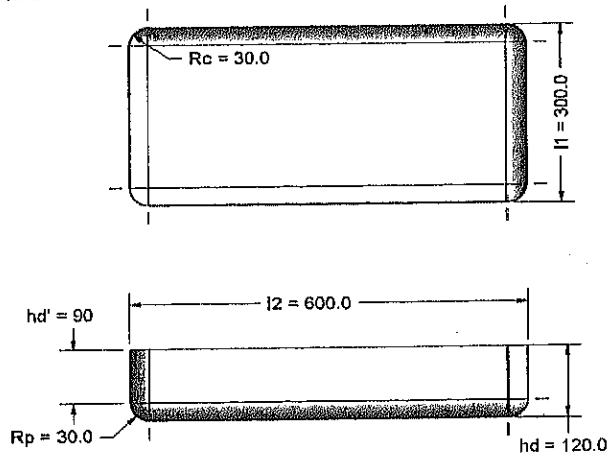
Tomando como base uno de los planos de los productos que se quieren fabricar, realizaremos los siguientes cálculos para saber las características que tendrá el proceso:

- a) Cálculo para determinar la silueta.
- b) Cálculo de la tasa límite de embutido.
- c) Cálculo de la fuerza requerida para el proceso
- d) Cálculo de la fuerza del pisador.
- e) Cálculo de la energía requerida para el proceso.
- f) Cálculos para seleccionar la prensa.
- e) Resumen de cálculos

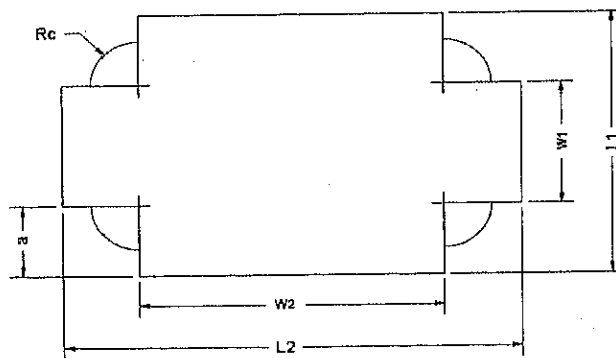
Análisis y Posibles Soluciones

a) Cálculo para determinar la silueta.

Para realizar los cálculos para la silueta tomamos como referencia uno de los planos de los productos que se realizarán, el cual tiene las siguientes dimensiones:



La silueta para este producto debe de tener la siguiente forma:



Y se utilizan las siguientes relaciones:

Para determinar el radio de las esquinas de la silueta utilizamos la siguiente fórmula:

$$R_c = \sqrt{(2r_c \cdot h_d') + r_c^2 + (1.14r_c \cdot r_p)} \quad [mm] \quad (1)$$

Donde :

R_c = Radio de las esquinas de la silueta [mm]

r_c = Radio del embutido [mm]

h_d' = Altura del embutido [mm]

r_p = Radio del fondo del embutido [mm]

Sustituyendo los valores obtenemos:

$$R_c = \sqrt{(2(30mm) \cdot (90mm)) + (30mm)^2 + (1.14(30mm) \cdot (30mm))} \quad [mm]$$

$$R_c = \sqrt{(2(30mm) \cdot (90mm)) + (30mm)^2 + (1.14(30mm) \cdot (30mm))} \Rightarrow R_c = 85.6mm$$

Para determinar la longitud a utilizamos la siguiente relación:

$$a = h_d' + \frac{\pi \cdot r_p}{2} \quad [mm] \quad (2)$$

Donde :

a = Longitud de a partir del radio [mm]

h_d' = Ancho del embutido [mm]

r_p = Radio del fondo del embutido [mm]

Por lo tanto obtenemos un valor de :

$$a = h_d' + \frac{\pi \cdot r_p}{2} \quad [mm]$$

$$a = 90mm + \frac{\pi \cdot (30mm)}{2} \Rightarrow a = 137.1mm$$

Para determinar la longitud w_1 , utilizamos la siguiente fórmula:

$$W_1 = l_1 - 2(r_p + t) \quad [mm] \quad (3)$$

Donde :

W_1 = Longitud de silueta [mm]

l_1 = Ancho del embutido [mm]

t = Espesor del material [mm]

r_p = Radio del fondo del embutido [mm]

Por lo tanto:

$$W_1 = l_1 - 2(r_p + t) \quad [mm]$$

$$W_1 = 300mm - 2(30mm + 1mm) \Rightarrow W_1 = 238mm$$

Para determinar la longitud w_2 , utilizamos la siguiente fórmula:

$$W_2 = l_2 - 2(r_p + t) \quad [mm] \quad (4)$$

Donde :

$$W_2 = \text{Longitud de silueta} \quad [mm]$$

$$l_2 = \text{Ancho del embutido} \quad [mm]$$

$$t = \text{Espesor del material} \quad [mm]$$

$$r_p = \text{Radio del fondo del embutido} \quad [mm]$$

Por lo tanto:

$$W_2 = l_2 - 2(r_p + t) \quad [mm]$$

$$W_2 = 600mm - 2(30mm + 1mm) \Rightarrow W_2 = 538mm$$

Para calcular la longitud L_1 utilizamos la siguiente fórmula:

$$L_1 = W_1 + 2 \cdot a \quad [mm] \quad (5)$$

Donde :

$$L_1 = \text{Longitud de silueta} \quad [mm]$$

$$W_1 = \text{Longitud de silueta sin radio} \quad [mm]$$

$$a = \text{Longitud a partir del radio} \quad [mm]$$

La longitud de L_1 será:

$$L_1 = W_1 + 2 \cdot a \quad [mm]$$

$$L_1 = 238mm + 2 \cdot (137.1mm) \Rightarrow L_1 = 512.2mm$$

Para calcular la longitud L_2 utilizamos la siguiente fórmula:

$$L_2 = W_2 + 2 \cdot a \quad [mm] \quad (6)$$

Donde :

$$L_2 = \text{Longitud de silueta} \quad [mm]$$

$$W_2 = \text{Longitud de silueta sin radio} \quad [mm]$$

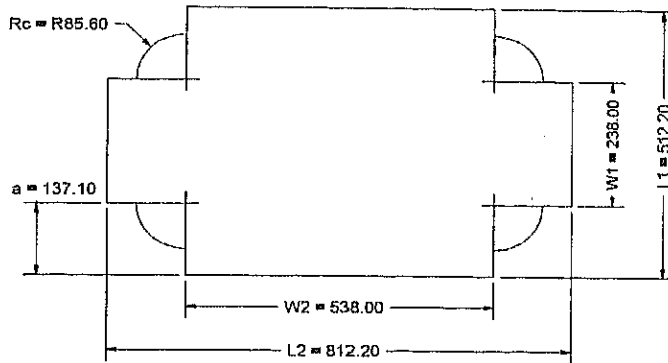
$$a = \text{Longitud a partir del radio} \quad [mm]$$

La longitud de L2 será:

$$L_2 = W_2 + 2 \cdot a \quad [mm]$$

$$L_2 = 538mm + 2 \cdot (137.1mm) \Rightarrow L_2 = 812.2mm$$

Por lo tanto la silueta deberá tener las siguientes dimensiones:



b) Cálculo de la tasa límite de embutido.

Para calcular la tasa límite de embutido tomamos como referencia la siguiente tabla.

Tasa Límite de Embutido $\frac{h}{r_c}$

	Embutido Cuadrado			Embutido Rectangular		
	0.1 ~ 0.3	0.3 ~ 1	1 ~ 2	0.1 ~ 0.3	0.3 ~ 1	1 ~ 2
0.4	2.2	2.5	2.8	2.5	2.8	3.1
0.3	2.8	3.2	3.5	3.2	3.6	3.8
0.2	3.5	3.8	4.2	3.8	4.2	4.6
0.1	4.5	5.0	5.5	4.5	5.0	5.5
0.05	5.0	5.5	6.0	5.0	5.5	6.0

El valor a tomar en la columna es:

$$\frac{r_c}{W} = \frac{30mm}{300mm} = 0.1$$

Para K1 tenemos.

$$K_1 = (W - 2 \cdot r_c) + 2 \cdot L$$

$$K_1 = (300mm - 2 \cdot (30mm)) + 2 \cdot (600mm) \Rightarrow K_1 = 1440mm$$

El valor que tomaremos en el embutido rectangular es:

$$\frac{t}{K_1} \cdot 100 = \left(\frac{1mm}{1440mm} \right) 100 = 0.07$$

Por lo tanto aplicando la relación que marca la tasa límite de embutido obtenemos:

$$\frac{h}{r_c} = 4.5$$

$$h = 4.5 \cdot r_c \Rightarrow h = 4.5 \cdot (30mm) \Rightarrow h = 135mm$$

Por lo tanto la altura máxima que se puede embutir es de $h = 135$ mm, como el producto que pretendemos fabricar tiene una altura de 120 mm, es posible realizarlo en un sólo proceso.

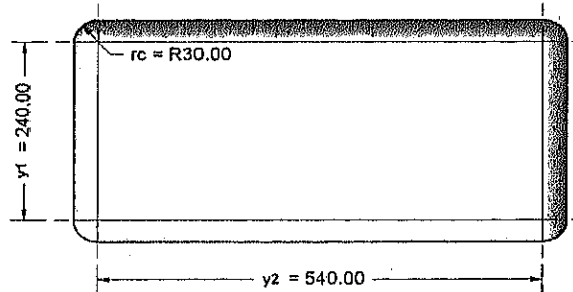
c) Cálculo de la fuerza requerida para el proceso

La fórmula para determinar la fuerza requerida para el embutido es:

$$P_{Dr} = \frac{t \cdot \sigma_B \cdot (2\pi \cdot r_c \cdot C_1 + y_t \cdot C_2)}{1000} \quad [tf] \quad (7)$$

Donde :

- P_{Dr} = Fuerza requerida para la transformación (tf)
- r_c = Radio de esquina de embutido (mm)
- y_t = Longitud total del perímetro recto (mm)
- σ_B = Resistencia a la tensión del acero 40 kgf/mm^2
- $C_1 = 1.3$ Coeficiente
- $C_2 = 0.3$ Coeficiente



Para obtener la longitud de y_t tenemos:

$$y_t = 2(y_1 + y_2)$$

$$y_t = 2(240\text{mm} + 540\text{mm}) \Rightarrow y_t = 1560\text{mm}$$

La fuerza requerida para la transformación es:

$$P_{Dr} = \frac{t \cdot \sigma_B \cdot (2\pi \cdot r_c \cdot C_1 + y_t \cdot C_2)}{1000} \quad [tf]$$

$$P_{Dr} = \frac{(1\text{mm}) \cdot (24 \text{ kgf/mm}^2) \cdot ((2\pi \cdot (30\text{mm}) \cdot (1.3)) + (1560\text{mm} \cdot (0.3)))}{1000} \Rightarrow P_{Dr} = 17\text{tf}$$

d) Cálculo de la fuerza del pisador.

Para saber la fuerza adecuada que debemos de aplicar al pisador, utilizamos:

$$P_{rB} = \frac{P_{Dr}}{3} \quad [tf] \quad (8)$$

Donde :

P_{rB} = Fuerza del pisador (tf)

P_{Dr} = Fuerza requerida para la transformación (tf)

Por lo tanto el pisador debe de tener una fuerza de:

$$P_{rB} = \frac{P_{Dr}}{3} \quad [tf]$$

$$P_{rB} = \frac{17tf}{3} \Rightarrow P_{rB} = 5.7tf$$

e) Cálculo de la energía requerida para el proceso.

Para saber cuanta energía demandara el proceso se utiliza la siguiente formula:

$$E_{Dr} = (P_{Dr} + P_{rB}) \cdot h \cdot C_D \quad [tf] \quad (9)$$

Donde :

E_{Dr} = Energía requerida para la transformación (tf)

P_{Dr} = Fuerza requerida para la transformación (tf)

P_{rB} = Fuerza de pisador (tf)

h = Longitud de carrera (mm)

C_{Dr} = Coeficiente según cuadro.

Embudo Rectangular	
	0.55 0.60 0.65 0.70 0.75 0.80
C_{Dr}	0.80 0.7 0.74 0.70 0.67 0.64

Para saber el valor de C_{Dr} consideramos la siguiente relación y la tabla de arriba:

$$\frac{l_1}{L_1} = \frac{300mm}{512.2mm} = 0.58 \approx 0.6$$

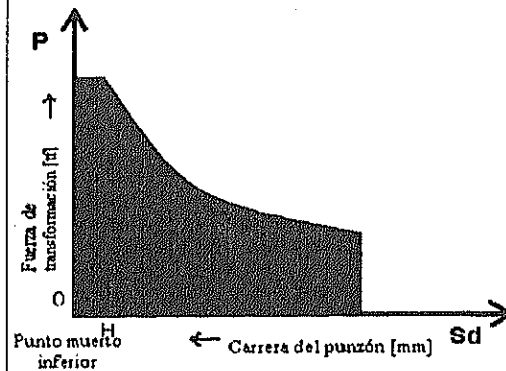
Por lo tanto la energía que se requiere para realizar el embutido es:

$$E_{Dr} = (P_{Dr} + P_{rB}) \cdot h \cdot C_D \quad [tf]$$

$$E_{Dr} = (17tf + 5.7tf)(120mm)(0.77) \Rightarrow E_{Dr} = 2097.5kgf \cdot m$$

f) cálculos para seleccionar la prensa.

La fórmula para calcular la energía de una prensa mecánica es:



$$E = P \cdot H \quad [kgf \cdot m] \quad (10)$$

Donde :

E = Energía de la Prensa ($kgf \cdot m$)

P = Capacidad de la Prensa (tf)

H = Posición donde aplica la fuerza máxima (mm)

Como muestra la gráfica, cuando la corredera va en descenso, la fuerza o capacidad de la prensa va aumentando, hasta llegar a su capacidad máxima en el punto H de la carrera de la corredera, este punto se mide tomando como referencia el punto muerto inferior.

La energía de la prensa debe ser como mínimo la energía que calculamos para realizar el proceso, consideramos:

$$E = E_{Dr} = 2097.5 kgf \cdot m$$

Tomando la fórmula 10 obtenemos:

$$E = P \cdot H \quad \Rightarrow \quad P = \frac{E}{H} \quad [tf]$$

Suponiendo que la prensa tiene una $H = 5 mm$, la prensa deberá tener la siguiente capacidad:

$$P = \frac{E_{Dr}}{H} \quad [tf]$$

$$P = \frac{2097.5 kgf \cdot m}{5 mm} \quad \Rightarrow \quad P = 420 tf$$

Por lo tanto la prensa que se necesita para realizar este proceso debe tener las siguientes características:

Capacidad	$P = 420 tf$
Energía	$E = 2100 kgf \cdot m$
Posición	$H = 5 mm$

Como se observa el valor de H es muy importante para determinar la capacidad de la prensa, durante los cálculos se obtuvo un valor de sólo 22 tf para el proceso, pero al considerar la energía que requiere el proceso, resulta que la prensa debe tener una capacidad de 420 tf, con un valor de H igual a 5 mm.

Si el valor de H aumenta la capacidad de la prensa puede ser menor, por el contrario si el valor de H baja la capacidad de la prensa debe de ser mayor.

e) Resumen de cálculos

Los cálculos realizados se pueden resumir en la siguiente tabla:

	Fuerza de Transf. (tf)	Fuerza del plisador (tf)	Fuerza Total (tf)	Energía (kgf.m)	Cap. de prensa (tf)	Valor de H (mm)
Embutido Rectangular	17	5.7	22.7	2097.5	420	5

Recomendaciones a Implementar

- 1) Realizar la cotización con base a los resultados que se obtuvieron de los cálculos.
- 2) El producto se puede realizar en un solo proceso.
- 3) La energía que requiere el proceso es muy alta, ya que el embutido tiene una altura considerable, por esto se debe cuidar la selección adecuada de la prensa, esta debe de tener un valor alto de H.

Resultados:

La empresa Servicios Integrales en Maquinados GAONA, realizó la cotización del troquel pero tendrá que esperar a que su cliente pueda darle alguna respuesta, el objetivo de la asesoría fue ayudarlo a realizar la cotización.

a) Tasa de defectos de producto después de asesoría:	N/A es para cotización	%
b) Productividad de la Empresa:	N/A es para cotización	Piezas mensuales
Número de Empleados:	10	
Venta Mensual:	\$400,000.00	

Retroalimentación hecha por la empresa:

La Cotización se presentó al cliente y todavía no han liberado el proyecto debido a que es un producto que se empezará a fabricar hasta el 2010.

Comentarios sobre asesoría de CIDESI

La asesoría sirvió a la empresa de servicios integrales de maquinados Gaona para tener una base y referencia de cómo hacer una cotización de un herramental de tamaño considerable, ya que hasta el momento no ha tenido la oportunidad de fabricar una herramienta de tales dimensiones.

Temas de Estudio	Referencia
Cálculo de Capacidad de Transformación, Embutido Rectangular.	Capítulo 9

Leciones Aprendidas

Se realizó el cálculo de la silueta para el embutido rectangular, la fuerza y la energía requerida para el proceso, además se realizó la selección de prensa para poder fabricar el producto.

CIERRE DE PROYECTO

Participantes		
Empresa	Expertos	CIDESI
Ing. Alonso Gaona	Ing. Shohachi Kurihara	Ing. Saúl Rublo Rodríguez
	Ing. Shuichi Kurozumi	Ing. Ariel Dorantes Campuzano
	Ing. Kazuo Kanazawa	Ing. José Ruíz Luna

Balance de Asesoría				
Descripción	Horas	Diseño/ Fabricación	Costo	Total
CIDESI				
Tiempo de asesoría de Expertos				
1) Ing. Kurihara	1.5			
2) Ing. Kurozumi	1.5			
3) Ing. Kanazawa	1.5			
Tiempo de asesoría de Contraparte				
1) Saúl Rublo	1.5			
2) Ariel Dorantes	1.5			
3) José Ruíz	1.5			
Empresa:				
Fabricación de piezas o dispositivos	N/A			
1)				
2)				
3)				
Implementación de cambios	N/A			
Prueba de Materiales	N/A			
Viáticos de visita	N/A			

Total: 0

Ing. Alonso Gaona
Empresa

Ing. Ariel Dorantes Campuzano
CIDESI

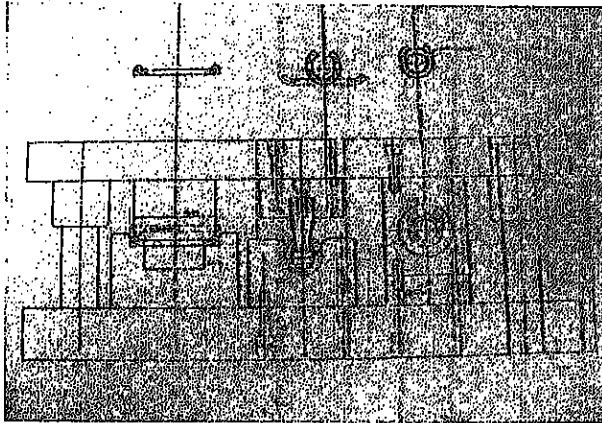
Firmas de Conformidad

CENTRO DE INGENIERÍA Y DESARROLLO INDUSTRIAL

INFORME DE ASESORIA TECNICA A EMPRESA

HERRAMIENTALES Y PROCESOS DE ENSAMBLE

Nombre de la Empresa BYPASA S.A de C.V.	Fecha / Período 09/Nov/2007 Cuarto (Sep-Nov)
---	--

Características del Producto / Herramental	Proceso: Doblado
a) Nombre de Producto: Tubo de Suspensión DHN-014	
b) Forma :	
c) Material: Lámina calibre 8 (4 mm)	
d) Observaciones:	El diseño del troquel en general es bueno, debido a que las fuerzas están bien balanceadas. Actualmente tienen varios proveedores de material, por lo tanto deben tener un buen control de las propiedades de los diferentes materiales para evitar variaciones de formado.

Condiciones Actuales del Producto

Actualmente se encuentran desarrollando este troquel de 3 estaciones, el troquel es para lograr el formado del tubo a partir de solera de 1/4". El motivo de la asesoría es presentar el diseño del troquel a expertos Japoneses y que ellos expresen sus recomendaciones. El principal problema que se les está presentado es que no logran el cierre total del tubo. La alimentación es manual.

a) Tasa de defectos del producto:	15	%
b) Productividad:	45000	Piezas mensuales
Número de Empleados (para este producto):	7	
Venta Mensual:	\$50,000.00	

Planteamiento del Problema:

Se presenta el diseño y estructura del herramental para realizar un análisis y hacer algunas recomendaciones referente a las especificaciones de la prensa para lograr el formado optimo del producto.

El troquel está diseñado para lograr el formado de la siguiente pieza.

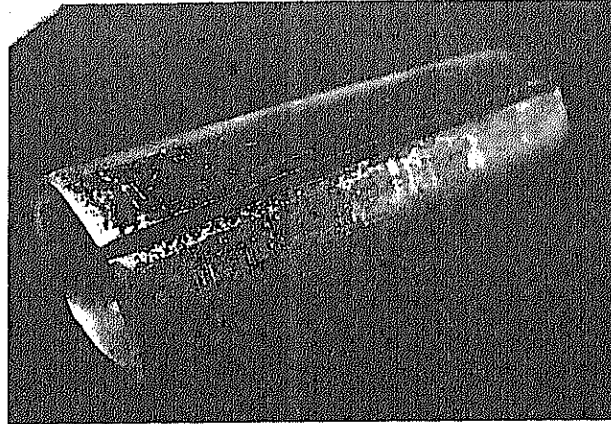


Figura 2.2: Producto con problemas.

El diseño que presenta BYPASA consta de 3 estaciones, figura 2.1.

Estación 1: Doblado de puntas

En este proceso realizan el doblado de los extremos, este doblado lo hacen con el radio final del producto y con un ángulo de 30°.

Estación 2: Doble del centro

En esta estación se realiza el formado de la pieza aplicando la fuerza en el centro de la misma, el radio que tiene el punzón es igual al radio del producto final. La forma de sacar el producto es manual.

Estación 3: Cierre del Producto

En esta estación se realiza el cierre del producto, para lograr controlar la dimensión final del diámetro interior, se coloca una pieza que actúa como corazón para formar el producto, este proceso es semi - automático, consta de un cilindro neumático que introduce y retira la pieza en cada proceso.

Análisis y Posibles Soluciones

- 1) Es un buen diseño, debido a que las fuerzas están bien balanceadas, con esto podemos evitar tener carga excéntrica en la prensa.
- 2) Para el primer proceso sólo se corroboró si el radio y el ángulo que estaban utilizando era el adecuado.
- 3) Al analizar el segundo proceso sólo se sugirió que se implementara una guía para lograr que el producto proveniente de la estación 1, pueda quedar correctamente centrado para realizar esta segunda operación.

Recomendaciones a Implementar

- 1) Para lograr obtener un buen cierre de producto, tenemos que evitar el rebote del material y para esto tenemos que considerar y tener muy en cuenta las características del material a procesar especialmente su valor n.
- 2) En la silueta, debemos de verificar que la dirección de ambos cortes sea en el mismo sentido.
- 3) En el tercer proceso se recomendó que en el herramental superior se realizara un pequeño chaflán, esto para darle un poco de espacio al material.
- 4) Se estimó que para realizar cada proceso se necesita alrededor de 23 tf, por lo que necesitaríamos una prensa de más de 70 tf.
- 5) En cuanto a la energía requerida para el proceso se estima que sea alrededor de 300 kgf-m, por lo que la prensa seleccionada deberá ser capaz de desarrollar esta energía. Este es el punto en el que debemos de tener cuidado.
- 6) El cliente nos confirmó que utilizará una prensa de 100 tf.
- 7) Como la energía que requiere el formado es de aproximadamente 300 kgf – m, la prensa deberá tener una H de 3 o más.

Resultados:

La empresa ha hecho las implementaciones y se ha mejorado el producto, tiene algunas dudas en cuanto al cálculo de la fuerza de transformación y energía requerida.

Tienen aún problemas para cumplir las dimensiones finales y el cierre del tubo, pero se le seguirá dando seguimiento a este producto para mejorarlo en lo posible.

a) Tasa de defectos de producto después de asesoría:	2	%
b) Productividad de la Empresa:	200	Piezas mensuales
Número de Empleados (para este producto):	8	
Venta Mensual:	\$50,000.00	

Retroalimentación hecha por la empresa:

Cabe mencionar que después de la asesoría sólo se ha hecho una corrida de 200 pzs. Por lo que el dato de la tasa de defectivo puede variar en la corrida piloto programada en la semana del 10-14-mar-08 que serán aproximadamente 1000 pzs.

Comentarios sobre asesoría de CIDESI

Las personas de la empresa se mostraron entusiasmadas con el servicio de asesoría que se les brindó, y están dispuestos a seguir en contacto para retroalimentar a CIDESI de los resultados que se vayan obteniendo.

Temas de Estudio	Referencia
Corte de Silueta, Doblado, Cálculo de dimensiones de Silueta y Calculo de especificaciones de la Prensa.	Capitulo 21. Segundo Periodo del Ing. Shuichi Kurozumi Capitulo 7. Segundo Periodo Ing. Shohachi Kurihara

Lecciones Aprendidas

La importancia del valor "n" y orientación de zona de rebaba para el proceso de doblado y además de un adecuado diseño de proceso para determinado producto. La importancia de cumplir con las condiciones mínimas necesarias para el buen funcionamiento de la prensa.

Seguimiento al Producto

Ventanilla	Planta	Fecha
1		26/09/2007
1		05/10/2007
2	0	Total

Informe escrito por: Ing. Jesús Ayala Torres

CIERRE DE PROYECTO

Participantes		
Empresa	Expertos	CIDESI
Ing. Armando León	Ing. Shohachi Kurihara	Ing. Saúl Rubio Rodríguez
Ing. Eduardo Laureano Cuadros	Ing. Shuichi Kurozumi	Ing. Ariel Dorantes Campuzano
		Ing. José Ruiz Luna

Balance de Asesoría				
Descripción	Horas	Diseño/ Fabricación	Costo	Total
CIDESI				
Tiempo de asesoría de Expertos				
1) Ing. Shohachi Kurihara	2			
2) Ing. Shuichi Kurozumi	2			
3) Ing. Kazuo Kanazawa	2			
Tiempo de asesoría de Contraparte				
1) Ing. Saúl Rubio R.	2			
2) Ing. Ariel Dorantes C.	2			
3) Ing. José Ruiz Luna	2			
Empresa:				
Fabricación de piezas o dispositivos	N/A			
1)				
2)				
3)				
Implementación de cambios	N/A			
Prueba de Materiales	N/A			
Viáticos de visita	N/A			

Total:

Ing. Armando León
Empresa

Ing. Ariel Dorantes Campuzano
CIDESI

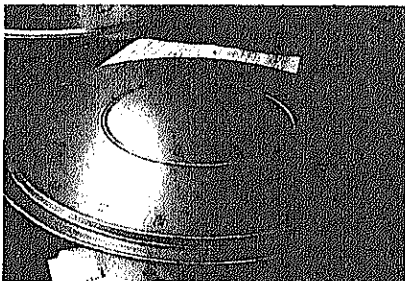
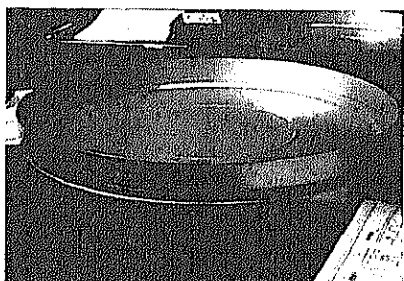
Firmas de Conformidad

CENTRO DE INGENIERÍA Y DESARROLLO INDUSTRIAL

INFORME DE ASESORIA TECNICA A EMPRESA

HERRAMIENTALES Y PROCESOS DE ENSAMBLE

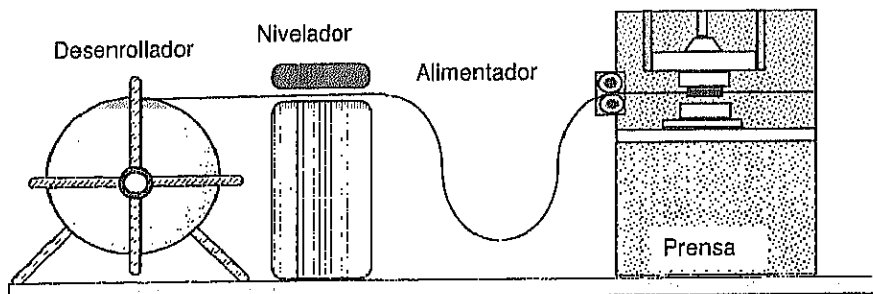
Nombre de la Empresa	Fecha / Periodo
EIKA MEXICO S.A DE C.V.	09/Jun/2008 Sexto (May-Jul)

Características del Producto / Herramental	Proceso: Embuido
<p>a) Nombre de Producto: Cazoleta Ø 300</p> <p>b) Forma :</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>c) Material: Acero Galvanizado espesor de 0.6 mm</p> <p>d) Observaciones: Anteriormente la empresa ya estaba fabricando esta pieza sin problema aparente, este surgió a partir del cambio de lote de materia prima.</p>	

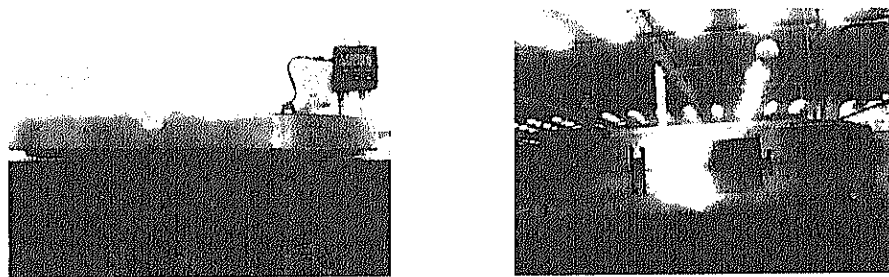
Condiciones Actuales del Producto		
<p>El producto actualmente no se realiza en la planta de Eika, se subcontrata a otra empresa para su maquila, aunque Eika les proporciona el material para su fabricación, el proceso de fabricación es el siguiente, teniendo el material en rollo, se utiliza un desenrollador para alimentar a la prensa y de un golpe se realiza el corte de la silueta y el embuido de la misma, posteriormente se le aplican otros procesos, pero es en este punto donde se presenta el problema de planicidad.</p> <p>Un punto muy importante que nos mencionan es que el proveedor cambio de línea para fabricar el material, posteriormente las piezas resultaron con defectos, además que en el reporte de las propiedades del material no aparecen los valores de "n" y "r".</p>		
a) Tasa de defectos del producto:	10 %	
b) Productividad:	Confidencial	Pzas./mes
Número de Empleados (para este producto):	Confidencial	
Venta Mensual:	Confidencial	

Planteamiento del Problema:

El producto que se fabrica es una Cazoleta de diámetro de 300 mm, el material esta en rollo y es alimentado por medio de un desenrollador, (no utilizan nivelador), posterior a esto se realiza un proceso donde se realiza el corte de silueta y el embutido, aquí es el punto donde se presenta el problema.



El problema que se presenta es que el producto embutido no cumple con la planicidad que se pide en el plano,



En las figuras anteriores se puede observar que la cazoleta esta sufriendo deformación (pandeo).

Análisis y Posibles Soluciones

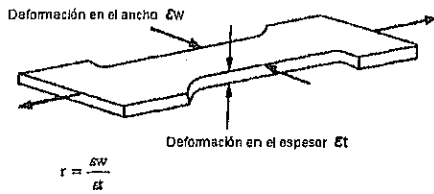
1.- El problema se puede estar presentando solamente por el cambio de materia prima, por lo general cuando se compra material a cualquier proveedor, se recomienda solicitarle un reporte de las propiedades físicas que contiene el material, como lo es su punto de cedencia, la elongación, valor "n", valor "r", etc. Estos valores nos servirán para poder mantener controlado el proceso, en este caso el valor crítico es el valor "n" que tenga el material, ya que nos afecta directamente en la formabilidad para el proceso de embutido.

El proveedor de Eika les proporciona un reporte de las propiedades del material, pero no incluyen el valor de "r", que es el punto importante para nosotros, se mencionó que con el material anterior las piezas no estaban presentando este problema, una solución será calcular el valor de "r" que tiene el material anterior y calcular también el valor de "r" del material nuevo, y ver la diferencia que existe, se debe de controlar el valor de "r" con el que la pieza resultó bien.

El método para realizar el cálculo del valor de "r", es el siguiente:

En la prueba de tensión, el valor "r" es la relación entre la deformación logarítmica en la dirección del ancho de la lámina " ϵ_w " y la deformación logarítmica en la dirección del espesor " ϵ_t " de la porción paralela de la probeta.

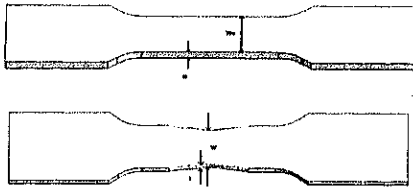
Para realizar el cálculo del valor de "r" se necesita maquinar 3 probetas del material a evaluar, estas probetas ya están normalizadas, se requiere cortar una probeta a 0° con respecto a la laminación del material, otra a 45° y una mas a 90°.



Las probetas son:

- 0°
- 45°
- 90°

Se marcan 2 puntos en la probeta, después se aplica una deformación del 20% en una máquina de tensión y se miden las deformaciones sufridas en dirección "ξw" (ancho de la probeta) y "ξl" (largo de probeta), para saber la deformación de solamente utilizamos un Vernier para medir la disminución del espesor w, y para saber las deformación medimos la distancia a la que quedaron los puntos marcados al inicio de la prueba. El cociente de estos valores representa el valor de r.



$$r = \frac{\epsilon w}{\epsilon t} = \frac{\ln \frac{w_a}{w}}{\ln \frac{t_a}{t}}$$

Se calcula un valor de "r" para cada probeta, y como estos valores tendrán variación se utiliza un valor de "r" promedio, calculado mediante la siguiente formula:

$$\bar{r} = \frac{(r_0 + 2r_{45} + r_{90})}{4}$$

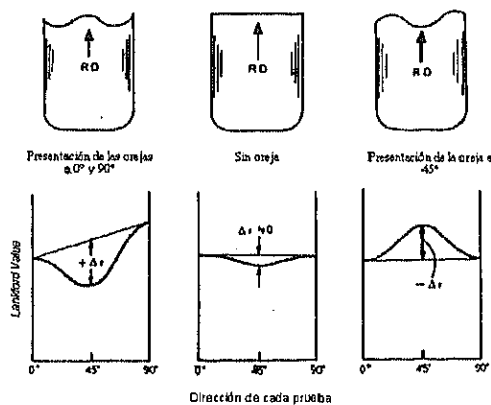
El valor "r" tiene una correlación estrecha con la formabilidad para embutido profundo; cuanto mayor sea el valor "r" de los materiales, se considera que tendrán mejor formabilidad para el embutido.

La anisotropía plana de la probeta se representa por "Δr".

$$\Delta r = \frac{(r_0 + r_{90} - 2r_{45})}{2}$$

"Δr" tiene una relación con las orejas que se producen en un recipiente conformado por embutido profundo. Como se indica en la Figura, bajo la condición de:

- * Δr > 0, las orejas se forman en la dirección de 0 y 90 grados,
- * Δr < 0, se forman en la dirección de 45 grados.



Recomendaciones a Implementar

- 1) Realizar la prueba del material con el que la pieza no estaba presentando problemas para conocer sus propiedades mecánicas, y principalmente el valor "r", posteriormente realizar la misma prueba con el material nuevo y también calcular su valor "r" seguramente el valor "r" del material nuevo es mas bajo que el del material anterior, lo que debemos de controlar es que el material a utilizar tenga un valor "r" adecuado, se debe solicitar al proveedor que el material que nos venda tenga el valor "r" optimo para realizar la transformación de embutido.
- 2) Se recomienda también el uso de un alimentador de material que contenga un nivelador, ya que esto ayuda a liberar esfuerzos en el material, el rango del nivelador debe ser de 0.3 - 0.9 mm.
- 2) El control de calidad de Eika debe de verificar que las propiedades mecánicas del material sean las adecuadas cada que se compre un lote de material, para evitar variaciones en sus productos y perdida de tiempo y dinero por defectos en los mismos.

Resultados:

a) Tasa de defectos de producto después de asesoría:	2 %	
b) Productividad de la Empresa:	Confidencial	Pzas.
Número de Empleados (para este producto):	Confidencial	
Venta Mensual:	Confidencial	

Retroalimentación hecha por la empresa:

Actualmente se encuentran negociando con proveedor de la materia prima la calidad de su material, es el primer paso para poder controlar el defecto del producto.

Comentarios sobre asesoría de CIDESI

Las personas de la empresa Eika se mostraron entusiasmadas con el servicio de asesoría que se les brindó, y están dispuestos a seguir en contacto para retroalimentar a CIDESI de los resultados que se vayan obteniendo.

Temas de Estudio	Referencia
Características del material para procesar en estampado y troquelado.	Capitulo 10. Segundo Periodo del Ing. Kurihara Capitulo 18. Tercer Periodo Ing. Shohachi Kurihara

Lecciones Aprendidas

Dentro del trabajo del estampado metálico es de suma importancia tomar en cuenta las propiedades del material a procesar, en este caso el valor "r" es el crítico para nuestra transformación, por lo tanto debemos evitar que exista mucha variación entre un lote y otro. Este trabajo le corresponde al control de calidad de la empresa.

Seguimiento al Producto

Ventanilla	Planta	Fecha
1		09/06/2008
1		Total

Informe escrito por: Ing. José Ruiz Luna

CIERRE DE PROYECTO

Empresa	Participantes	
	Expertos	CIDESI
Ing. Vanesa Sánchez Velásquez	Ing. Shohachi Kurihara	Ing. Cristian Ávila Altamirano
	Ing. Kazuo Kanazawa	Ing. Ariel Dorantes Campuzano
	Ing. Koyu Shimizu	Ing. José Ruiz Luna

Balance de Asesoría				
Descripción	Horas	Diseño/ Fabricación	Costo	Total
CIDESI				
Tiempo de asesoría de Expertos				
1) Ing. Shohachi Kurihara	2			
2) Ing. Koyu Shimizu	2			
3) Ing. Kazuo Kanazawa	2			
Tiempo de asesoría de Contraparte				
1) Ing. Cristian Ávila Altamira	2			
2) Ing. Ariel Dorantes Campuzano	2			
3) Ing. José Ruiz Luna	2			
Empresa:				
Fabricación de piezas o dispositivos	N/A			
1)				
2)				
3)				
Implementación de cambios	N/A			
Prueba de Materiales	N/A			
Viáticos de visita	N/A			

Total:

Ing. Vanesa Sánchez Velásquez
Empresa

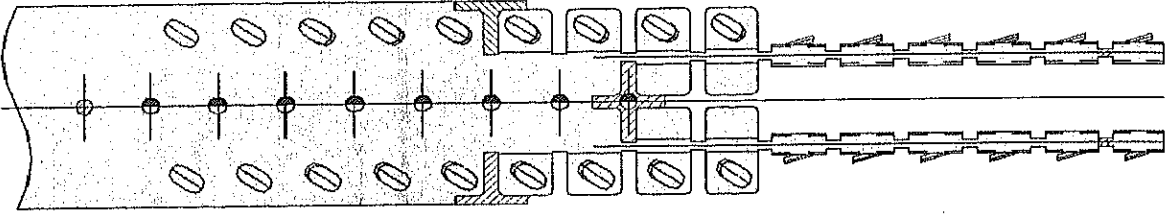
Ing. Ariel Dorantes Campuzano
CIDESI

Firmas de Conformidad

CENTRO DE INGENIERÍA Y DESARROLLO INDUSTRIAL
INFORME DE ASESORIA TECNICA A EMPRESA

HERRAMIENTALES Y PROCESOS DE ENSAMBLE

Nombre de la Empresa	Fecha / Periodo
RESORTES Y PARTES S.A. DE C.V.	28-JUL-08 / SEXTO

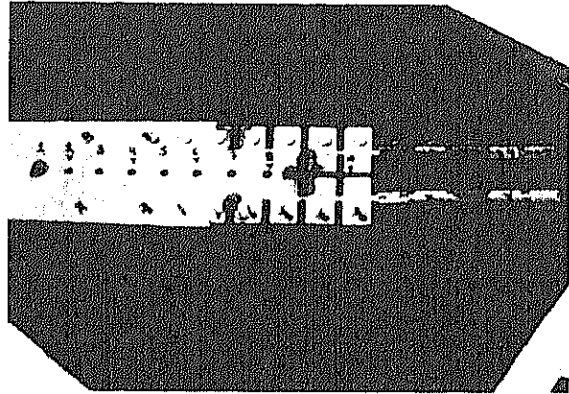
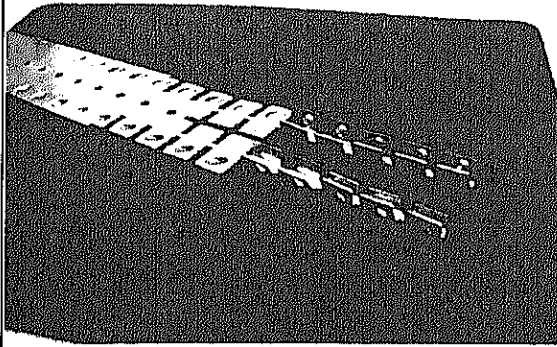
Características del Producto / Herramental	Proceso: CORTE, DOBLEZ Y FORMADO
a) Nombre de Producto: CORTADOR DE HILO DENTAL	
b) Forma :	
	
c) Material: Acero Inoxidable 304	
d) Observaciones: Esta pieza ya la producen, solo que se requiere realizar un cambio, para ello están diseñando un nuevo herramental.	

Condiciones Actuales del Producto
<p>Actualmente ya están produciendo esta pieza de manera correcta, el herramental es progresivo, el volumen de producción es de 9,000,000 pzas / mes, la prensa tiene una capacidad de 35 T, uno de sus problemas es el continuo despostillamiento del punzón o de la matriz, por lo que requieren que se analice su proceso de fabricación y realizar algunas recomendaciones para mejorar su proceso.</p> <p>Otro punto es que actualmente se encuentran diseñando un nuevo troquel para fabricar esta misma pieza, el motivo de este nuevo troquel es que por especificaciones de su cliente la pieza sufrirá un pequeño cambio.</p>
<p>a) Tasa de defectos del producto: 3 %</p> <p>b) Productividad:</p> <p>Número de Empleados (para este producto): 1 persona/turno</p> <p>Venta Mensual: 9,000,000 piezas/mes</p>

Planteamiento del Problema:

Para realizar el planteamiento del problema lo dividiremos en 2 partes:

Como primer punto nos enfocaremos en el herramental que ya están produciendo, analizaremos los cálculos de fuerza y energía de cada proceso, cálculos de claros adecuados, y una revisión general del herramental. Además de analizar la prensa donde se está trabajando este herramental.



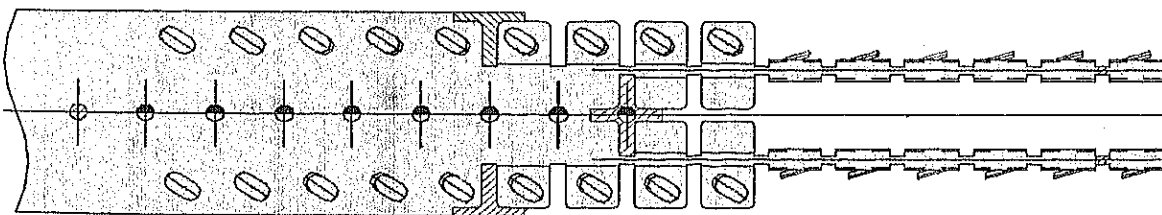
El diseño de la tira consta de 15 estaciones para realizar el producto.

Como segundo punto analizaremos el nuevo diseño que esta desarrollando la empresa Resortes y Partes, y se realizaran observaciones respecto al herramental.

Análisis y Posibles Soluciones

A) Análisis de diseño de tira de Herramental Actual:

1) Realizaremos el análisis de la tira del herramental progresivo:

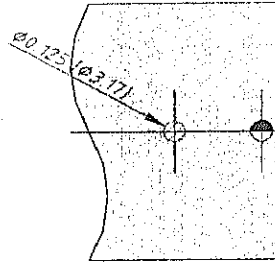


La tira consta de 16 estaciones, las cuales describiremos y analizaremos a continuación:

- Estación 1: Punzonado.
- Estación 2: Vacía.
- Estación 3: Formado.
- Estación 4: Vacía.

- Estación 5: Corte de lengüeta.
- Estación 6: Vacía.
- Estación 7: Corte de Silueta lateral.
- Estación 8: Vacía.
- Estación 9: Corte de Silueta central.
- Estación 10: Vacía.
- Estación 11 Vacía.
- Estación 12: Predoble en U.
- Estación 13: Vacía.
- Estación 14: Doble en U.
- Estación 15: Vacía.
- Estación 16: Corte de la pieza.

Estación 1: Punzonado.



Realizaremos los cálculos para este proceso:

Cálculo de Fuerza de transformación:

Utilizamos la siguiente fórmula:

$$P_s = \frac{l \cdot t \cdot k_s}{1000} \quad (1)$$

Donde :

P_s : Fuerza para corte o troquelado [tf o kN]

l : Longitud de corte [mm]

t : Espesor de la lámina [mm]

k_s : Resistencia del corte $\left[\frac{\text{kgf}}{\text{mm}^2} \text{ o Mpa} \right]$

$$k_s = 0.8 \sigma_B$$

Para nuestro caso :

$$\sigma_B = 65 \frac{\text{Kgf}}{\text{mm}^2} \Rightarrow k_s = 0.8 \times 65 = 52 \frac{\text{Kgf}}{\text{mm}^2}$$

Y la longitud de corte será.

$$l = \pi \cdot D \quad [\text{mm}]$$

Por lo tanto :

$$l = \pi \cdot (3.17 \text{ mm}) \Rightarrow l = 9.95 \text{ mm}$$

Sustituyendo en la fórmula 1, obtenemos:

$$P_s = \frac{l \cdot t \cdot k_s}{1000}$$

$$P_s = \frac{(9.95 \text{ mm}) \cdot (0.5 \text{ mm}) \cdot (52 \text{ kgf/mm}^2)}{1000} \Rightarrow P_s = 0.26 \text{ tf}$$

Calculo de Fuerza del Pisador:

La fuerza del pisador la calculamos con la siguiente formula:

$$P_{SB} = \alpha_2 \cdot P_S \quad [tf] \quad (2)$$

Donde :

P_{SB} = Fuerza de Pisador [tf]

P_S = Fuerza para realizar el corte.

α_2 = Coeficiente

Operación de un recorrido 0.1-0.2

Operación continua 0.2-0.3

Para nuestro caso utilizamos el coeficiente igual a 0.3 ya que es operación continua, sustituyendo en la formula 2 obtenemos:

$$P_{SB} = \alpha_2 \cdot P_S \quad [tf]$$

$$P_{SB} = (0.3) \cdot (0.26tf) \Rightarrow P_{SB} = 0.08tf$$

Calculo de la Energía:

La energía que requiere el proceso lo calculamos de la siguiente manera:

$$E_{ST} = [(P_S \times f_p) + P_{SB}] \times t \quad (3)$$

Donde :

E_{ST} = Energía para realizar el corte [kgf · m]

P_S = Fuerza para realizar el corte [tf]

P_{SB} = Fuerza de pisador [tf]

f_p = Tasa del espesor del material.

Para nuestro caso $f_p = 0.5$, por lo tanto:

$$E_{ST} = [(P_S \cdot f_p) + P_{SB}] \cdot t$$

$$E_{ST} = [((0.26) \cdot (0.5))tf + 0.08tf] \cdot (0.5mm) \Rightarrow E_{ST} = 0.11 \text{ kgf/mm}^2$$

Calculo de Claro adecuado:

Para saber cual es el claro que debe existir entre matriz y punzón, utilizamos la siguiente formula:

$$C = \left(1 - \frac{e}{t}\right) \cdot t \cdot \tan \theta \quad [mm] \quad (4)$$

Donde :

C = Claro de Transformación (mm)

$\frac{e}{t}$ = Tasa de penetración

t = Espesor del material (mm)

θ = Angulo de grieta ($6^\circ \approx 7^\circ$)

$\tan \theta = 0.11$

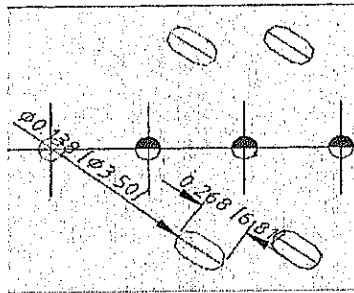
Para nuestro caso el valor de $e/t = 0.5$, sustituyendo los valores en la formula 4, obtenemos:

$$C = \left(1 - \frac{e}{t}\right) \cdot t \cdot \tan \theta \quad [mm]$$

$$C = (1 - 0.5) \cdot (0.5mm) \cdot (0.11) \Rightarrow C = 0.027mm$$

Estación 2: Vacía.

Estación 3: Formado / Embutido.



Área Comprimida

$$A_c = 3.5 \times 6.8$$

$$A_c = 23.8$$

$$A_c = 25 \text{ mm}^2$$

Los cálculos que realizaremos para este proceso serán:

Calculo de Fuerza de transformación:

Utilizamos la siguiente formula para determinar la fuerza de la transformación:

$$P_C = \frac{A_c \cdot kfm \cdot C_e}{1000} \quad [tf] \quad (5)$$

Donde :

P_C = Fuerza de formado [tf]

A_c = Area comprimida [mm^2]

kfm = Resistenci a promedio de transform ación [kgf/mm^2]

C_e = Coeficient e restrictiv o.

$P_y = kfm \cdot C_e$ (Por tabla)

Para nuestro caso el valor de $P_y = 65 \text{ kgf}/\text{mm}^2$, ya que estamos trabajando con acero inoxidable, y el valor del área comprimida la determinamos midiendo al área que estamos comprimiendo, que será igual a $A_{c1} = 25 \text{ mm}^2$, como son 2 formados el área será $A_c = 50 \text{ mm}^2$, sustituyendo estos valores en la formula 5, obtenemos:

$$P_C = \frac{A_c \cdot kfm \cdot C_e}{1000}$$

$$P_C = \frac{(50\text{mm}^2) \cdot (65 \text{ kgf}/\text{mm}^2)}{1000} \Rightarrow P_C = 3.3tf$$

Calculo de la energía:

Para saber cual es la energía que requiere la transformación, utilizamos la siguiente formula:

$$E_c = P_c \cdot h_v \cdot C_v \quad [kgf \cdot m] \quad (6)$$

Donde :

P_c = Fuerza de formado [tf]

h_v = Longitud de carrera para la transformación [mm]

C_v = Coeficiente (0.7 ~ 0.95)

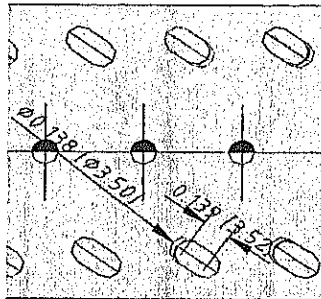
La longitud de carrera de transformación será la altura de formado, la cual es de $h_v = 0.5$ mm, y el coeficiente lo tomaremos como $C_v = 0.95$, sustituyendo los valores en la fórmula 6, obtenemos:

$$E_c = P_c \cdot h_v \cdot C_v \quad [kgf \cdot m]$$

$$E_c = (3.3tf) \cdot (0.5mm) \cdot (0.95) \Rightarrow E_c = 1.6kgf \cdot m$$

Estación 4: Vacía.

Estación 5: Corte de Lengüeta.



Longitud de Corte

$$l = 3.5 + 3.5 + 3.5$$

$$l = 10.5 \text{ mm}$$

Tomamos

$$l = 11 \text{ mm}$$

Los cálculos que realizaremos serán:

Calculo de Fuerza de transformación:

Utilizamos nuevamente la fórmula 1:

$$P_s = \frac{l \cdot t \cdot k_s}{1000}$$

Como son 2 cortes, la longitud de corte será: $l = 22mm$

Sustituyendo en la fórmula 1, obtenemos:

$$P_s = \frac{l \cdot t \cdot k_s}{1000}$$

$$P_s = \frac{(22mm) \cdot (0.5mm) \cdot (52kgf/mm^2)}{1000} \Rightarrow P_s = 0.6tf$$

Calculo de Fuerza del Pisador:

Para la fuerza del pisador utilizamos la fórmula 2:

$$P_{SB} = \alpha_2 \cdot P_s \quad [tf]$$

Para nuestro caso utilizamos el coeficiente igual a 0.3 ya que es operación continua, sustituyendo en la formula 2 obtenemos:

$$P_{SB} = \alpha_2 \cdot P_s \quad [tf]$$

$$P_{SB} = (0.3) \cdot (0.6tf) \Rightarrow P_{SB} = 0.2tf$$

Calculo de la Energía:

La energía que requiere el proceso lo calculamos con la formula 3:

$$E_{ST} = [(P_s \times f_p) + P_{SB}] \times t$$

Para nuestro caso $f_p = 0.5$, por lo tanto:

$$E_{ST} = [(P_s \cdot f_p) + P_{SB}] \cdot t$$

$$E_{ST} = [(0.6) \cdot (0.5)]tf + 0.2tf \cdot (0.5mm) \Rightarrow E_{ST} = 0.3 \text{ kgf/mm}^2$$

Calculo de Claro adecuado:

Para saber cual es el claro que debe existir entre matriz y punzón, utilizamos la formula 4:

$$C = \left(1 - \frac{e}{t}\right) \cdot t \cdot \tan \theta \quad [mm]$$

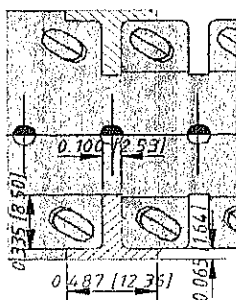
Para nuestro caso el valor de $e/t = 0.5$, sustituyendo los valores en la formula 4, obtenemos:

$$C = \left(1 - \frac{e}{t}\right) \cdot t \cdot \tan \theta \quad [mm]$$

$$C = (1 - 0.5) \cdot (0.5mm) \cdot (0.11) \Rightarrow C = 0.027mm$$

Estación 6: Vacía.

Estación 7: Corte de Silueta Lateral.



Longitud de Corte:

$$l = 1.7 + 5 + 8.5 + 2.5 + 8.5 + 5$$

$$l = 31.2 \text{ mm}$$

Tomamos:

$$l = 32 \text{ mm}$$

Los cálculos que realizaremos serán:

Calculo de Fuerza de transformación:

Utilizamos la formula 1:

$$P_s = \frac{l \cdot t \cdot k_s}{1000}$$

Como son 2 cortes, la longitud total será: $l = 64mm$

Sustituyendo en la formula 1, obtenemos:

$$P_s = \frac{l \cdot t \cdot k_s}{1000}$$

$$P_s = \frac{(64mm) \cdot (0.5mm) \cdot (52 \text{ kgf/mm}^2)}{1000} \Rightarrow P_s = 1.7tf$$

Calculo de Fuerza del Pisador:

Para la fuerza del pisador utilizamos la formula 2:

$$P_{SB} = \alpha_2 \cdot P_s \quad [tf]$$

Para nuestro caso utilizamos el coeficiente igual a 0.3 ya que es operación continua, sustituyendo en la formula 2 obtenemos:

$$P_{SB} = \alpha_2 \cdot P_s \quad [tf]$$

$$P_{SB} = (0.3) \cdot (1.7tf) \Rightarrow P_{SB} = 0.51tf$$

Calculo de la Energía:

La energía que requiere el proceso lo calculamos con la formula 3:

$$E_{ST} = [(P_s \times f_p) + P_{SB}] \times t$$

Para nuestro caso $f_p = 0.5$, por lo tanto:

$$E_{ST} = [(P_s \cdot f_p) + P_{SB}] \cdot t$$

$$E_{ST} = [((1.7) \cdot (0.5))tf + 0.51tf] \cdot (0.5mm) \Rightarrow E_{ST} = 0.7 \text{ kgf/mm}^2$$

Calculo de Claro adecuado:

Para saber cual es el claro que debe existir entre matriz y punzón, utilizamos la formula 4:

$$C = \left(1 - \frac{e}{t}\right) \cdot t \cdot \tan \theta \quad [mm]$$

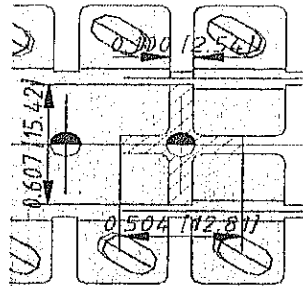
Para nuestro caso el valor de $e/t = 0.5$, sustituyendo los valores en la formula 4, obtenemos:

$$C = \left(1 - \frac{e}{t}\right) \cdot t \cdot \tan \theta \quad [mm]$$

$$C = (1 - 0.5) \cdot (0.5mm) \cdot (0.11) \Rightarrow C = 0.027mm$$

Estación 8: Vacfa.

Estación 9: Corte de Silueta Central.



Longitud de Corte:

$$l = (2 \cdot (12.81 - 2.54)) + (2 \cdot (15.42 - 2.54)) + (3 \cdot 2.54)$$

$$l = 20.54 + 25.76 + 7.62$$

$$l = 53.96$$

Tomamos:

$$l = 54 \text{ mm}$$

Los cálculos que realizaremos serán:

Calculo de Fuerza de transformación:

Utilizamos la formula 1:

$$P_s = \frac{l \cdot t \cdot k_s}{1000}$$

Y la longitud de corte será: $l = 54 \text{ mm}$

Sustituyendo en la formula 1, obtenemos:

$$P_s = \frac{l \cdot t \cdot k_s}{1000}$$

$$P_s = \frac{(54 \text{ mm}) \cdot (0.5 \text{ mm}) \cdot (52 \text{ kgf/mm}^2)}{1000} \Rightarrow P_s = 1.4 \text{ tf}$$

Calculo de Fuerza del Pisador:

Para la fuerza del pisador utilizamos la formula 2:

$$P_{SB} = \alpha_2 \cdot P_s \quad [tf]$$

Para nuestro caso utilizamos el coeficiente igual a 0.3 ya que es operación continua, sustituyendo en la formula 2 obtenemos:

$$P_{SB} = \alpha_2 \cdot P_s \quad [tf]$$

$$P_{SB} = (0.3) \cdot (1.4 \text{ tf}) \Rightarrow P_{SB} = 0.4 \text{ tf}$$

Calculo de la Energía:

La energía que requiere el proceso lo calculamos con la formula 3:

$$E_{ST} = [(P_s \times f_p) + P_{SB}] \times t$$

Para nuestro caso $f_p = 0.5$, por lo tanto:

$$E_{ST} = [(P_s \cdot f_p) + P_{SB}] \cdot t$$

$$E_{ST} = [(1.4) \cdot (0.5)] \text{ tf} + 0.4 \text{ tf} \cdot (0.5 \text{ mm}) \Rightarrow E_{ST} = 0.6 \text{ kgf/mm}^2$$

Calculo de Claro adecuado:

Para saber cual es el claro que debe existir entre matriz y punzón, utilizamos la formula 4:

$$C = \left(1 - \frac{e}{t}\right) \cdot t \cdot \tan \theta \quad [mm]$$

Para nuestro caso el valor de $e/t = 0.5$, sustituyendo los valores en la formula 4, obtenemos:

$$C = \left(1 - \frac{e}{t}\right) \cdot t \cdot \tan \theta \quad [mm]$$

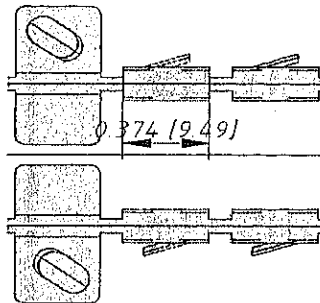
$$C = (1 - 0.5) \cdot (0.5mm) \cdot (0.11) \Rightarrow C = 0.027mm$$

Estación 10: Vacía.

Estación 11: Vacía.

Estación 12: Doble en U.

Aquí se realiza un predoble en U, no se realiza completo el doble en U.



La longitud de doblado:

$$w = 9.5 \text{ mm}$$

Los cálculos que realizaremos serán:

Calculo de fuerza de transformación:

Para determinar la fuerza que se requiere para el doble en U, utilizamos la siguiente formula:

$$P_U = \frac{k_3 \cdot \sigma_B \cdot t \cdot w}{1000} \quad (7)$$

Donde :

P_U = Fuerza de doblado en U [tf]

K_3 = Coeficient e ($K_3 = 0.4$)

t = Espesor del material [mm]

w = Longitud de doblado [mm]

σ_B = Resistenci a la tension (acero inox = 65 kgf/mm^2)

La longitud de doblez es de $w = 9.5 \text{ mm}$, sustituyendo los valores en la formula 7, obtenemos.

$$P_U = \frac{k_3 \cdot \sigma_B \cdot t \cdot w}{1000}$$

$$= (0.4) \cdot (65 \text{ kgf/mm}^2) \cdot (0.5mm) \cdot (9.5mm)$$

$$P_U = \frac{(0.4) \cdot (65 \text{ kgf/mm}^2) \cdot (0.5 \text{ mm}) \cdot (9.5 \text{ mm})}{1000} \Rightarrow P_U = 0.12 \text{ tf}$$

Calculo de fuerza para el cojín:

La fuerza que se requiere para el cojín la calculamos con la siguiente fórmula:

$$P_{UB} = \frac{P_U}{4} \quad (8)$$

Donde :

P_U = Fuerza de doblado en U [tf]

Por lo que al sustituir en la formula obtenemos:

$$P_{UB} = \frac{P_U}{4}$$

$$P_{UB} = \frac{0.12 \text{ tf}}{4} \Rightarrow P_{UB} = 0.03 \text{ tf}$$

Calculo de la fuerza total:

La fuerza total de la transformación es la suma de las 2 fuerzas calculadas anteriormente:

$$P_T = P_U + P_{UB} \quad (9)$$

Donde :

P_T = Fuerza total para el doblado en U (tf)

P_U = Fuerza para el doblado en U (tf)

P_{UB} = Fuerza del cojin (tf)

Sustituyendo los valores en la formula, obtenemos:

$$P_T = P_U + P_{UB}$$

$$P_T = 0.12 \text{ tf} + 0.03 \text{ tf} \Rightarrow P_T = 0.15 \text{ tf}$$

Calculo de la energía:

Para calcular la energía que se requiere para realizar el doblado en U, se utiliza la siguiente formula:

$$E_U = P_T \cdot h_U \cdot k_A \quad [\text{kgf} \cdot \text{m}] \quad (10)$$

Donde :

E_U = Energía requerida para el doblado en U [kgf · m]

P_T = Fuerza total requerida para el doblado en U [tf]

h_U = Longitud de carrera para la transformación [mm]

k_A = Coeficiente ($k_A = 0.6$)

La longitud del doblado será de $h_u = 2\text{mm}$, por lo tanto si sustituimos los valores en la fórmula 10, obtenemos:

$$E_U = P_T \cdot h_U \cdot k_A$$

$$E_U = (0.15\text{tf}) \cdot (2\text{mm}) \cdot (0.6) \Rightarrow E_U = 0.2\text{kgf} \cdot \text{m}$$

Calculo de Claro adecuado:

Para el caso del proceso de doblado el claro que debe existir entre punzón y matriz lo definiremos igual al espesor del material, es decir:

$$C = t \quad [\text{mm}] \quad (11)$$

Donde:

$$t = \text{Espesor del material} \quad [\text{mm}]$$

Por lo tanto el claro que debe de existir entre la matriz y el punzón es:

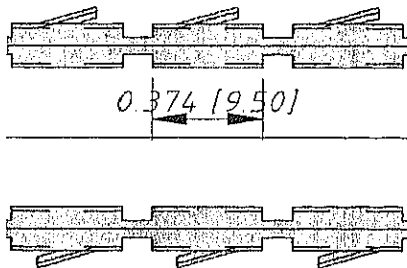
$$C = t \quad [\text{mm}]$$

$$C = 0.5\text{mm}$$

Estación 13: Vacía.

Estación 14: Doblar laterales.

Aquí se complementa el doblado en U, realizado en la estación anterior:



Longitud de doblado:

$$w = 9.5 \text{ mm}$$

Los cálculos que realizaremos serán:

Calculo de fuerza de transformación:

Para determinar la fuerza que se requiere para el doblado en U, utilizamos la fórmula 7:

$$P_U = \frac{k_3 \cdot \sigma_B \cdot t \cdot w}{1000}$$

La longitud de doblado también es $w = 9.5 \text{ mm}$, sustituyendo los valores en la fórmula 7, obtenemos.

$$P_U = \frac{k_3 \cdot \sigma_B \cdot t \cdot w}{1000}$$

$$P_U = \frac{(0.4) \cdot (65 \text{ kgf/mm}^2) \cdot (0.5\text{mm}) \cdot (9.5\text{mm})}{1000} \Rightarrow P_U = 0.12\text{tf}$$

Calculo de fuerza para el cojín:

La fuerza que se requiere para el cojín la calculamos con la formula 8:

$$P_{UB} = \frac{P_U}{4}$$

Por lo que al sustituir en la formula obtenemos:

$$P_{UB} = \frac{P_U}{4}$$

$$P_{UB} = \frac{0.12tf}{4} \Rightarrow P_{UB} = 0.03tf$$

Calculo de la fuerza total:

La fuerza total de la transformación es la suma de las 2 fuerzas calculadas anteriormente, y utilizamos la formula 9:

$$P_T = P_U + P_{UB}$$

Sustituyendo los valores en la formula, obtenemos:

$$P_T = P_U + P_{UB}$$

$$P_T = 0.12tf + 0.03tf \Rightarrow P_T = 0.15tf$$

Calculo de la energía:

Para calcular la energía que se requiere para realizar el dobléz en U, la obtenemos con la formula 10:

$$E_U = P_T \cdot h_U \cdot k_A \quad [kgf \cdot m]$$

Ahora la longitud del dobléz será de $h_U = 6 \text{ mm}$, por lo tanto si sustituimos los valores en la formula 10, obtenemos:

$$E_U = P_T \cdot h_U \cdot k_A$$

$$E_U = (0.15tf) \cdot (1mm) \cdot (0.6) \Rightarrow E_U = 0.54kgf \cdot m$$

Calculo de Claro adecuado:

Para el caso del proceso de dobléz como lo mencionamos anteriormente, el claro que debe existir entre punzón y matriz será igual al espesor del material:

$$C = t \quad [mm]$$

Por lo tanto el claro que debe de existir entre la matriz y el punzón es:

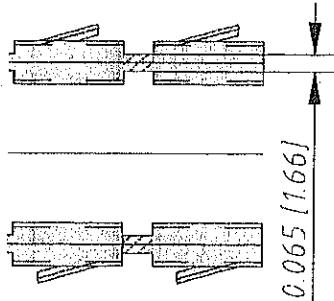
$$C = t \quad [mm]$$

$$C = 0.5mm$$

Estación 15: Vacía.

Estación 16: Corte de la pieza.

En esta estación se realiza el corte para obtener el producto, se utilizan las formulas que se mencionaron anteriormente:



Longitud de corte:

$$l = 4 \cdot 1.7$$

$$l = 6.8 \text{ mm}$$

Tomamos:

$$l = 7 \text{ mm}$$

Los cálculos que realizaremos serán:

Calculo de Fuerza de transformación:

Utilizamos la formula 1:

$$P_s = \frac{l \cdot t \cdot k_s}{1000}$$

Y la longitud de corte será el ancho del puente, por lo tanto: $l = 7 \text{ mm}$

Sustituyendo en la formula 1, obtenemos:

$$P_s = \frac{l \cdot t \cdot k_s}{1000}$$

$$P_s = \frac{(7 \text{ mm}) \cdot (0.5 \text{ mm}) \cdot (52 \text{ kgf/mm}^2)}{1000} \Rightarrow P_s = 0.2 \text{ tf}$$

Calculo de Fuerza del Pisador:

Para la fuerza del pisador utilizamos la formula 2:

$$P_{SB} = \alpha_2 \cdot P_s \quad [tf]$$

Para nuestro caso utilizamos el coeficiente igual a 0.3 ya que es operación continua, sustituyendo en la formula 2 obtenemos:

$$P_{SB} = \alpha_2 \cdot P_s \quad [tf]$$

$$P_{SB} = (0.3) \cdot (0.04 \text{ tf}) \Rightarrow P_{SB} = 0.06 \text{ tf}$$

Calculo de la Energía:

La energía que requiere el proceso lo calculamos con la formula 3:

$$E_{ST} = [(P_s \times f_p) + P_{SB}] \times t$$

Para nuestro caso $f_p = 0.5$, por lo tanto:

$$E_{ST} = [(P_s \cdot f_p) + P_{SB}] \cdot t$$

$$E_{ST} = [(0.2) \cdot (0.5) \text{ tf} + 0.06 \text{ tf}] \cdot (0.5 \text{ mm}) \Rightarrow E_{ST} = 0.1 \text{ kgf}\cdot\text{m}$$

Calculo de Claro adecuado:

Para saber cual es el claro que debe existir entre matriz y punzón, utilizamos la formula 4:

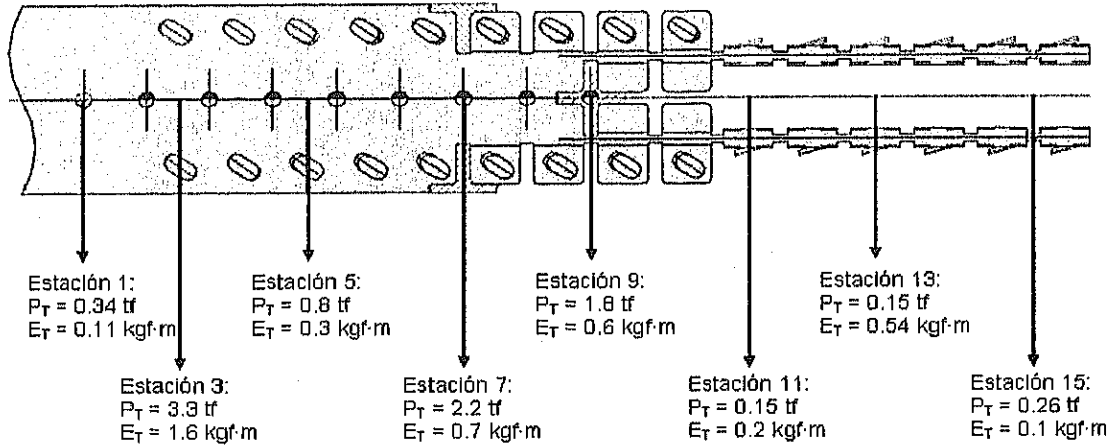
$$C = \left(1 - \frac{e}{t}\right) \cdot t \cdot \tan \theta \quad [mm]$$

Para nuestro caso el valor de $e/t = 0.5$, sustituyendo los valores en la formula 4, obtenemos:

$$C = \left(1 - \frac{e}{t}\right) \cdot t \cdot \tan \theta \quad [mm]$$

$$C = (1 - 0.5) \cdot (0.5mm) \cdot (0.11) \Rightarrow C = 0.027mm$$

Resumen de Cálculos Realizados:



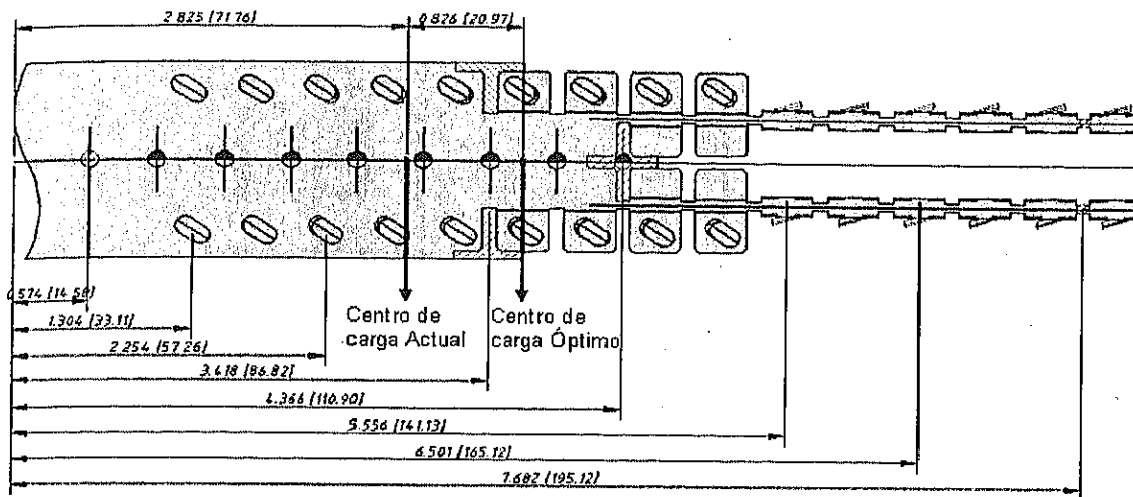
	Estación 1	Estación 3	Estación 5	Estación 7	Estación 9	Estación 11	Estación 13	Estación 15
Fuerza de Transf.	0.26	3.3	0.6	1.7	1.4	0.12	0.12	0.2
Fuerza de Pisador.	0.08	-	0.2	0.5	0.4	0.03	0.03	0.06
Fuerza Total	0.34	3.3	0.8	2.2	1.8	0.15	0.15	0.26
Energía de Transf.	0.11	1.6	0.3	0.7	0.6	0.2	0.5	0.1
Claro óptimo	0.027	-	0.027	0.027	0.027	0.5	0.5	0.027

Fuerza Total de Proceso: 9 tf

Energía Total de Proceso: 4 kgf·m

2) Cálculo del centro de carga del herramental:

El centro de carga será:



El análisis de cargas nos arroja que el herramental está ligeramente desbalanceado, el centro de carga se ubica aproximadamente 21 mm a la izquierda del centro de carga óptimo, esto puede provocar problemas ya que se está trabajando la prensa con carga excéntrica.

B) Análisis de Capacidad de Prensas:

El producto se fabrica en 2 prensas, una de ellas tiene las siguientes características:

Marca de Prensa:		Niágara PD2 - 35 M
Capacidad P	P	35 Ton.
Posición de Cap. Máx.. H	H	1/32" (0.8 mm)
Longitud de Carrera SL	SL	2.5" (63.5 mm)
Altura del Herramental HD	HD	13" (330.2 mm)
Ajuste de corredera i	i	2" (50.8 mm)
Área de Bolster	B	36" x 15" (914.4 mm x 381 mm)
Área de Corredera	A	36" x 15" (914.4 mm x 381 mm)
Golpes por minuto	nz	100 - 300

1) Cálculo de la energía de la Prensa:

Para realizar el cálculo de la energía que la prensa puede desarrollar vamos a utilizar la siguiente fórmula:

$$E = P \cdot H \quad [kgf \cdot m] \quad (11)$$

Donde :

E = Energía de la Prensa [kgf · m]

P = Capacidad de la Prensa [tf]

H = Posición de la Capacidad Máxima [mm]

Por lo tanto, tomando los valores que se obtuvieron de la placa de datos de la prensa, calculamos su energía:

$$E = P \cdot H \quad [kgf \cdot m]$$

$$E = (35ton)(0.8mm) \Rightarrow E = 28kgf \cdot m$$

$$E = (35\text{ton})(0.8\text{mm}) \Rightarrow E = 28\text{kgf}\cdot\text{m}$$

La segunda prensa donde se fabrica este producto tiene las siguientes características:

Marca de Prensa:	Niágara SA2 30 - 24 - 18		
Capacidad P	P	30 Ton.	
Posición de Cap. Máx.. H	H	1/16 "	(1.5 mm)
Longitud de Carrera SL	SL	2 "	(50.8 mm)
Altura del Herramental HD	HD	10 1/2 "	(266.7 mm)
Ajuste de corredera l	l	2 "	(50.8 mm)
Área de Bolster	B	24 " x 18 "	(609.6 mm x 457.2 mm)
Área de Corredera	A	24 " x 12 "	(609.6 mm x 304.8 mm)
Golpes por minuto	nz	100 - 500	

1) Cálculo de la energía de la Prensa:

Utilizamos la fórmula 11 para determinar la energía que la prensa, por lo tanto:

$$E = P \cdot H \quad [\text{kgf} \cdot \text{m}]$$

$$E = (30\text{ton})(1.5\text{mm}) \Rightarrow E = 45\text{kgf}\cdot\text{m}$$

Si comparamos la fuerza y energía que se requiere para realizar el proceso contra los valores que tiene la prensa, tenemos:

Proceso	Prensa PD2 - 35M	Prensa SA2 30-24-18
Fuerza Total FT = 9 tf	Cap. de Prensa P = 35 tf	Cap. de Prensa P = 30 tf
Energía Total ET = 4 kgf·m	E. de Prensa E = 28 kgf·m	E. de Prensa E = 28 kgf·m

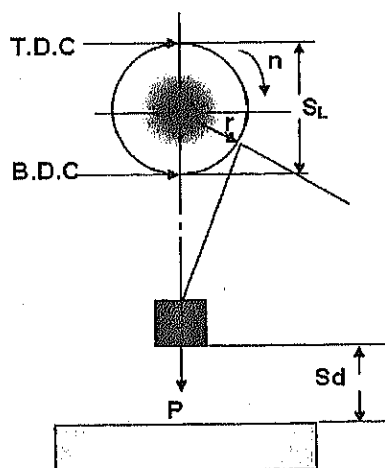
Por lo tanto la prensa donde se está realizando el proceso es correcta en cuestión de capacidad y energía.

2) Velocidad de Transformación:

Ahora realizaremos el cálculo para determinar la velocidad de bajada de la corredera, conocer este valor es muy importante, ya que cada material con el que trabajamos tiene una velocidad límite de transformación, que es la velocidad máxima permitida para transformar el material en forma adecuada, por lo tanto realizaremos el cálculo para saber la velocidad de transformación de la prensa que estamos ocupando.

Teniendo como base los datos que se obtuvieron de la medición de esta prensa, se puede realizar este análisis.

Utilizaremos las siguientes fórmulas:



$$v = \frac{\pi n}{30} S_d \sqrt{\frac{2r}{S_d} - 1} \quad \left[\frac{mm}{s} \right] \quad (12)$$

Donde :

$$v = \text{Vel. de descenso de la corredera} \quad \left[\frac{mm}{s} \right]$$

$$n = \text{Número de carreras de corredera} \quad [spm]$$

$$S_d = \text{Posición de la corredera} \quad [mm]$$

$$r = \text{Radio cigüeñal de prensa} \quad [mm]$$

$$V = \frac{6v}{100} \quad \left[\frac{m}{min} \right] \quad (13)$$

Donde :

$$V = \text{Vel. de corredera} \quad \left[\frac{m}{min} \right]$$

$$v = \text{Vel. de corredera} \quad \left[\frac{mm}{s} \right]$$

Para la prensa Niágara PD2 - 35M

Utilizamos la formula 12 y tomamos las condiciones a las que esta trabando la prensa:

$$v = \frac{\pi n}{30} S_d \sqrt{\frac{2r}{S_d} - 1} \quad \left[\frac{mm}{s} \right]$$

Donde :

$$n = 120spm$$

$$S_d = 1.25in (31.75mm)$$

$$r = 1.25in (31.75mm)$$

$$v = \frac{\pi \cdot (120)}{30} \cdot (31.75) \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot (31.75)}{31.75} - 1} \Rightarrow v = 399 \frac{mm}{s}$$

Aplicamos la formula 13 para transformar el valor a m/min.

$$V = \frac{6v}{100} \quad \left[\frac{m}{min} \right]$$

$$V = \frac{6 \cdot (399)}{100} \Rightarrow V = 24 \frac{m}{min}$$

Para la prensa Niágara SA2 30-24-18

Utilizamos la formula 12 y tomamos las condiciones a las que esta trabando la prensa:

$$v = \frac{\pi n}{30} S_d \sqrt{\frac{2r}{S_d} - 1} \quad \left[\frac{mm}{s} \right]$$

Donde :

Donde :

$$n = 120 \text{spm}$$

$$Sd = 1 \text{in} (25.4 \text{mm})$$

$$r = 1 \text{in} (25.4 \text{mm})$$

$$v = \frac{\pi \cdot (120)}{30} \cdot (25.4) \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot (25.4)}{25.4} - 1} \Rightarrow v = 319 \text{mm/s}$$

Aplicamos la formula 13 para transformar el valor a m/min.

$$V = \frac{6v}{100} \left[\frac{m}{\text{min}} \right]$$

$$V = \frac{6 \cdot (319)}{100} \Rightarrow V = 19 \text{m/min}$$

Velocidad Limite para Acero Inoxidable	Velocidad de Prensa PD2 35M	Velocidad de Prensa SA2 30-24-18
$V_{\text{max}} = 12 \text{ m/min}$	$V = 24 \text{ m/min}$	$V = 19 \text{ m/min}$

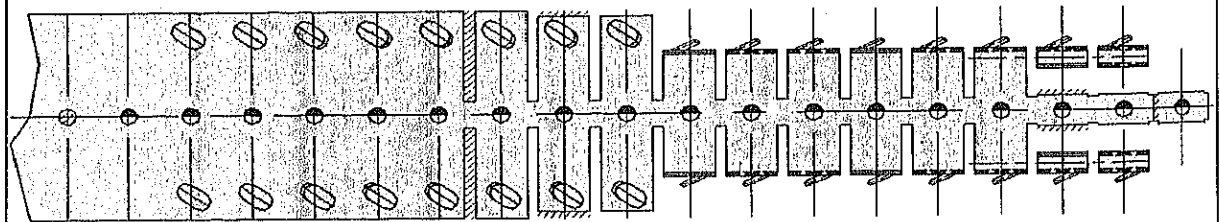
Esta es la velocidad de bajada de la corredera de cada prensa, considerando los factores longitud de carrera y golpes por minuto de la prensa (n y Sd), esta velocidad es muy alta ya que la velocidad de transformación para el acero inoxidable es de 12 m/min, al estar trabajando en estas condiciones, se pueden presentar productos defectuosos, aunque para nuestro caso específico, como no se realizan procesos muy forzados o difíciles como sería el caso de un embutido un poco profundo o una expansión, el exceder la velocidad no nos está afectando.

Otro factor más que influye en la velocidad de formación son las propiedades mecánicas del material, por ejemplo: Tenemos 2 tipos de acero inoxidable, el acero 1 tiene una resistencia a la tensión de 65 kgf/mm² y el acero 2 tiene una resistencia de 55 kgf/mm², hablando de velocidad de transformación el acero 2 se podría trabajar a una velocidad más alta que el acero 1, ya que es material más suave. Por lo que tendríamos que saber las características mecánicas del material, se considera un valor de 12 m/min para un acero con 65 kgf/mm².

Si se quiere aumentar la velocidad de la prensa a 150 spm, la velocidad de bajada de la corredera llegaría a 30 m/min, lo cual no es recomendable.

C) Análisis de diseño de tira de Herramental Nuevo:

1) Realizaremos el análisis de la tira del herramental progresivo:

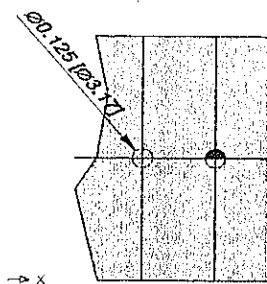


La tira consta de 19 estaciones, las cuales describiremos y analizaremos a continuación:

- Estación 1: Punzonado.
- Estación 2: Vacía.
- Estación 3: Formado.

- Estación 4: Vacía.
- Estación 5: Corte de Lengüeta.
- Estación 6: Vacía.
- Estación 7: Corte de Silueta.
- Estación 8: Vacía.
- Estación 9: Corte de Sobrante.
- Estación 10: Vacía.
- Estación 11: Doblar laterales.
- Estación 12: Vacía.
- Estación 13: Vacía.
- Estación 14: Conformar.
- Estación 15: Vacía.
- Estación 16: Vacía.
- Estación 17: Cortar pieza y doblado en U
- Estación 18: Vacía.
- Estación 19: Cortar desperdicio.

Estación 1: Punzonado



Longitud de corte:

$$l = 3.1415 \times 3.17$$

$$l = 9.95 \text{ mm}$$

Utilizaremos las mismas formulas para calcular la fuerza y energía de este proceso.

Calculo de Fuerza de transformación:

Utilizamos la siguiente formula 1:

La longitud de corte es: $l = 9.95 \text{ mm}$

Por lo tanto:

$$P_s = \frac{l \cdot t \cdot k_s}{1000}$$

$$P_s = \frac{(9.95 \text{ mm}) \cdot (0.5 \text{ mm}) \cdot (52 \text{ kgf/mm}^2)}{1000} \Rightarrow P_s = 0.26 \text{ tf}$$

Calculo de Fuerza del Pisador:

Utilizamos la siguiente formula 2:

El coeficiente es 0.3 ya que es operación continua, sustituyendo obtenemos::

$$P_{SB} = \alpha_2 \cdot P_s \quad [\text{tf}]$$

$$P_{SB} = (0.3) \cdot (0.26 \text{ tf}) \Rightarrow P_{SB} = 0.08 \text{ tf}$$

Calculo de la Energía:

Para la energía utilizamos la formula 3:

Si $f_p = 0.5$, por lo tanto:

$$E_{ST} = [(P_s \cdot f_p) + P_{SB}] \cdot t$$

$$E_{ST} = [((0.26) \cdot (0.5))t + 0.08t] \cdot (0.5\text{mm}) \Rightarrow E_{ST} = 0.11\text{kgf/mm}^2$$

Calculo de Claro adecuado:

Para el claro utilizamos la siguiente formula 4:

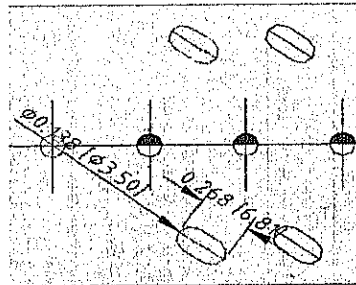
Como el valor de $e/t = 0.5$, obtenemos:

$$C = \left(1 - \frac{e}{t}\right) \cdot t \cdot \tan \theta \quad [\text{mm}]$$

$$C = (1 - 0.5) \cdot (0.5\text{mm}) \cdot (0.11) \Rightarrow C = 0.027\text{mm}$$

Estación 2: Vacía.

Estación 3: Formado / Embutido.



Área Comprimida

$$A_c = 3.5 \times 6.8$$

$$A_c = 23.8$$

$$A_c = 25\text{ mm}^2$$

Calculo de Fuerza de transformación:

Utilizamos la siguiente formula 5:

Ocuparemos $P_y = 65\text{ kgf/mm}^2$ y $A_c = 50\text{ mm}^2$, sustituyendo, obtenemos:

$$P_c = \frac{A_c \cdot k_{fm} \cdot C_e}{1000}$$

$$P_c = \frac{(50\text{mm}^2) \cdot (65\text{kgf/mm}^2)}{1000} \Rightarrow P_c = 3.3\text{tf}$$

Calculo de la energía:

Para la energía utilizamos la formula 6:

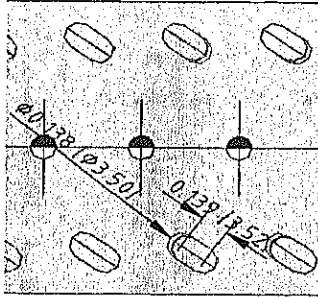
La longitud de carrera de transformación será la altura de formado, la cual es de $h_v = 0.5\text{ mm}$, y el coeficiente lo tomaremos como $C_v = 0.95$, sustituyendo los valores en la formula 6, obtenemos:

$$E_c = P_c \cdot h_v \cdot C_v \quad [\text{kgf} \cdot \text{m}]$$

$$E_c = (3.3\text{tf}) \cdot (0.5\text{mm}) \cdot (0.95) \Rightarrow E_c = 1.6\text{kgf} \cdot \text{m}$$

Estación 4: Vacía.

Estación 5: Corte de Lengüeta.



Longitud de Corte

$$l = 3.5 + 3.5 + 3.5$$

$$l = 10.5 \text{ mm}$$

Tomamos

$$l = 11 \text{ mm}$$

Los cálculos que realizaremos serán:

Calculo de Fuerza de transformación:

Utilizamos nuevamente la formula 1:

La longitud de corte será: $l = 22 \text{ mm}$. Por lo tanto:

$$P_s = \frac{l \cdot t \cdot k_s}{1000}$$

$$P_s = \frac{(22 \text{ mm}) \cdot (0.5 \text{ mm}) \cdot (52 \text{ kgf/mm}^2)}{1000} \Rightarrow P_s = 0.6 \text{ tf}$$

Calculo de Fuerza del Pisador:

Utilizamos la formula 2:

El coeficiente es 0.3, sustituyendo obtenemos:

$$P_{SB} = \alpha_2 \cdot P_s \quad [\text{tf}]$$

$$P_{SB} = (0.3) \cdot (0.6 \text{ tf}) \Rightarrow P_{SB} = 0.2 \text{ tf}$$

Calculo de la Energía:

La energía será:

Como $f_p = 0.5$, por lo tanto:

$$E_{ST} = [(P_s \cdot f_p) + P_{SB}] \cdot t$$

$$E_{ST} = [(0.6) \cdot (0.5) \text{ tf} + 0.2 \text{ tf}] \cdot (0.5 \text{ mm}) \Rightarrow E_{ST} = 0.3 \text{ kgf/mm}^2$$

Calculo de Claro adecuado:

El claro optimo entre matriz y punzón es:

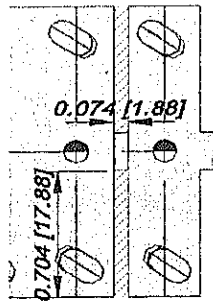
Utilizamos $e/t = 0.5$, por lo tanto:

$$C = \left(1 - \frac{e}{t}\right) \cdot t \cdot \tan \theta \quad [\text{mm}]$$

$$C = (1 - 0.5) \cdot (0.5 \text{ mm}) \cdot (0.11) \Rightarrow C = 0.027 \text{ mm}$$

Estación 6: Vacía.

Estación 7: Corte de Silueta.



Longitud de Corte:

$$l = (2 \times 1.9) + (4 \times 17.9)$$

$$l = 75.4 \text{ mm}$$

Tomamos:

$$l = 76 \text{ mm}$$

Calculo de Fuerza de transformación:

Utilizamos la fórmula 1:

La longitud de corte es: $l = 76 \text{ mm}$.

$$P_s = \frac{l \cdot t \cdot k_s}{1000}$$

$$P_s = \frac{(76 \text{ mm}) \cdot (0.5 \text{ mm}) \cdot (52 \text{ kgf/mm}^2)}{1000} \Rightarrow P_s = 2tf$$

Calculo de Fuerza del Pisador:

Utilizamos la fórmula 2:

El coeficiente es 0.3, sustituyendo obtenemos:

$$P_{SB} = \alpha_2 \cdot P_s \quad [tf]$$

$$P_{SB} = (0.3) \cdot (2tf) \Rightarrow P_{SB} = 0.6tf$$

Calculo de la Energía:

La energía será:

Tomamos $f_p = 0.5$, por lo tanto:

$$E_{ST} = [(P_s \cdot f_p) + P_{SB}] \cdot t$$

$$E_{ST} = [((2) \cdot (0.5))tf + 0.6tf] \cdot (0.5 \text{ mm}) \Rightarrow E_{ST} = 0.8 \text{ kgf/mm}^2$$

Calculo de Claro adecuado:

El claro optimo entre matriz y punzón será:

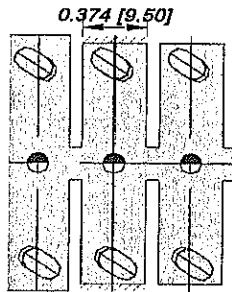
Como $e/t = 0.5$, obtenemos:

$$C = \left(1 - \frac{e}{t}\right) \cdot t \cdot \tan \theta \quad [mm]$$

$$C = (1 - 0.5) \cdot (0.5 \text{ mm}) \cdot (0.11) \Rightarrow C = 0.027 \text{ mm}$$

Estación 8: Vacía.

Estación 9: Corte de Sobrante.



Longitud de Corte:

$$l = 2 \times 9.5$$

$$l = 19 \text{ mm}$$

Calculo de Fuerza de transformación:

Utilizamos la formula 1:

Y la longitud de corte será: $l = 19 \text{ mm}$, por lo tanto:

$$P_s = \frac{l \cdot t \cdot k_s}{1000}$$

$$P_s = \frac{(19 \text{ mm}) \cdot (0.5 \text{ mm}) \cdot (52 \text{ kgf/mm}^2)}{1000} \Rightarrow P_s = 0.5 \text{ tf}$$

Calculo de Fuerza del Pisador:

Utilizamos la formula 2:

El coeficiente es 0.3, sustituyendo obtenemos:

$$P_{SB} = \alpha_2 \cdot P_s \quad [tf]$$

$$P_{SB} = (0.3) \cdot (0.5 \text{ tf}) \Rightarrow P_{SB} = 0.15 \text{ tf}$$

Calculo de la Energía:

La energía será:

Para nuestro caso $f_p = 0.5$, por lo tanto:

$$E_{ST} = [(P_s \cdot f_p) + P_{SB}] \cdot t$$

$$E_{ST} = [(0.5) \cdot (0.5) \text{ tf} + 0.15 \text{ tf}] \cdot (0.5 \text{ mm}) \Rightarrow E_{ST} = 0.2 \text{ kgf/mm}^2$$

Calculo de Claro adecuado:

Para saber cual es el claro que debe existir entre matriz y punzón, utilizamos la formula 4:

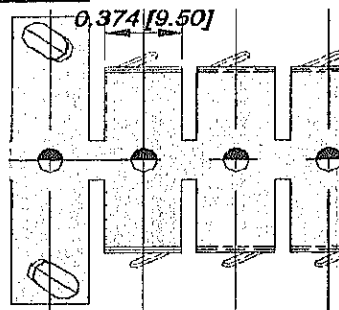
Para nuestro caso el valor de $e/t = 0.5$, sustituyendo en la formula, obtenemos:

$$C = \left(1 - \frac{e}{t}\right) \cdot t \cdot \tan \theta \quad [mm]$$

$$C = (1 - 0.5) \cdot (0.5 \text{ mm}) \cdot (0.11) \Rightarrow C = 0.027 \text{ mm}$$

Estación 10: Vacía.

Estación 11: Doblar partes laterales.



La longitud de doblado:

$$w = 9.5 \text{ mm}$$

Los cálculos que realizaremos serán para un doblado en L.

Calculo de fuerza de transformación:

Para determinar la fuerza que se requiere para el doblado en L, utilizamos la siguiente formula:

$$P_L = 0.33 \frac{\sigma_B \cdot w \cdot t^2}{1000 \cdot L} \quad (14)$$

Donde :

P_L = Fuerza de doblado en L [tf]

σ_B = Resistenci a a la tension (acero inox = 65 kgf/mm^2)

w = Longitud de doblado [mm]

t = Espesor del material [mm]

L = Distancia entre el radio de matriz y punzón [mm]

Para la distancia L se tiene la siguiente formula, donde su valor dependerá de los radios que tenga la matriz y el punzón.

$$L = r_1 + r_2 + t \quad (15)$$

Donde :

r_1 = Radio de matriz [mm]

r_2 = Radio de punzón [mm]

t = Espesor de material [mm]

Consideramos $r_1 = r_2 = 1 \text{ mm}$, por lo tanto:

$$L = r_1 + r_2 + t$$

$$L = 1\text{mm} + 1\text{mm} + 0.5\text{mm} \Rightarrow L = 2.5\text{mm}$$

La longitud de doblado es de $w = 9.5 \text{ mm}$, sustituyendo los valores en la formula 14, obtenemos.

$$P_L = \frac{\sigma_B \cdot w \cdot t^2}{1000 \cdot L}$$

$$P_L = \frac{(65 \text{ kgf/mm}^2) \cdot (9.5\text{mm}) \cdot (0.5\text{mm})^2}{1000 \cdot (2.5\text{mm})} \Rightarrow P_L = 0.06\text{tf}$$

Como son 2 partes las que se doblan, tenemos que multiplicar por 2 el valor obtenido, por lo tanto:

$$P_L = 0.12tf$$

Calculo de fuerza para el pisador:

La fuerza que se requiere el pisador será:

$$P_{LB} \geq \frac{P_L}{6} \quad (16)$$

Donde :

$$P_L = \text{Fuerza de doblado en L [tf]}$$

Por lo que al sustituir en la formula obtenemos:

$$P_{LB} \geq \frac{P_L}{6}$$

$$P_{LB} \geq \frac{0.06tf}{6} \Rightarrow P_{LB} \geq 0.01tf$$

Multiplicando por 2 tenemos:

$$P_{LB'} = 0.02tf$$

Calculo de la fuerza total:

La fuerza total de la transformación es la suma de las 2 fuerzas calculadas anteriormente:

$$P_{LT} = P_L + P_{LB'} \quad (17)$$

Donde :

$$P_{LT} = \text{Fuerza total para el doblado en L (tf)}$$

$$P_L = \text{Fuerza para el doblado en L (tf)}$$

$$P_{LB'} = \text{Fuerza del pisador (tf)}$$

Sustituyendo los valores en la formula, obtenemos:

$$P_{LT} = P_L + P_{LB'}$$

$$P_{LT} = 0.12tf + 0.02tf \Rightarrow P_T = 0.14tf$$

Calculo de la energía:

Para calcular la energía que se requiere para realizar el doblado en L, se utiliza la siguiente formula:

$$E_L = P_{TL} \cdot h_L \cdot k_4 \quad [\text{kgf} \cdot \text{m}] \quad (18)$$

Donde :

$$E_L = \text{Energía requerida para el doblado en L [kgf} \cdot \text{m]}$$

$$P_{LT} = \text{Fuerza total requerida para el doblado en L [tf]}$$

$$h_L = \text{Longitud de carrera para la transformación [mm]}$$

$$k_4 = \text{Coeficiente (} k_4 = 0.6 \text{)}$$

La longitud del doblado será de $h_u = 2\text{mm}$, por lo tanto si sustituimos los valores en la formula 18, obtenemos:

$$E_U = P_T \cdot h_U \cdot k_A$$

$$E_U = (0.14\text{tf}) \cdot (2\text{mm}) \cdot (0.6) \Rightarrow E_U = 0.17\text{kgf} \cdot \text{m}$$

Calculo de Claro adecuado:

Para el caso del proceso de doblado el claro que debe existir entre punzón y matriz lo definimos igual al espesor del material, es decir:

Por lo tanto el claro que debe de existir entre la matriz y el punzón es:

$$C = t \quad [\text{mm}]$$

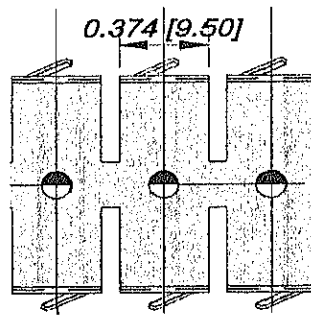
$$C = 0.5\text{mm}$$

Estación 12: Vacfa

Estación 13: Vacfa

Estación 14: Conformado.

Conformado de doblado en L.



Longitud de doblado:

$$w = 9.5\text{mm}$$

Los cálculos que realizaremos serán:

Calculo de fuerza de transformación:

En esta parte como se utiliza un sistema de levas para lograr el conformado del doblado en L, vamos a considerar que la fuerza que estarán aplicando las levas para lograr el conformado será la misma que se utiliza para realizar el formado en U del proceso anterior, por lo que la fuerza que se requiere para el conformado será:

$$P_U = 0.12\text{tf}$$

Calculo de fuerza para el Plsador:

La fuerza que se requiere el plsador será:

$$P_{UB} \geq \frac{P_L}{6}$$

$$P_{UB} \geq \frac{0.12\text{tf}}{6} \Rightarrow P_{UB} \geq 0.02\text{tf}$$

Calculo de la fuerza total:

La fuerza total de la transformación es la suma de las 2 fuerzas calculadas anteriormente:

$$P_{UT} = P_U + P_{UB}$$

$$P_{UT} = 0.12tf + 0.02tf \Rightarrow P_{UT} = 0.14tf$$

Calculo de la energía:

La longitud del dobléz será de $h_u = 3 \text{ mm}$, por lo tanto si sustitumos los valores en la formula, obtenemos:

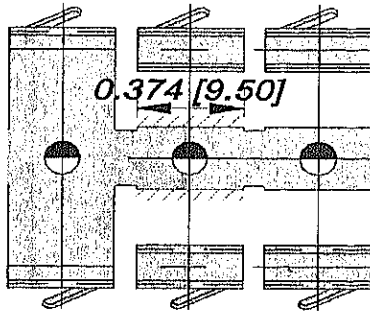
$$E_U = P_{UT} \cdot h_u \cdot k_A$$

$$E_U = (0.14tf) \cdot (3\text{mm}) \cdot (0.6) \Rightarrow E_U = 0.25\text{kgf} \cdot \text{m}$$

Estación 15: Vacía.

Estación 16: Vacía.

Estación 17: Cortar pieza y doblado en U.



Longitud de corte:

$$l = 9.5 \times 2$$

$$l = 19 \text{ mm}$$

Longitud de dobléz:

$$w = 9.5 \text{ mm}$$

Los cálculos que realizaremos serán:

Para proceso de corte:

Calculo de Fuerza de transformación:

Utilizamos la formula 1:

$$P_s = \frac{l \cdot t \cdot k_s}{1000}$$

La longitud de corte es: $l = 19 \text{ mm}$ para ambas piezas.

Sustituyendo en la formula 1, obtenemos:

$$P_s = \frac{l \cdot t \cdot k_s}{1000}$$

$$P_s = \frac{(19\text{mm}) \cdot (0.5\text{mm}) \cdot (52\text{kgf}/\text{mm}^2)}{1000} \Rightarrow P_s = 0.5tf$$

Calculo de Fuerza del Plsador:

Utilizamos la formula 2:

El coeficiente es 0.3 , sustituyendo obtenemos:

$$P_{SB} = \alpha_2 \cdot P_S \quad [tf]$$

$$P_{SB} = (0.3) \cdot (0.5tf) \Rightarrow P_{SB} = 0.15tf$$

Calculo de la Energía:

La energía será:

Para nuestro caso $\rho = 0.5$, por lo tanto:

$$E_{ST} = [(P_S \cdot f_P) + P_{SB}] \cdot t$$

$$E_{ST} = [(0.5) \cdot (0.5)tf + 0.15tf] \cdot (0.5mm) \Rightarrow E_{ST} = 0.2 \text{ kgf/mm}^2$$

Calculo de Claro adecuado:

Para saber cual es el claro que debe existir entre matriz y punzón, utilizamos la formula 4:

Para nuestro caso el valor de $e/t = 0.5$, sustituyendo en la formula, obtenemos:

Para nuestro caso el valor de $e/t = 0.5$, sustituyendo los valores en la formula 4, obtenemos:

$$C = \left(1 - \frac{e}{t}\right) \cdot t \cdot \tan \theta \quad [mm]$$

$$C = (1 - 0.5) \cdot (0.5mm) \cdot (0.11) \Rightarrow C = 0.027mm$$

Para el proceso de doblez:

Calculo de fuerza de transformación:

Para determinar la fuerza utilizamos la formula 14:

Consideramos $r_1 = r_2 = 1 \text{ mm}$, por lo tanto:

$$L = r_1 + r_2 + t$$

$$L = 1mm + 1mm + 0.5mm \Rightarrow L = 2.5mm$$

La longitud de doblez es de $w = 9.5 \text{ mm}$, sustituyendo, obtenemos.

$$P_L = \frac{\sigma_B \cdot w \cdot t^2}{1000 \cdot L}$$

$$P_L = \frac{(65 \text{ kgf/mm}^2) \cdot (9.5mm) \cdot (0.5mm)^2}{1000 \cdot (2.5mm)} \Rightarrow P_L = 0.06tf$$

Como se realizan el doblez en 2 partes, la fuerza será:

$$P_L = 0.12tf$$

Calculo de fuerza para el pisador:

La fuerza que se requiere el pisador será:

$$P_{LB} \geq \frac{P_L}{6}$$

$$P_{LB} \geq \frac{0.06tf}{6} \Rightarrow P_{LB} \geq 0.01tf$$

También multiplicamos por 2, por lo tanto tenemos:

$$P_{LB'} = 0.02tf$$

Calculo de la fuerza total:

La fuerza total de la transformación es la suma de las 2 fuerzas calculadas anteriormente:

Sustituyendo los valores en la formula, obtenemos:

$$P_{LT} = P_L + P_{LB'}$$

$$P_{LT} = 0.12tf + 0.02tf \Rightarrow P_T = 0.14tf$$

Calculo de la energía:

Para calcular la energía, se utiliza la formula 18:

La longitud del doblez será de $h_u = 4mm$, con lo cual obtenemos:

$$E_U = P_T \cdot h_U \cdot k_A$$

$$E_U = (0.14tf) \cdot (4mm) \cdot (0.6) \Rightarrow E_U = 0.34kgf \cdot m$$

Calculo de Claro adecuado:

Para el caso del proceso de doblez el claro que debe existir entre punzón y matriz lo definimos igual al espesor del material, es decir:

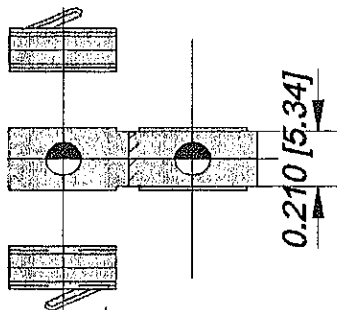
Por lo tanto el claro que debe de existir entre la matriz y el punzón es:

$$C = t \quad [mm]$$

$$C = 0.5mm$$

Estación 18: Vacía.

Estación 19: Cortar Desperdicio.



Longitud de Corte:

$$l = 5.3 \text{ mm}$$

Calculo de Fuerza de transformación:

Utilizamos la formula 1:

La longitud de corte es: $l = 5.3 \text{ mm}$, por lo tanto:

$$P_s = \frac{l \cdot t \cdot k_s}{1000}$$

$$P_s = \frac{(5.3 \text{ mm}) \cdot (0.5 \text{ mm}) \cdot (52 \text{ kgf/mm}^2)}{1000} \Rightarrow P_s = 0.14 \text{ tf}$$

Calculo de Fuerza del Pisador:

Utilizamos la formula 2:

El coeficiente es 0.3, sustituyendo obtenemos:

$$P_{SB} = \alpha_2 \cdot P_s \quad [\text{tf}]$$

$$P_{SB} = (0.3) \cdot (0.14 \text{ tf}) \Rightarrow P_{SB} = 0.04 \text{ tf}$$

Calculo de la Energía:

La energía será:

Para nuestro caso $f_p = 0.5$, por lo tanto:

$$E_{ST} = [(P_s \cdot f_p) + P_{SB}] \cdot t$$

$$E_{ST} = [(0.14) \cdot (0.5) \text{ tf} + 0.04 \text{ tf}] \cdot (0.5 \text{ mm}) \Rightarrow E_{ST} = 0.06 \text{ kgf/mm}^2$$

Calculo de Claro adecuado:

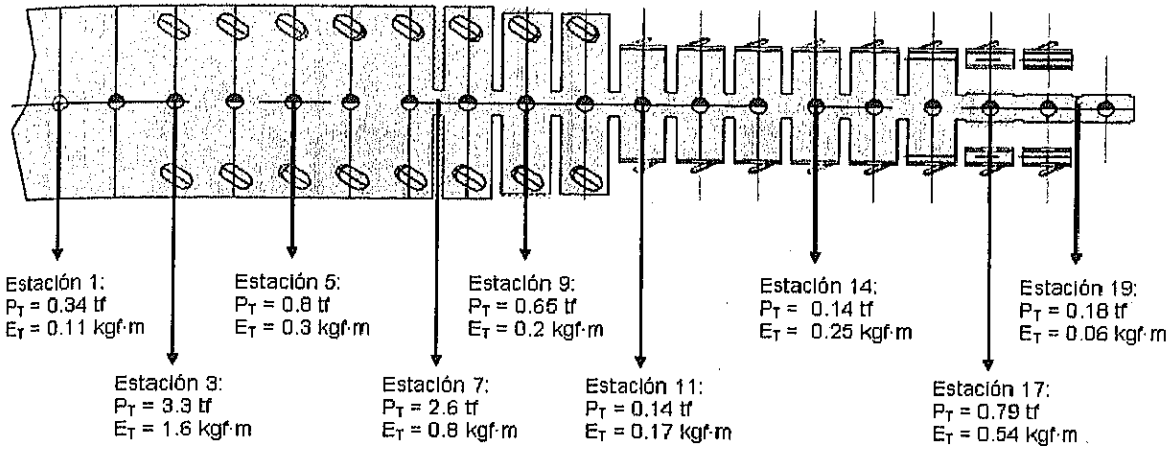
Para saber cual es el claro que debe existir entre matriz y punzón, utilizamos la formula 4:

Para nuestro caso el valor de $e/t = 0.5$, sustituyendo en la formula, obtenemos:

$$C = \left(1 - \frac{e}{t}\right) \cdot t \cdot \tan \theta \quad [\text{mm}]$$

$$C = (1 - 0.5) \cdot (0.5 \text{ mm}) \cdot (0.11) \Rightarrow C = 0.027 \text{ mm}$$

Resumen de Cálculos Realizados:



	Fuerza de Transf.	Fuerza de Pisador.	Fuerza Total	Energía de Transf.	Claro Optimo
Estación 1: Punzonado.	0.26	0.08	0.34	0.11	0.027
Estación 3: Formado / Embutido.	3.3	-	3.3	1.6	-
Estación 5: Corte de Lengüeta.	0.6	0.2	0.8	0.3	0.027
Estación 7: Corte de Silueta.	2	0.6	2.6	0.8	0.027
Estación 9: Corte de Sobrante.	0.5	0.15	0.65	0.2	0.027
Estación 11: Doblar Laterales.	0.12	0.02	0.14	0.17	0.5
Estación 14: Conformar.	0.12	0.02	0.14	0.25	-
Estación 17: Cortar pza y dobléz en U.	0.5	0.15	0.65	0.2	0.027
	0.12	0.02	0.14	0.34	0.5
Estación 19: Cortar Desperdicio.	0.14	0.04	0.18	0.06	0.027

Fuerza Total de Proceso: 9 tf

Energía Total de Proceso: 4 kgf·m

Considerando que este herramental también se montara en la misma prensa.

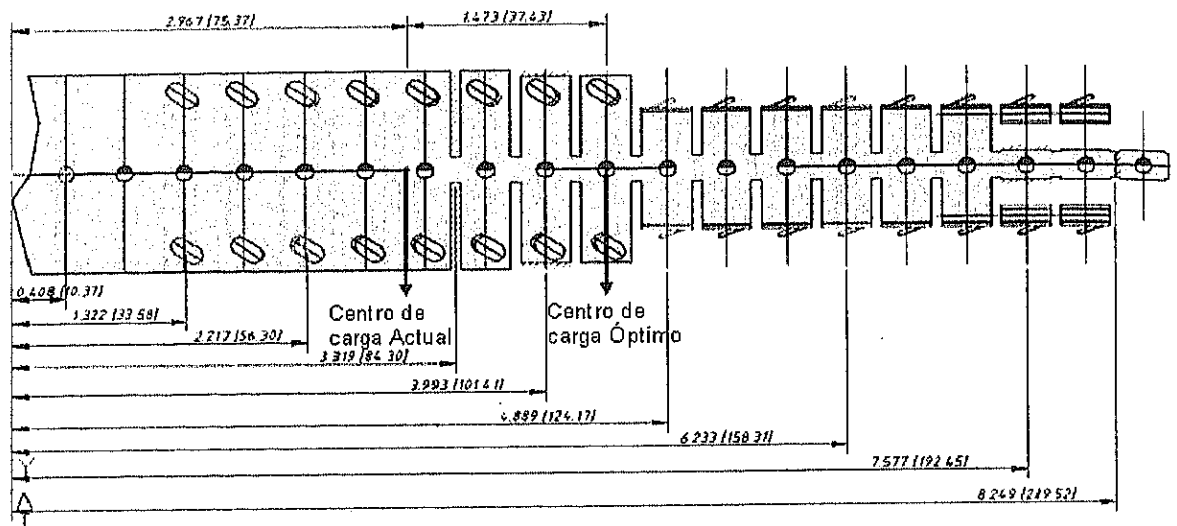
Comparando la fuerza y energía que se requiere para realizar el proceso contra los valores que tiene la prensa, obtenemos:

Proceso	Prensa PD2 - 35M	Prensa SA2 30-24-18
Fuerza Total FT = 9 tf Energía Total ET = 4 kgf·m	Cap. de Prensa P = 35 tf E. de Prensa E = 28 kgf·m	Cap. de Prensa P = 30 tf E. de Prensa E = 28 kgf·m

Por lo tanto la prensa donde se esta realizando el proceso es correcta en cuestión de capacidad y energía.

2) Cálculo del centro de carga del herramental:

El centro de carga será:



El análisis de cargas nos arroja que el herramental no se encuentra balanceado, el centro de carga se ubica aproximadamente 37 mm a la izquierda del centro de carga óptimo, esto puede provocar problemas ya que se está trabajando la prensa con carga excéntrica.

Recomendaciones a implementar

Diseño de tira actual:

- 1) En cuestión de fuerzas en el herramental solamente se tendrían que verificar las fuerzas de pisado en las estaciones donde se requieren, es decir verificar resortes en el herramental.
- 2) Con respecto al cálculo del centro de carga, resultó que el herramental está un poco desbalanceado, al trabajar en esta condición pueden resultar problemas tales como despostillamiento en los punzones o matrices, y además se pueden dañar las guías de la prensa ya que estamos forzándolas. Para este caso se recomienda que al montar el herramental en la prensa se haga coincidir el centro de carga del herramental con el centro de la corredera.
- 3) Por último se realizaron cálculos de la velocidad de bajada de la corredera, para el material que estamos trabajando que es acero inoxidable la velocidad máxima es de 12 m/min, la prensa está superando este valor, cuando se trabaja por arriba de la velocidad límite de los materiales lo que ocurre es que cuesta mucho trabajo sacar productos buenos, ya que se presentan defectos principalmente en procesos de embutido o dobleces complicados. La velocidad de formación involucra directamente los golpes por minuto y la carrera de la prensa, que son los factores que tendríamos que modificar para lograr la velocidad de formación adecuada. Por los tipos de proceso que se realizan en la tira que analizamos esta condición al parecer no afecta demasiado ya que no se realiza proceso donde se adelgace el material.
- 4) Parte del problema del despostillamiento de los punzones se puede deber también a la placa del die set inferior que tiene un espesor según plano de 28 mm, por lo general es de 50 mm. Esta placa se puede estar flexionando por falta de rigidez. También tiene que ver el tamaño del barrenado de la sufridera. Mientras mayor es el tamaño del mismo, mayor deformación se ocasiona en el die set durante la transformación.
- 5) En relación con la prensa utilizada, 2 1/2" de carrera son demasiado largas para fabricar este producto en serie. Para producir un alto volumen es mejor que la longitud de carrera sea corta, siendo la longitud óptima unos 38 mm. Hay un poco de incertidumbre en como se comporte tanto la prensa como el herramental a los 300 spm con los 63.5 mm de carrera, por lo que se recomienda que la velocidad máxima a la que se trabaje sea de 200 spm.
- 6) Al observar la estructura del herramental vemos que se utilizan bujes embalados como guía de la placa del separador. Sin embargo es mejor utilizar bujes sencillos como guía del separador.
- 7) Es recomendable utilizar bujes embalados para el die set y aplicar el sistema de guía compuesto por 4 postes auxiliares para el punzón, el separador y la placa matriz.

Diseño de tira nuevo:

- 1) En cuestión de fuerzas en el herramental al igual que el diseño anterior, solamente se tendrían que verificar las fuerzas de pisado en las estaciones donde se requirieren, es decir verificar resortes en el herramental.
- 2) Con respecto al calculo del centro de carga, resultado que el herramental también esta desbalanceado, se pueden presentar despostillamiento en punzones o matrices, además de dañar las guías de la prensa. Para este caso se recomienda que al montar el herramental en la prensa se haga coincidir el centro de carga del herramental con el centro de la corredera.
- 3) En cuestión de velocidad de formado de la prensa, es el mismo caso, la velocidad limite para este tipo de material se esta excediendo y podría provocar problemas o defectos en el material.
- 4) En la estación No. 17 Corte y doblé en "U" se debe tener cuidado al dimensionar la parte de la matriz que actúa como soporte para la pieza, esta parte quedara de un espesor muy delgado y sufrirá dos esfuerzos, el de corte de la pieza y el de doblé de la parte cortada de modo que si se realizan las 2 operaciones al mismo tiempo, se puede fracturar esta parte.
- 5) Se recomienda que el punzón se fabrique de tal manera que primero se realice la operación de corte y después la de doblado.

Resultados:

Se han implementado algunas de las recomendaciones propuestas en este reporte, con esto se ha eliminado el despostillamiento de punzones. Sin embargo las modificaciones en cuanto al rediseño del herramental aún están en espera, ya que no es posible para la producción de la pieza.

a) Tasa de defectos de producto después de asesoría:	1 %
b) Productividad de la Empresa:	
Número de Empleados (para este producto):	1 persona/turno
Venta Mensual:	9,000,000 piezas/mes

Retroalimentación hecha por la empresa:

La empresa Resortes y Partes solamente realizo el diseño del herramental y quedo pendiente la fabricación del mismo.

Comentarios sobre asesoría de CIDESI

La empresa Resortes y Partes agradece a CIDESI la asesoría brindada y se muestra muy interesada en seguir trabajando con CIDESI.

Temas de Estudio	Referencia
Calculo de capacidad de prensa, Cálculos de transformaciones (Punzonado, corte, doblé en U y L, Formado)	Cap. 1 Condición dinámica del estampado y troquelado.
	Cap. 2 Calculo de la capacidad de transformación del estampado y troquelado. Del segundo periodo, impartido por el Ing. Kurihara

Lecciones Aprendidas

Calculo de capacidades de cada proceso que conforman un herramental progresivo, así como realizar el balanceo de cargas del mismo.

Seguimiento al Producto

Ventanilla	Planta	Fecha
	1	28/07/2008
	1	Total

Informe escrito por: Ing. José Ruiz Luna

CIERRE DE PROYECTO

Participantes		
Empresa	Expertos	CIDESI
Ing. Juan R. Franco Carrillo.	Ing. Shohachi Kurihara Ing. Shuichi Kurozumi	Ing. Saúl Rubio Rodríguez Ing. Ariel Dorantes Campuzano. Ing. José Ruiz Luna

Balance de Asesoría				
Descripción	Horas	Diseño/ Fabricación	Costo	Total
CIDESI				
Tiempo de asesoría de Expertos				
1) Ing.	NA			
2) Ing.	NA			
3) Ing.	NA			
Tiempo de asesoría de Contraparte				
1) Ing. Saúl Rubio R.	3			
2) Ing. Ariel Dorantes C.	3			
3) Ing. José Ruiz L.	3			
Empresa:				
Fabricación de piezas o dispositivos				
1)	NA			
2)	NA			
3)	NA			
Implementación de cambios	NA			
Prueba de Materiales	NA			
Viáticos de visita				

Total:

Ing. Juan R. Franco Carrillo

Empresa

Ing. Ariel Dorantes Campuzano

CIDESI

Firmas de Conformidad

添付-12 技術セミナー招待状例

Tienen el honor de invitar a su

5to Seminario de Estampado y Troquelado Metálico

6 y 7 de Noviembre de 2009

Querétaro, Qro.

DIRIGIDO A LAS PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS DEDICADAS A:

- ESTAMPADO Y TROQUELADO EN LÁMINA.
- DISEÑO y/o FABRICACIÓN DE TROQUELES.

6 de Noviembre

RECEPCIÓN
Y REGISTRO 8:30 a 9:00

1er. TEMA

Imparte:

M. C. Irma Morán

M. C. en Ingeniería Industrial, con experiencia en consultoría para la administración de la producción, actualmente participa en el proyecto de transferencia de tecnología de estampado y troquelado en lámina metálica del Instituto de Investigación Tecnológica en México y JICA.

• "Puntos clave para la reducción del costo"

8:00 a 09:45

• Preguntas y respuestas

09:45 a 10:00

2do. TEMA

Imparte:

Dr. Alfredo Manzo

Doctor en Ciencia Mecánica, con experiencia en análisis de procesos mecánicos, hornos fríos, actualmente participa en el proyecto de transferencia de tecnología de estampado y troquelado metálico, resultado del convenio de cooperación técnica entre México y JICA.

• "Embutido rectangular y frenos"

10:00 a 11:00

El embutido rectangular es una transformación común, por lo cual es importante conocer y aplicar los cálculos necesarios para su aplicación, así como tener en cuenta consideraciones adicionales en este proceso.

• Preguntas y respuestas

11:00 a 11:15

3er. TEMA

Imparte:

Ing. Koyu Shimizu

Ingeniero en Ciencia de los Materiales y Tecnología de la Producción. Después de haber trabajado en la industria textil, actualmente es el gerente general de la empresa ACME Industrial Technology, ha diseñado más de 25 troqueles de diseño y fabricación de metales. Ha impartido diversos cursos sobre el tema y ha participado en conferencias internacionales.

• "No conformidad en los herramientas y su mantenimiento"

11:15 a 12:45

Problemas comunes de los diversos tipos de herramientas, el mantenimiento y manejo seguro del herramienta.

• Preguntas y respuestas

12:45 a 13:00

Sede

COESI
Av. Playa Plus de la Cuseta No. 702
Desarrollo San Pablo, C.P. 76130
San Miguel de Querétaro, Qro.
México

Confirmar asistencia con:
Rosalba Espindola Morera
respaldo@coesi.mx
Teléfono:
01 (442) 2 11 88 00
2 11 88 00 (ext. 1329, 1950
y 1268)
Llama sin costo 01 800 622 2040

Cupo limitado 100 personas
SIN COSTO

Tienen el honor de invitar a su

**5^o Seminario
de Estampado
y Troquelado Metálico****6 y 7 de Noviembre de 2008****Querétaro, Qro.**

DIRIGIDO A LAS PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS DEDICADAS A:

- ESTAMPADO Y TROQUELADO EN LÁMINA.
- DISEÑO y/o FABRICACIÓN DE TROQUELES.

7 de Noviembre**RECEPCIÓN****Y REGISTRO 9:30 a 9:00****1er. TEMA**

Imparte:

Ing. Norio Nakamura

Tiene durante 20 años un plantel de trabajadores HONDIA y el diseño de hornos de inducción, desarrollo de nuevas máquinas para estampado y troquelado (rango de 15 toneladas), el plantel de personal y personal de la empresa para cocinar una nueva planta en Inglaterra y a acciones y promover la reforma constitucional de la producción de los proveedores de primer nivel (TP1).

Estos últimos dos años se ha dedicado a desarrollar las PAVES nacionales e internacionales, principalmente a nivel de COO.

"Casos reales de reducción del costo"

9:00 a 10:00

Preguntas y respuestas

10:00 a 10:15**2da. TEMA**

Imparte:

Ing. Ariel Darantes

Ingeniero mecánico con experiencia en diseño de máquinas y líneas automatizadas para la industria automotriz y de electrodomésticos. Actualmente participa en el proyecto de transferencia de tecnología de estampado y troquelado metálico, en el estado del congreso de la compañía eléctrica entre México y Japón.

"Expansión y burring"

10:15 a 11:15

La expansión es un proceso no muy difundido y comúnmente confundido con embudo, para este proceso existen consideraciones especiales y detalladas por lo cual se recomienda conocerlas para utilizarlas en el piso de producción.

Preguntas y respuestas

11:15 a 11:30**3er. TEMA**

Imparte:

Ing. Shoichi Kurihara

Uno de los ingenieros más reconocidos en Japón en el área de estampado y troquelado.
Ha trabajado más de 25 años a la asesoría y capacitación de más de 2000 empresas y corporación internacionales.

"Estampado y troquelado inteligente"

11:30 a 13:00

Obtener los conocimientos sobre la relación entre el trabajo de estampado y troquelado así como las características del material, con el objetivo de mejorar la calidad y la precisión del producto.

Preguntas y respuestas

13:00 a 13:15**Sede**

COESI
Av. Pío de la Cuevas No. 70 M
Querétaro San Pablo, C.P. 76130
Querétaro, Qro.
México

Confirme asistencia con
Rosa Esphole Moreno
resphole@coesi.mx
Teléfono
01 (442) 2 11 581 08
R 11 581 00 exts. 1228, 1260
y 1283
Línea sin costo 01 800 852 2040

*Cupo limitado 100 personas
SIN COSTO