

打抜機平面度とムラ取り

ユーザーの責任とメーカーの責任

(株)エル・シー・シー
社長 占部 聰 長

はじめに

「LCCマット」は発売以来、多くの紙器メーカー（平成7年11月現在、国内で300社400セット）に採用されました。また米国アトラス・ダイ社、独アベル社に技術供与し海外でも300セット以上の出荷実績です。多くの紙器メーカーに採用され、またいろいろ苦言を頂きました。そして、その使用方法の向上により、より大きい成果を得られるようになりました。しかし一部には採用頂いても、成功していない場合もあります。その原因は「打抜機」の「平面精度」をあらかじめ調整することに失敗している場合です。それを解決するとLCCマットの効果を上げ、ムラ取り作業の追放を可能にします。

そこで自動平盤打抜機の構造と、抜型と打抜技術に関連付けて考察してみたいと思います。

打抜機の平面を維持することはLCCマットを使用しない場合でも、打抜き作業の生産性を上げるうえで重要な要素です。打抜機を導入して数年すると、機械のバランスは結構狂ってきます。特にバランスの悪い抜型を長期間使用すると、打抜機には悪い影響を与えます。そこで抜型の「くわえ尻」に「バランシング・ナイフ」を埋め、打抜機のバランスが狂うのを防ぎます。しかしバランシング・ナイフを埋めることによるコストアップのため、その普及率は非常に低いものです。私が本誌の1994年9月号で発表した「シングル段取りとムラ不要マットの効果」の論文でLCCマットを発表し、多くの打抜き現場で実際の打抜機を検分

した結果、予想以上にバランスの悪い機械が多いのにビックリしました。LCCマットでもバランスの悪い機械はその効果を発揮できません。

しかしながら、どの程度狂っているかは現実に計測することは非常に困難です。そこで打抜機のアンバランスを計測し、そのアンバランスを修正する1つの方法を提案したいと思います。

打抜機の構造と平面精度

図1、図2は「PACKAGING PRODUCTIVITY」の1992年5月号1ページ、35ページの図面です。打抜機の構造を理解するのに最適の図面です。現実の打抜機には存在しない部品もあります。打抜機メーカーのマニュアルを見てもこのように親切に構造と機能を説明したマニュアルはありません。それぞれの役割を図2によって説明してみたいと思います。なお「PACKAGING PRODUCTIVITY」誌と「THE DIEMAKER RESOURCE」誌は世界で唯一・最高の「打抜・抜型」のニューズレターです。講読をお勧めします。いろいろ打抜・抜型のノウハウが満載です。

- 1-UPPER PLATEN：上部定盤＝鋳物製の上部構造物で平面研磨されています。
- 2-COVER PLATE：保護板＝鉄板、ベークライト、ジュラルミン製。上の上部定盤の沈み込みを防ぐため硬度の低い材料。また下のムラ取りシートを押さえます。
- 3-PATCH UP SHEET & TAPE：ムラ取りシートとテープ＝個々の抜型のムラ取りをする。これは打抜機のオ

図1

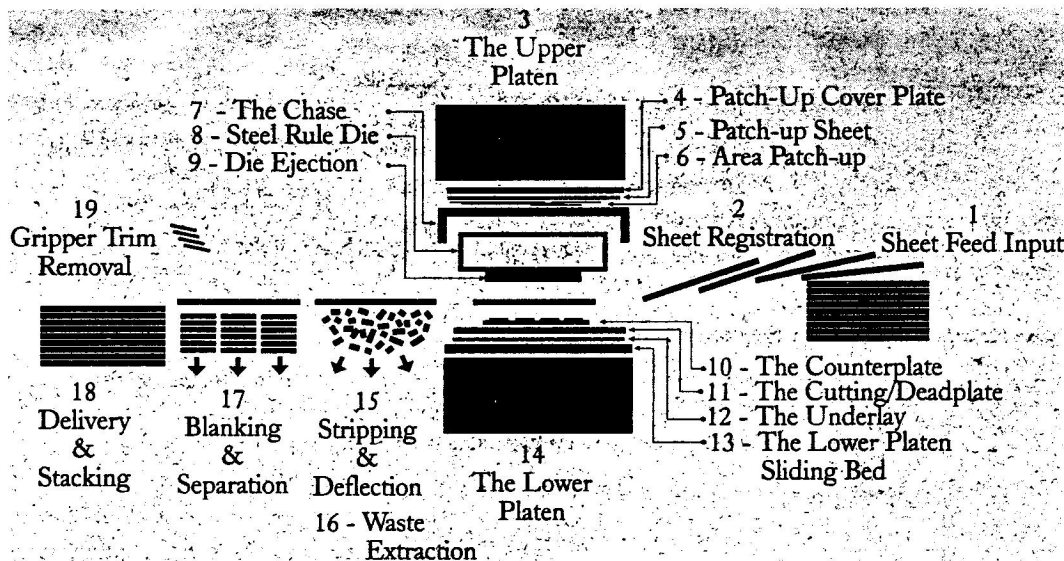
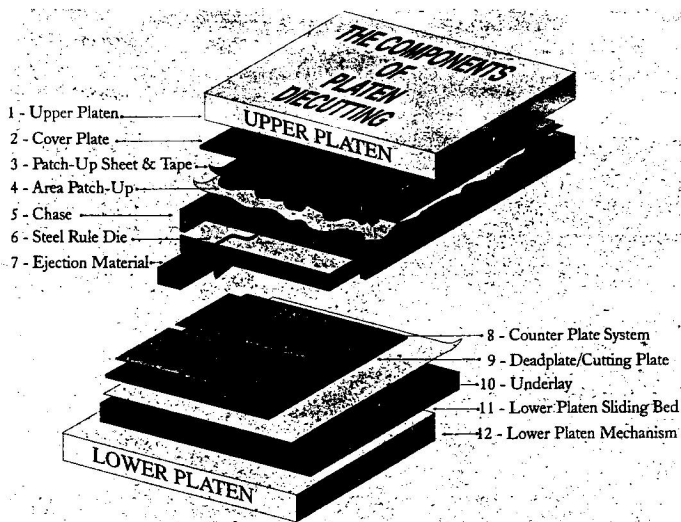


図2



ペレータが作成。

- 4-AREA PATCH UP：広域ムラ取りシート＝打抜機全体のムラ取りをする。これもオペレータが作成。この部品は現在ほとんどオペレータに無視されています。その存在も知らない人がほとんどです。しかしLCCマットを使用する場合は最重要部品です。打抜機全体の平面度を最終的に調整する部品です。一度これで機械のムラを取れば、少なくとも半年は不要です。罫線割れも防げます。
- 5-CHASE：チェース＝抜型を保持する枠。「オープン・チェース」と「クローズ・チェース」の2種があ

ります。「オープン・チェース」は「枠」と「背板」が分離可能な形式。ピック、トムソンと一部、段ボール打抜機に採用されています。「クローズ・チェース」は「枠」と「背板」がネジ、溶接で一体化しています。一般的に普及しているチェースです。

- 6-STEEL RULE DIE：抜型。
- 7-EJECTION MATERIAL：排出ゴム。
- 8-COUNTER PLATE SYSTEM：面板／メス型＝堅い板紙、プラスチックをカッティング・プレートに貼り、抜型の罫線刃に対応した部分に溝を作成し、素材に罫線を作成します。既製品のテープ状の商品名「CITOテープ」、「G-テープ」などがあります。
- 9-DEAD PLATE/CUTTING PLATE：カッティング・プレート＝高硬度の鋼板。抜型の刃先より硬いです。抜型の刃先が「カッティング・プレート」上の材料を打ち抜きます。このカッティング・プレートと面板が混同され共に「面板」と称されています。
- 10-UNDER LAY：下敷＝ベークライト製、ジュラルミン製の板。最近の国産の機種ではほとんど採用されていません。本来の目的は「下部定盤」の沈み込みを防ぐ重要な部品です。
- 11-LOWER PLATE SLIDING BED：下部保護板＝カッティング・プレートの出し入れを容易にする鉄板です。しかしこの部品も最近の機種ではほとんど採用さ

れていません。

●12-LOWER PLATE MECHANISM：下部定盤＝上下する鋳物製の下部構造物で平面研磨されています。

なぜチェースが変形するのか

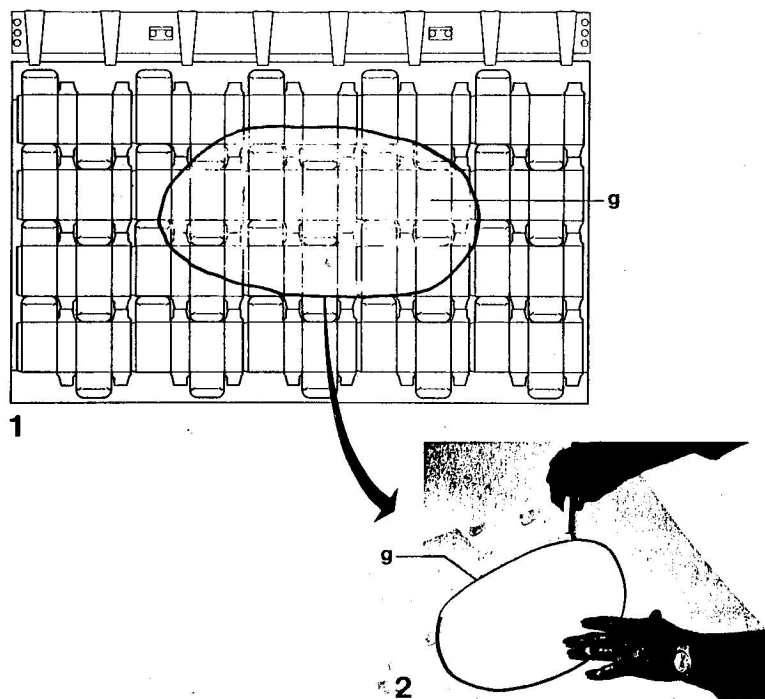
打抜機メーカーから出荷する時、上部定盤と下部定盤との間隔の平面度は非常に高精度に維持されています。しかし導入して2、3年すると打抜機の平面度は狂ってきます。また一部の打抜機では「チェースの裏板」が変形してしまいます。特にバラシング・ナイフを使用しない場合は「くわえ」側が下がってきます。ひどい場合は0.2mm（セロテープ4枚分）も狂っている場合があります。

私の疑問はこの狂いはどこに行ったかということです。その一例として「チェースの裏板」と「保護板」が反り上がっている場合があります。当然、クランクなどの回転部に負担がいきますから機械の寿命を縮めます。「下敷」があれば変形吸収してくれます。そして取り替えれば平面度は回復します。そのための下敷きなのです。即ち「捨て駒」なのです。

しかし最近の機種では採用されていません。採用されない理由はよく分かりませんが、部品点数を少なくすることにより精度をアップする目的と考えられます。しかし「チェースの裏板」が反り上がるようでは何らかの対策が必要と思われます。そこでLCCマットのクッション性で機械の損傷を軽減するだけでなくムラ取りもします。従って新台の機械を設置する時は、LCCマットを導入して機械の寿命を伸ばすことを勧めます。いずれにしても機械の平面度をあらかじめ均一化しておかなければなりません。

いったんバランスが狂った打抜機の平面度をユーザー自身で回復する方法が「広域ムラ取りシート」です。その方法が図3（BOBST社のテキストD3/5-1ページ）に提案されています。しかし図3のような抜型は刃の曲げにより、高低の精度が悪い場合がありますので、本格的な「テスト型」を作ってチェックすることが最適です。

図3 機械のアンバランスを修正するための「広域ムラ取りシート」。すべての打抜に使用する



従来の「ムラ取り」作業で私が疑問に思うことは、0.04mmのムラ取りテープでムラ取りをした場合、その部分が本来0.02mmのムラ取りが必要だった場合、その差の0.02mmはどこに行くのでしょうか。刃先が潰れるか、突っ張って耐えるか、刃の胴体が湾曲するかのいずれかしかりません。突っ張って耐えた場合、隣接する部分が切れなくなる現象を起こすことがあります。しかしいずれにしても機械に負担が掛ります。従来のムラ取りの概念にはこのような中間のグレーゾーンを無視しています。LCCマットがその部分を吸収しています。

最近の国産の打抜機は耐久性において優秀になっていますが、伝統ある外国製の機械が優秀とされています。国産機が伝統ある外国製に比較して耐久性がないのはユーザーの責任であると思います。外国製の機械はバラシング・ナイフを強制しますが、国産機メーカーはユーザー任せです。その差が耐久性の差になるのではないかと思います。また下敷の有無も重要な要素です。チェースの裏板が反るのは論外です。バラシング・ナイフを付けずに打ち抜くのは、左足に靴を履き右足は裸足で走るのと同じです。

抜型の平面精度

抜型を製作している私でも、新型の「平面度」が、どの程度狂っているのは正確には分かりません。最近ではほとんどレーザー切断機で切削した抜型が多いです。しかし残念ながら、糸ノコで切削したものより垂直度が悪いことが経験的に分かっています。また刃を曲げることにより刃の高さは狂います。刃自身の高低誤差は1/100mm以下です。従って直線刃は高精度です。抜型の高低の誤差はいろいろ同業者に確認したところ、曲げの数の多少、技術により異なりますが±5/100と言う意見と、±1/10mmと言う意見がありました。ムラ取りテープの1～3枚分です。BOBST社のテキストでは±25/1000以内でなければならないとしています (D3/2-2ページ)

「平面度テスト型」での検査

「平面度テスト型」は直線刃だけの抜型です。直線刃の高低の公差は±1/100以内です。そこで写真1のように木枠いっぱいに5cm方眼の直線刃を埋め込みます。直線刃は4cmの長さです。従って各コーナーには5mmの隙間があきます。この抜型の高低の誤差はほとんどありません。面板と刃先の間隔の差が機械のアンバランスです。LCCマットと併用してテスト型の使用方法を述べてみたいと思います。

①この平面度テスト型を「チェース」にセットします。

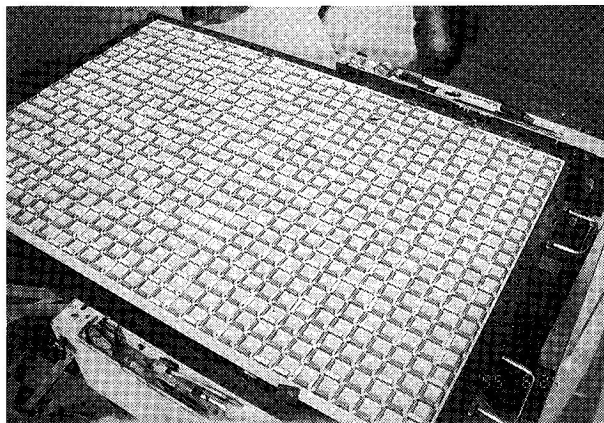


写真1

チェースと同寸法の50ミクロン厚の「純白ロール紙」または「クラフト紙」とLCCマットを用意し、チェースの保護板の下に挿入します。30g/平米の純白ロール紙を準備します。この純白ロール紙は厚みが0.02～0.03mmです。10枚で約0.3mm厚になります。10枚の純白ロール紙のくわえをホッチキスで固定し手差しで給紙します。その前に0.3mm厚のコートボールを打ち抜き、半抜きであることを確認します。「胴圧」は「半抜き」の状態です。刃先がカッティング・プレートに絶対に当たらないようにして下さい。刃先を傷めて高さが変わってしまいます。

②抜いた10枚の純白ロール紙を調べて、上から何枚目まで抜けたかチェックします。すべてが均一に抜けていれば問題ありません。均一に抜けていない場合、打抜機のアンバランスの修正方法を述べてみたいと思います。バランスの程度が分かればこの検査は不要です

広域ムラ取り紙

AREA PATCH UP SHEET

③完全に均一に抜けていれば問題はありません。アンバランスの場合、それが「機械のムラ」と「LCC MATの厚みと圧縮弾性のムラ」の合計の「ムラ」です。

④0.1～0.2mm厚のカードボードをカッティング・プレートに2枚ずつ「くわえ」以外の3方をガムテープで固定します。1枚目の打ち抜けた部分に「等高線」をマジックインキでマークします。(写真2参照)。

そして写真3のように等高線に合わせて0.03mmの純白ロール紙を切って置いていく。この作業を繰り返し、1枚目が完全に、均一に打ち抜けるように広域ムラ取り紙を置いていきます。次回利用の時、常に位置を一定にするため純白ロール紙にボールペンで外形を描画します(写真3)。完全に落ちついたらチェースの裏板に液体ノリで接着して下さい。

⑤これで完全に打抜機のバランスは回復しました。即ち、広域ムラ取り紙が機械のムラを追放し、LCCマットが抜型のムラを追放してくれます。以後、新型についてはムラ取りする必要はありません。新型のアンバランスはLCCマットが吸収してくれます。胴圧の調整だけでOKです。ただ

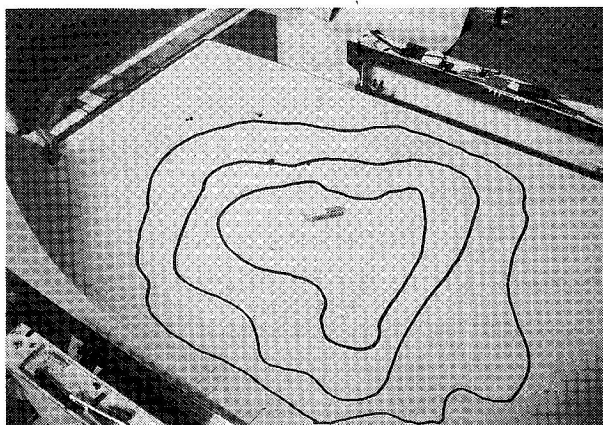


写真2

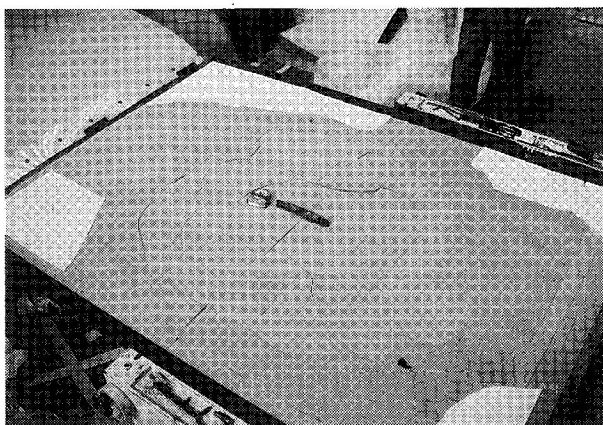


写真3

し「切り込み」「ジッパー」などの小部品は回りの刃に比べて摩耗しやすいものです。その部分が切れなくなって胴圧を上げると、回りの刃の摩耗が早まりますので「LCCパッチ」を面板に貼って下さい。

小部品のムラ取り

LCCマットがムラ取り追放と言っても、例えば切り込みとかジッパーなどの非常に小さい小部品は、打抜き作業をしているうちに刃先が回りの外周の刃に比べて早く摩耗します。従ってその小部品が打ち抜けなくなります。せいぜい5/100mm程度の摩耗だと思います。LCCマットを使用の場合は胴圧を上げますと、回りの刃を傷めてしまいます。特に小部品は内部にありますので、ストリッピングに直接関係ありません。そこでついオペレータも見過ごしてしまいます。

そこで小部品のムラ取りについては別の方法を考えます。それはカッティング・プレート上の面盤に工夫をくわえる方法が提案されています。「PACKAGING PRODUCTIVITY」誌1992年5月号33頁に載っている図4のアイデアです。小部品の刃先の「くわえ尻」に「面板」胴貼紙またはプラスチック板を残しておきます。その結果「ギロチン効果」により刃が摩耗しても安心して内部の小部品が打ち抜けます。既成の面板テープを使用している場合はLCCパッチを利用すると便利です。(図5参照)

ムラ取りと罫線の関係

広域ムラ取りシートは打抜き刃だけの問題だけではありません。罫線割れの問題も解決します。罫線は直線ですので、高低公差は直線刃と同じく1/100mm以下です。打抜き機に例えば0.2mmのアンバランスがあれば、その分だけ定盤間隔の狭いところの罫線は圧力が強くなり罫線割れが生じます。機械ムラがある場合、例えば刃は何らかの方法でムラ

図4

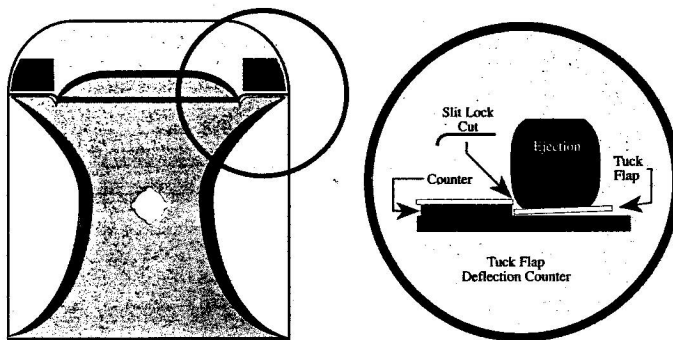
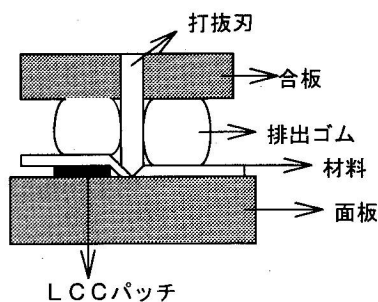


図5



取りしますが通常、罫線は何もしません。従って刃が摩耗してきたり、LCCマットを使用することによる沈み込みなどにより、機械のムラの高い部分の罫線に異常に圧力が掛り、罫線割れが生じます。機械のバランスが広域ムラ取りシートで確保されていれば、部分的に罫線割れということはありません。罫線割れが部分的に生じる場合の原因は、ただ1つ機械のアンバランスです。もし材料の乾燥とか、罫線の高さの設計ミスとかが理由であれば、全体的に罫線割れします。

現在、罫線割れについて打抜機のアンバランスという視点で考察している人は皆無のような気がします。対処療法として罫線もムラ取りしている人がいます。これは邪道です。広域ムラ取りシートで機械のアンバランスを追放していれば個々の型の罫線のムラ取りは必要なく、部分的罫線割れも存在しません。基準とすべきことは打抜機のバランスを確保して、そこから打抜刃と罫線を個々別々に管理することが、ムラ取り・罫線割れの追放になります。

私が見た段ボール専用の打抜機はほとんどがくわえ部分が相当沈んでいました。そして広域ムラ取りシートを採用している会社は皆無でした。

バラnsing・ナイフの効果

コストを掛けずにバラnsing・ナイフを備える方法としては、何種類かの予備の補償のバラnsing・ナイフと

別の「型押さえバー」を用意し、チェース内で後ろ向きに固定する方法が良いでしょう。しかし刃はすぐ摩耗しますので罫線刃にして、相手のカッティング・プレートに板紙を貼るのも良いでしょう。オペレータが良く経験することですが、同じ抜型でもバラnsing・ナイフを付ける場合と付けない場合ではムラ取りが変わってきます。しかしバラnsing・ナイフを適正につけることは大変困難です。

一応計算式があります。忠実に計算式に基づいてバラnsing・ナイフを備えていても1~2年すると機械のバランスが狂ってきます。何のための計算式なのかということです。この狂いを誰が補償してくれるのでしょうか。計算式でなく、アンバランスを正確に定量的に実測して補償するのが一番良い方法です。計算式はあくまで「可能性」であって結果を保証したものではありません。

しかし一部の機種を除いて圧力計を設置している打抜機は少ないです。そしてその圧力計も概算総圧力しか表示していません。アンバランスを示していません。この目的なら「ダイヤルゲージ(距離を計測する計器)」の換算で十分です。そして「150トン」というのは総圧力でカッティング・プレートの部分的な圧力は計測していません。部分的圧力は15kg/cm²という表示がされるべきでしょう。

オート・バラnsarの提案

先に述べたようにバラnsing・ナイフの重要性を定性

的にまた経験的に理解していると思いますが、定量的に理解していることは少ないと思います。バランシング・ナイフを計算式に基づいて作成した抜型を必ずセットしている打抜機でもアンバランスのものがありません。なぜ、こんなことが起きるのでしょうか。これは本来、すべてのセットした抜型を計算式などに頼らず、すべての抜型の個々にくわえとくわえ尻の圧力のアンバランスを直接計測してくわえ尻に「補償型」を入れ、完全バランスを取れるような装置を備えるべきだと思います。一部くわえにセンサーを埋めて「概略圧力」を表示しているものもありますが不完全です。私はこれはユーザーの怠慢でなく打抜機メーカーの怠慢だと思います。

打抜機のくわえとくわえ尻に「ストレージ圧力計」の「差圧センサー」を備えれば、毎回の打抜圧力とアンバランスがリアルタイムに表示され、最適のバランシング・ナイフを随時設定できます。その結果それぞれの抜型にバランシング・ナイフは不要になりますので、抜型代をコストダウンできます。また補償のバランシング・ナイフの代わりにゴム磁石に高硬度のゴムを添付したものを使用すると、刃と異なり摩耗がありません。

以上の説明は手動の補償型による説明ですが、現在は「センサーの時代」です。自動的にバランスを保つオート・バランサーができて良い時代だと思います。自動車のABS（アンチ・ロック・ブレーキ・システム）は前

輪が完全に止まってしまうと、スリップしてハンドルが効かないので、コンピュータとセンサーで制御して最適の方向にハンドリング可能にします。これと同様にアンバランスの抜型をセットしても、くわえ・くわえ尻にセットせられたシリンダーからの液体圧力をストレージ圧力計の「差圧センサー」に入力し、その電気信号の値をマイコンの「フィードバック回路」に入れ、シリンダーの横に備えられた加圧器に信号を送り、リアルタイムにバランスを取るアイデアです。この装置はせいぜい200～300万円程度で可能だと思います。バランシング・ナイフが不要になりますから、十分元が取れます。

あとがき

打抜機のアンバランスはオペレータにとっては、最大の関心事です。しかしいったん狂った打抜機の水平をメーカーを呼んで修正することは大変困難です。と言うより勇気が必要です。なぜなら過去の保存しているムラ取りシートをすべて捨てなければなりません。広域ムラ取り紙の概念を理解していただいたら、常にテスト型でバランスを監視し、広域ムラ取り紙を修正することの重要性を理解していただけるものと思います。打抜機メーカーに叱られるかも知れませんが、新しい打抜機を買ったらテスト型を計器としてつけるべきだと思います。

CB