

平削盤の発達 (後篇)

久保田鉄工KK* 川 勝 八 郎**
後 藤 行 夫

3. 平削盤の構造とその進歩

現在各国各社で製作されている平削盤には夫々特徴があり、細部に到るまで比較検討すればおびただしい相異点を発見することが出来る。勿論個々の設計技術者の目的とするところは、先に述べたように (a) 切削能力の増大、(b) 操作性の向上、(c) 精度の向上、の3点に尽きるのであるが、それらに対する考え方の過程が異なるのである。つまり「テーブル速度は必ずしも無段でなくてもよい」とか、或いは「平削盤にそのような広範囲の刃物送り量を必要としない」とかいったような考え方である。しかしながらそれを使用する技術者、製作する技術者にとつては、「この部分は高価な設計にするべきであり、この部分をおろそかにすれば精度が出ない」と云つた諸点を確実に把握していなければならず、また機械を見る場合も、それらの要点を押えてゆけば、自らその平削盤の性格を見出すことが出来るものである。

(1) テーブルブルと電動機定格

これは主としてワードレオナード方式による直流電動機を使用する場合の定格についてである。先に述べたようにテーブル駆動用電動機の容量の決定は、その平削盤の Duty Cycle によつて決定するのが正しい。普通の旋盤による切削作業のように、一定の荷重が一定時間必要と云うような使用ではなく、テーブルの運動方向切替えに要する荷重、テーブルが切削作業をしている時に要する荷重、テーブルが早返りを行っている時の荷重、更に切替わりがどんな時間間隔で行なわれているかの要素が各々異なるので、電動機容量の決定も簡単には出来ない訳である。

換言すれば、ある平削盤を使用してどの位の送り量と切込みを与えて切削すれば、その主電動機に対して最も合理的であるかと云う決定も、単に工程上の問題や、工具、粗材だけによつて左右されてはならないことを示している。

これらを決定するに要する諸元は次のようなものである。

粗材の重量、削る長さ、削る幅
工具の形状と取付角

テーブルの削り速度と返り速度
送り量と切込量

主電動機の容量 (定出力、定トルク 範囲、時間定格、出力、熱的時定数等)

この他にテーブル摺動面の潤滑方式、摩擦係数等は判つていなければならないし、主電動機逆転時の立ち上がり時間等も合理的に設定しておかなければならない。

以上の各要素は夫々独立しているものではない。例えば主電動機の型式が既に決定していれば、切削し終る迄の時間は「粗材の長さ」「粗材の巾」「削り速度」「返り速度」「循走長さ」「送り量」の6要素によつて初めて決めるものであり、切削し終る迄の時間が判つて始めて切込量が決定出来るのである。

従つて切削条件の決定は決して一元的に求めることが出来ず、Nomogram によつて何度も Trial することによつて決めるのである。

このような条件で使用される平削盤の主電動機は「特殊定格」「Planer Rating」「1時間定格」「30分定格」などと称して製作され、連続定格ではないのが普通である。また「1時間定格」とあるものが1時間しか使用出来ないと云うのでは勿論ない。

Nomogram 作成に当つての考え方の1例をあげると、

切削長さ 5 m

削り速度 = 25 m/min 削り時間 12 sec

返り速度 = 50 m/min 返り時間 6 sec

可逆切替 惰走時間を 1 sec とし その間に 100% load, 返り行程中に 20% load が加かっていると仮定すると、第11図のような電流を計ることが出来る筈である。ここで切削に何%の荷重を与えることが出来るだろうかと云うことを求めるには、ご承知の如く Root Mean Square の式によつて求める。

$$I_{meom} = \frac{\sqrt{I_1^2 t_1 + I_2^2 t_2 + \dots + I_n^2 t_n}}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$$

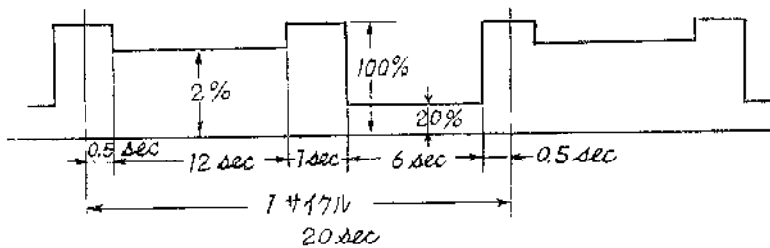
今電動機に 100% load が加かるように計算すれば

$$x = 120\%$$

となる訳である。この上更に電動機の熱的時定数を考慮に入れて始めてテーブルブルが求められる。その後テー

* 大阪市浪速区船出町2の22

** 機械技術部長



第 11 図

ブルの重量、粗材の重量、速度によつて異なる摩擦係数などを考慮に入れば、テーブルプルから純粋に主切削力方が算定出来るのである。(Nomogram 作成の方法についての詳細は別の機会に記してみたいと思う)。

(2) テーブル駆動方式

現在テーブル駆動方式として極めて普遍的に行なわれているものは

- (i) ワードレオナード制御による直流電動機駆動方式
- (ii) 油圧ポンプを使用する方式
- (iii) 電磁逆転方式

である。

(i) と (iii) はラックとブルギヤーによる駆動装置を有し、(ii) はピストンとシリンダー方式である。油圧方式のものはテーブルストロークに自ら限界を有し余り長尺もののテーブルには使用出来ない。また電磁逆転装置使用のものも、余り大型の平削盤には使用出来ない。

(i) ワードレオナード制御の直流電動機によるテーブル駆動方式

テーブルの可逆転に要する GD^2 を如何に小さくするかが大きな課題であつて、それに一番大きな影響を与えるのが高速回転しているローターの直径である。高速重切削化につれて電動機容量は次第に大きくなつていくので、これをその端第1段軸に接続したのでは切替わりの損失が大きい。そのために電動機を2台使用してタンデムに接続するか、またはベッドの内側から夫々第1段軸に接続する方法が用いられる。最近ローターのイナーシャを低くするためローター巻線を合成樹脂で固着するものが出来ている。これは直径を従来よりもぐつと小さくし、長さがやや長くなつていくローターである。

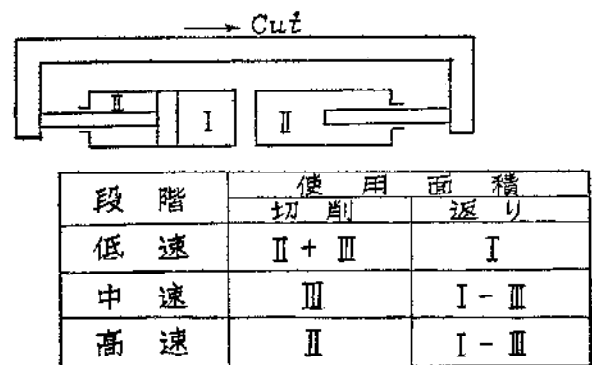
制御方式も従来のマグアンプに代つて、SCR (Silicon Control Rectifyre) を採用するものもあり、応答時間を出来るだけ短かくして、高能率化をはかつていく。

定トルク範囲、定出力範囲に対する考え方も各によつて異なり、1:2 1:3 などそれぞれ特徴を持たしめている。電動機はこの定トルク範囲の設定と時間定格の設定から容量称呼するのが普通であるから、単にKW

称呼だけから電動機を云々してはならない。従つて KM 称呼だけから、どんな場合にも大きな切削力が出るものと早合点してはならず、必ず上記の各要素を勘案の上判断することが必要である。

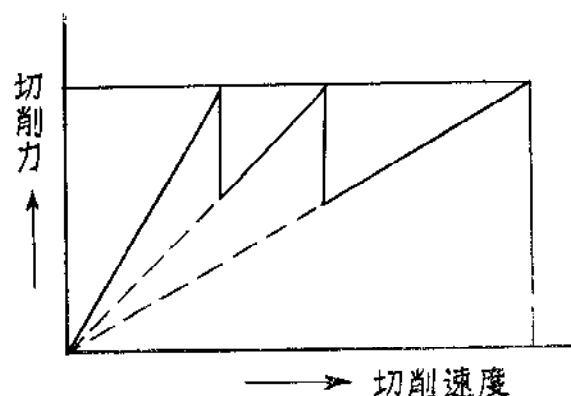
(ii) 油圧によるテーブル駆動方式

従来油圧式として採用されてきたものは、単復動シリンダーまたは、複単動シリンダー型式であるが、第12図に示す様に1本の複動シリンダーと1本の単動シリンダーとを併用する方が有利であるので最近この方法がしばしば設計されている。この形式の利点は下記のようなのである。



第 12 図

- a 単復動シリンダーでは、等速往復運動を得ることが困難であるが、第12図の方式では往復切削可能であり、フライス削りのような遅いテーブル送りにも適している。
- b 切削力と切削速度との関係は第13図に示すように動力伝達が有効に出来る。



第 13 図

第13図において点線のものが従来の形式のものを示し、本形式によるものは実線で示すように低速重切削も可能になる。

1 m/min 以下のフライス削りの場合のテーブル速度は油圧を使用する場合、Stick Slip を起しやすいの

で、Unlocking Valve などを使用して、背圧を常に一定に保つよう特別な配慮が必要である。

またテーブル駆動用の大容量ポンプを使用して低速度を得ることは、スリップ量が大きくて非常に困難であるから小容量ポンプを別に設けることも一方法であろう。何れの場合も油の圧縮性をよく考えに入れて設計しないと低速の場合に、Stick Slip を起すおそれが生ずる。

尚テーブル駆動を油圧で行なう場合には、刃物送り、刃物持上、クロスレールクランピングなども当然油圧方式で行なう方が得策であろう。

プレーナー 重切削の場合バイトが加工物に当る瞬間、テーブル速度が落ちるものが多い。これはワードレオナード方式でもその特性を落してゆけばよく見受けられることであるが、その後の切削速度が一様であれば、バイトにかかる衝撃を緩和し、バイトの寿命を延ばす原因になるので、必ばしも厳密に考える必要はない。

(iii) 電磁逆転装置によるテーブル駆動方式

マグネットクラッチによる駆動装置は戦前から製作されていたが近來、Heid 社（オーストリア）製の電磁逆転装置がまとまったユニットとして輸入されるようになってから、旧來のベルト掛けプレーナーの改造ばかりではなく、新作プレーナーにも広く採用されるようになった。電磁逆転装置そのものはワードレオナード式より、また油圧式より安価ではあるが、摩擦板の摩耗や、プレーナーの Duty Cycle 即ち、テーブルストロークに対する制限、速度切替をギャクラッチに依らねばならぬなどの短所がある。従つて大型プレーナーや、重切削プレーナーなどには推奨し難い点もある訳である。

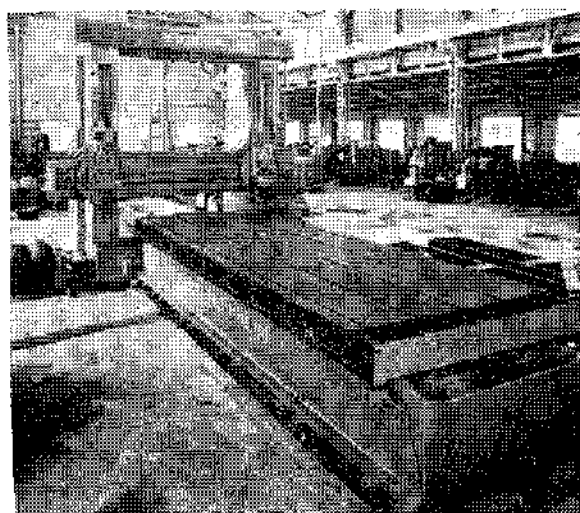
このユニットに設けられている電磁ブレーキはクラッチに比して容量が小さく、インテングを行なう場合頻繁にこのブレーキを使用することは避けなければならない。そのような必要ある時はなるべくブラギングによつて停止させる回路を採用すべきである。

第14図はこの装置を使用した平削盤の一例である。

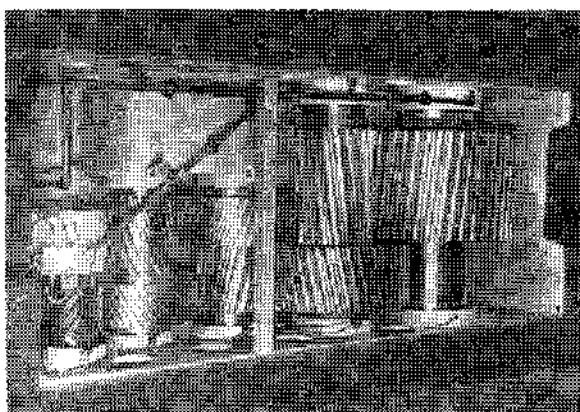
(iv) テーブル駆動ギャリング

第15図は最も普通に設計されているギャリングの一例である。

減速は4段で最終ブルギヤーはラックにも噛み合い $7^{\circ} \sim 8^{\circ}$ のヘリカルアングルを採用している。このブルギヤーとラックの設計は各社によつて異なり、ラックの圧力角もブルギヤーの圧力角も共に $8^{\circ} \sim 12^{\circ}$ 位にとつた特殊な歯型をも



第 14 図

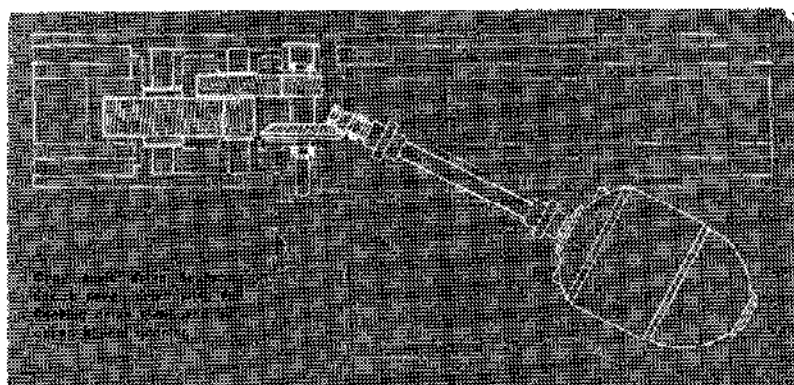


第 15 図

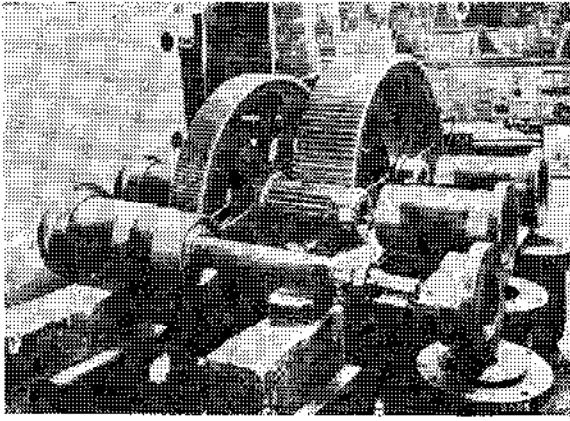
たしめたもの、或いはラックの圧力角のみ 8° 前後にとり、ギャーは 14.5° の圧力角としたものなどがある。何れも噛み合い圧力角によつて生ずる上方向分力が精度に影響を与えないための配慮である。

第16図は、Gray 社のもので第1段軸を斜めに入れていることが特徴である。ベベルの代りにウォームを使用しているものもある。ギャーの数を減らして無駄なものを省略している。

第17図は Berthiez 社のもので、スーパーギャーを採用



第 16 図



第 17 図

していること、各歯車の減速比が非常に大きく、従つて減速段数が少くすむことなどが特徴であるが、このような設計を採用した場合テーブル摺動面に対する設計者の考え方も相当高度な配慮を必要とする。よくジュニア形プレーナーでコストを下げる意味でスパーを採用しているものがあるが、ここで行なわれている歯車設計は、プレーナーの精度、能力から見て、上記のような意味合いで行なわれているのではなく、全体の設計上のバランスから見ても、スパーに踏み切った合理性に自信の程がうかがわれるものである

(v) その他のテーブル駆動方式

現在テーブル駆動方式とし多く採用されているのは上述の三種類であるが、この他に油圧モーターによる方式、V S モーターと減速機との併用方式、エアークラッチによる切替機構などが何れも試験中乃至は研究中である。テーブル駆動の特殊性からこれに最もふさわしく且つ安価な方式が開発されれば今後のジュニアタイプの平削盤にとっては大きな進歩となるであろう。

(3) 摺動面について

(i) テーブル摺動面

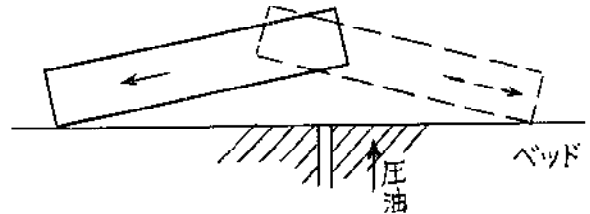
テーブル摺動面は普通門幅 3 m 以下のものは 2 条である。その形状も各社によつて異なり、特徴は既に述べた通りである。

戦後輸入された平削盤には殆んどすべてプラスチックライニングが施されていたため、国産平削盤においてもそれが一種の流行ようになってしまった観がある。成程外国製品の中には十分な精度を保っているものが多いが、国産プラスチック(主としてフェノール樹脂積層板)の材質、貼布技術などから考えると、必ずしも必要欠くべからざるものではない。またフェノール樹脂そのものの特徴から、高速範囲における摩擦係数や摩耗に対しては良好であろうが、その転位点が 0.5m/sec 附近にあることから考えて、フライス作業のように低速度で運転する場合には注意する必要があるように思われる。その経

年変化に対する研究の成果を待つべきであろう。

摺動面は完全な流体潤滑を行なわしめるよう、強制潤滑方式を採用しなければならない。ベッド面からの給油孔は通常 1 カ所であるため、テーブルの端迄充分油を潤滑せしめるには、テーブル摺動面に加工する油溝の形状もおろそかにしてはならない。また、テーブルはそのストロークエンドにおいて夫々圧油のために持ち上げられる傾向がある。(第18図) するために、削られた品物は中凹の傾向を示すので精度上甚だ面白い。

これを避けるために各種の考案が行なわれている。



第 18 図

(a) テーブル端に孔を設けるもの(第19図)

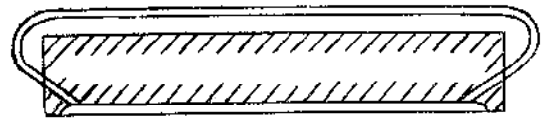
油溝中の油圧が異常に高くなるものとそれを外部へ抜く方法であり、Waldrich Siegen 社が採用している。



第 19 図

(b) 油溝の両端を接続するもの(第20図)

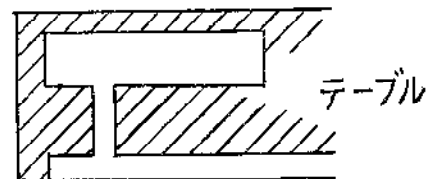
油溝を図のように接続配管をなす方法で高压側と低压側を常時バランスせしめる考案である。ループ・リユブリケーションと云われ Gray 社の特許である。



第 20 図

(c) 油だめ室を設けているもの(第21図)

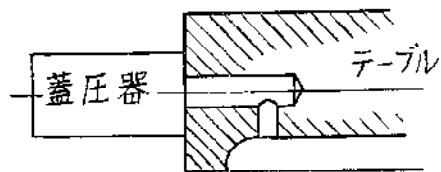
圧油をテーブル内のチャンバーに吸収し必要に応じて再供給するもので、G S P 社、G & L 社などが採用している。



第 21 図

(b) 蓄圧器を備えるもの(第22図)

テーブル端面にアキュムレーターを設け油溝内の油圧が設定値以上になると圧力をもたらしめた儘で蓄圧器中に貯わえ、次に油溝の圧力が低下した時に圧油を供給する型式である。



第 22 図

(ii) クロスレール摺動面

刃物台のサドルの全重量がクロスレール上部の摺動面にかかる型式のものでは、クロスレール摺動面の摩耗が著しいものが多い。ジブの材質に対する考慮や、摺動面幅の増加、刃物台にバランスウェイトを設けたものなど、対策をたてる必要があるが、大型の刃物台では重量を受ける摺動面を別個に設け、焼入研磨鋼板を貼布するものがある。また、ダストキーパー、潤滑油供給方法にも一考を要する。

新品機械に於ては、一見しても見逃す場合があるので、上記の点については特に注意を要する。無思慮な機械に於ては大体6カ月以内で、上記摺動面のキサゲ目は完全になくなってしまふものである。

(4) 刃物送り方式

古くはドライビングギヤーの回転からラチェット式に刃物送りをかける方法が採用せられてきたが保守調整が割合困難であつた。

近來送り装置として別個の駆動形態をとるものが多い。

油圧方式では油量によつて送り量を決うると、油の粘度、洩れなどによつて送り量にバラツキを生ずるので、位置制御によるものが好ましい。

電気的な制御を行なうものには、電動機の回転を光電管によつて検知し、予め

設定されたパルスをカウントすると自動停止する形をとるものもある。この装置ではデカトロンを使用するので電圧変動が激しいと乱調を来すことがあり、定電圧装置が必要である。

なおこの形式のものではペンダントスイッチで送り量を設定出来ると云う利点がある。

大型機械に於ては各刃物台に独立した送り量を設け完全各個駆動を行なう。中型機械に於ては正面刃物台と側部刃物台とに夫々送り装置を設けている。小型機械に於ては各刃物台に共通の送り装置1台を設けるものが多いが、この場合は送り軸の撓みによつて送り量に不足を生ずる場合がある。尚所定送り量に対して $\pm 10\%$ 程度の過不足は実用上差支えないが、自動送りの場合、各送り量のバラツキは仕上面が美しくなくなるので面白くない。つまり10mmの送りを与えようとして實際上9mmしか動いていなくてもかまわないが、送り毎に10mmになつたり9mmになつたり11mmになつたりするのは面白くない、9mmならば9mmのままで送りを与えなければならぬと云う意味である。

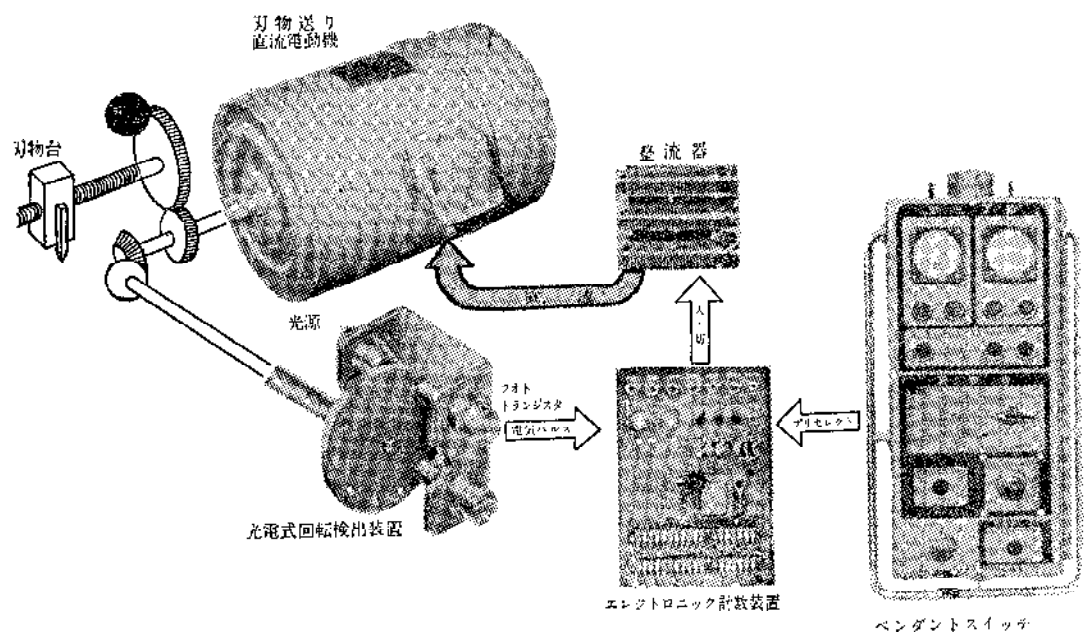
第23図は光電管使用のパルスカウント方式の一例である。

(5) 刃物持上方式

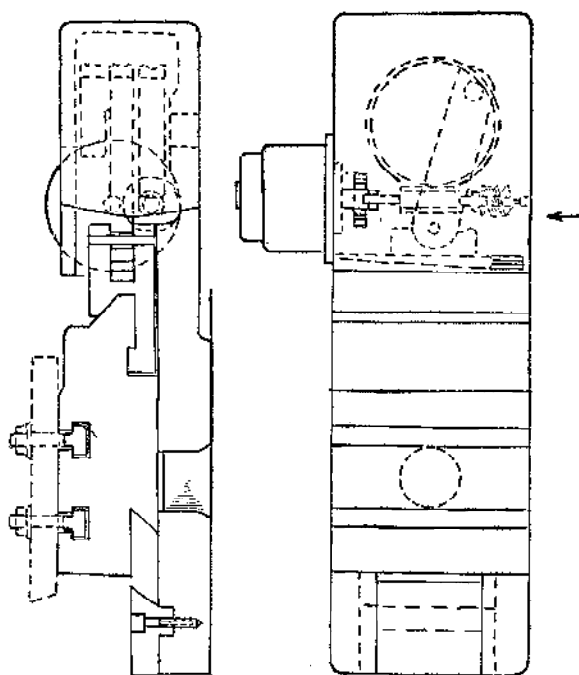
刃物持上装置は簡単なようで案外難かしいもので、各社共夫々特徴ある方式を採用している。

(i) 電動機使用による機械的方法

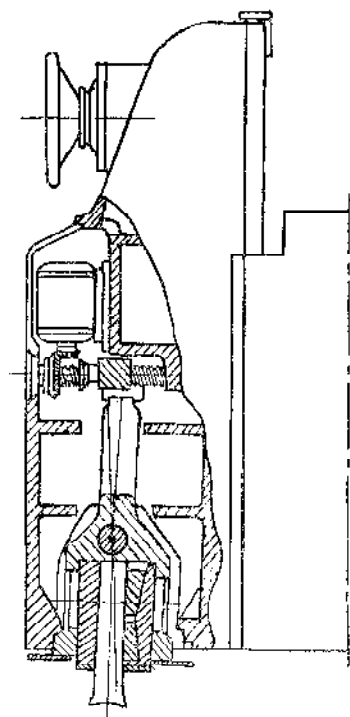
この方法を採用しているものには、Waldrich Siegen Berthiez, Gray, 久保田 鉄工, 新潟鉄工などがある。Waldrich Siegen は第24図に示すようにツールレスト



第 23 図



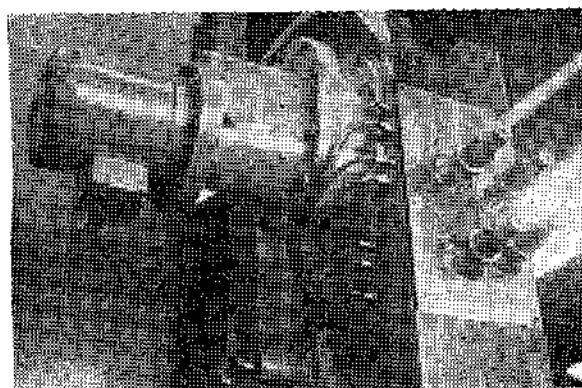
第 24 図



第 25 図

が上下方面に作動する構造である。第25図に示すのは Berthiez 往復切削用の持上機構である。何れもフローティングウォームを使用しているが、Waldrich Siegen のクランク機構に於ける Dead Point 附近メカニカルストップ方式が考え方として一つの特徴を示している。

この方式で難かしい所は非常に高頻度を必要とすることと、強制ストッパーで持上量を決定するのでその衝撃の吸収である。



第 26 図

第26図は2台の正面鉋台を1つの装置で持上げる方式の一例である。

(ii) 油圧または空気圧を使用するもの

この方法を採用しているものに Waldrich Coburg, Rock-ford, Gidding & Lewis, 久保田鉄工などがある。

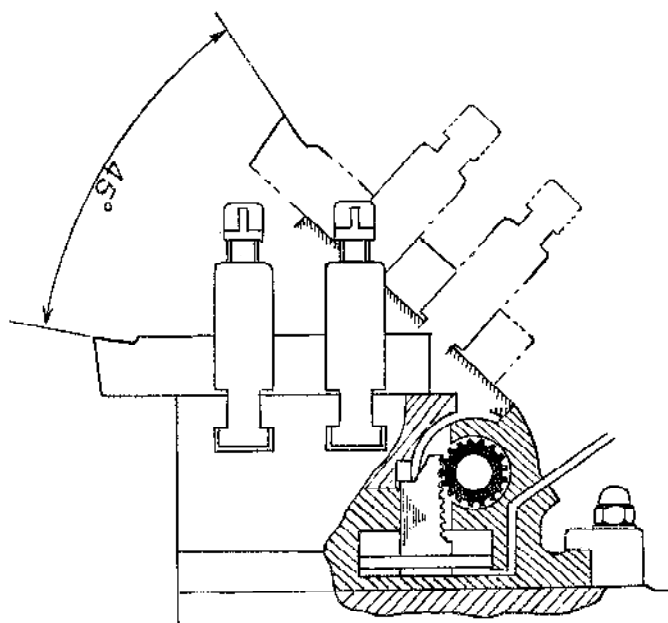
ソレノイド弁の切替はテーブルの可逆切替制限開閉器によつて行なうが、これをなるべく油圧（空気圧）シリンダーの近くに置くようにしなければならない。この距離が大きすぎたり、抵抗が大きかつたりすると作動にタイムラグを生ずるからである。

空気圧利用のものは、その圧縮性が大きいので刃物が持上った瞬間バウンドするものがある。性能上そう欠陥にはならないが、見た目に余り面白くない。

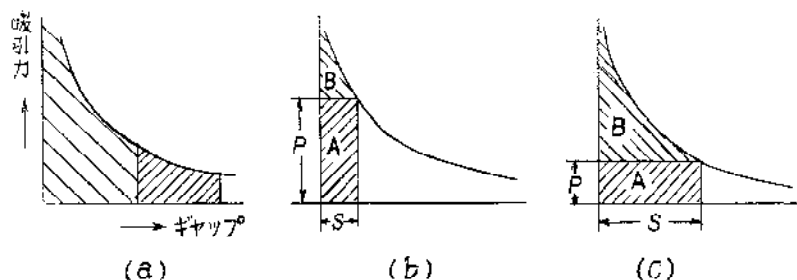
第27図は Waldrich Coburz のものである。45° 迄持上る特殊なものであるが通常は 12° 前後でよい。

(iii) マグネットを使用するもの

マグネットを用いる場合には次の点に注意しなければならない。



第 27 図



第 28 図

マグネットの性能曲線は第28図(a)のような形をとり、ディスクがコイルに近づく程その吸引力は二次元的に増加する。

第29図(b)(c)に於ける如く

$$P \times S = \text{Work done}$$

が同じであつても、そのショックとして働く部分はBの部分であるから、ギャップを小さくして力を大きくするような第29図(b)の設計がショックによるバイトの変位を妨げる上で有利である。

尚、衝撃を避けるためにスプリングを設けたり、エアークッションを設けたものもある。この方式を採用するものに Boehringer、久保田 鉄工、新潟鉄工がある。Boehringer はレバー装置とスプリングでそのショックをうまく逃している。

(6) クロスレール昇降

中小型のものでは、クロスビーム中に1個の電動機を設けて左右の昇降ねじに動力を伝えているものが多い。大型のものに於いては左右別個に電動機を設けシンクロさせて昇降する。

クロスレールは下降させて、ある位置で止めると自動的に数 mm 上昇させてねじのバックラッシュによる平行後のバラつきを調整する構造になつていなければならない。また左右のねじの精度は厳密に検査したものを選定すべきである。

このように充分注意した設計でもある期間たつとクロスレールとテーブルの平行度が希望値よりも大きくなることもある。(原因は基礎の地盤変化が多い) このような場合のためにクロスレールの平行度調整装置を設けていなければならない。Waldrich Siegen の大型プレーナーに於いては、クロスレール三カ所にレベルゲージが設けられていて、平行度不良の場合は片側のねじ軸だけ押ボタンによつて微小回転させ得るようになっていて、国産プレーナーに於いても手動によつて簡単に平行度を出すことが出来るようになってるのが、普通である。

将来はクロスレール停止位置で自動的にレベルを検出し、自動的に精度を出し得るような装置が設けられるようになるかもしれない。

(7) クロスレールクランプ方式

中小型のものでは左右2カ所ハウジングにクランプする形式をとるが、大型のものでは8カ所位クランプする必要がある。

自動クランプは昇降に先だつて緩み、停止後締めつけるように設定しているが、大型のものでは一次クランプ後レベル調整を行ないその後で最終ク

ランプを行なわねばならない。

ジュニアタイプではクランプを手動にして価格を下げようとしているものが多いが、クランプした儘クロスレール昇降をさせないようなインタロックは必ず設けておかねばならない。

駆動方式は電動機によるものと油圧によるものが多い。

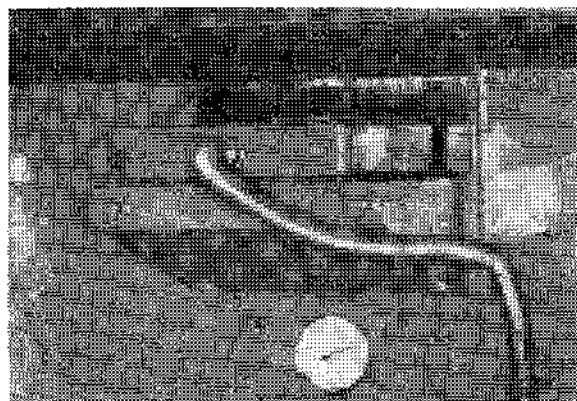
(8) 制限開閉器と安全装置

(i) テーブル可逆電磁開閉器

普通のプレーナーではドッグとカム式電磁開閉器によつてテーブルの可逆転と刃物持上、刃物送りなどを行なわしめる指令を出すのであるが、この頻度が非常に大きいので、カム式では、故障を生ずる場合がある。また、切粉などがこのカムにはさまつた時には、カムが折損したりカムシャフトを折る場合もある。

このためには、切粉の入らないような措置を考えることも一方法ではあるが、寧ろ、これに無接点リレーを設置した方がいいのではないかと思える。

第29図は久保田鉄工で使用している無接点リレーの一例である。



第 29 図

(ii) 区間駆込用電磁開閉器

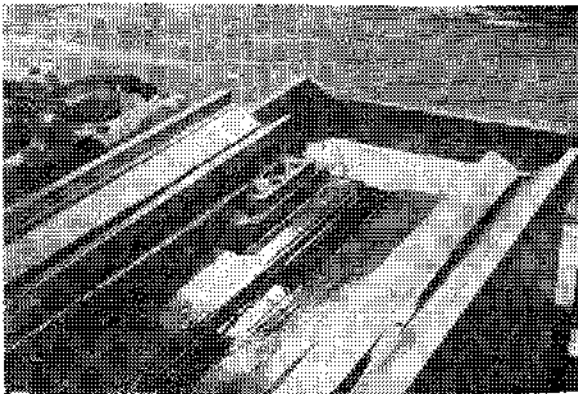
被加工物の形状によつては中間部で削らない場合がある。このような時には削らない範囲だけ高速で idle time を減少せしめる装置が必要である。区間にテーブルに取付けたドッグによつて調節出来るようにする。

(iii) テーブル過走防止用制限開閉器

ベッドの両端に夫々1個づつ設けられテーブル可逆電磁閉閉器が切削途中で故障した場合にテーブルが、ベッドからとび出すのを防止する安全装置である。ベッド両端に夫々2個づつ設け、その一方を減速してからテーブルを止めるように考えられたものもあるが、殆んどその効果を必要としないし、また、余り意味がないので、減速用制限開閉器はわざわざ設けなくてもよい。

(iv) テーブル暴走防止用機械的停止装置及び油圧ダンパー

機械的な停止方式として、上記 (iii) の他に Wagner, Gray, 久保田鉄工などでは、ラックがブルギヤーから走り出て、尚、とび出そうとする時にテーブル或いはベッドにカッターを設け、その切削抵抗でテーブルのとび出しを防止している。第30図は Gray の非常停止用カッターの一例である。



第 30 図

油圧式プレーナーではシリンダーエンドにピストンが撃突するのを防ぐため油圧緩衝装置を設けているものが多いが、ラックとブルギヤー形式の駆動装置をもつものでは、油圧ダンパーを使用する必要はないし、また、非常に確率の少ないそのような事故のために高価な装置を寝かせておくことは殆んど意味がないように思える。

(v) クランピング締緩用制限開閉器

自動的にクランピングを行なうものでは、先ずクロスレール昇降の押釦が押されるとクランピングモーターが回転して緩みが始まり、所定のゆるみで緩用制限開閉器が働きモーターが停止すると同時にクロスレール昇降用モーターが回転をはじめる。昇降押釦を離すとクロスレール昇降用モーターが停止し、同時にクランピングモーターが逆転を始め、所定の圧力で締めつけると締用制限開閉器が働いてモーターを止める。勿論下降した場合であれば、昇降用モーターが停止するとすぐ逆転が始まりタイマーにより設定した値だけ上昇してからクランプが始まるわけである。

(vi) その他の安全装置

近來刃物台の早送りやクロスレール昇降の速度が次第

に大きくなる傾向があり、同時に各衝突防止のマイクロスイッチを設けることが一種の流行のようになってきた。必要欠くべからざる場合もあるが、特に大型で操作者がその事故を確認出来ない場合を除き、必ずしも設けなければならぬと云うものではない。

テーブルその他の潤滑油に対しても油圧警報装置を設けているが、配管がつまつても油圧が上つている訳だから、寧ろ流量警報装置を設けるべきであろう。また、それらが働く度にテーブルを止めるようにしているものがあるが、これも安全意識の行きすぎであると思う。変な時にテーブルを急に止めるとバイトが喰い込んでしまうおそれがある。

油圧装置が働かないとテーブルが動かないインターロック、クロスレールが昇降している時もしくはクランピングされていない時にはテーブルが動かないインターロック、ミーリングユニットが設けられている場合には主軸が回転していないとテーブルが動かないインターロックなどは必要欠くべからざるものである。

(9) 操 作 性

プレーナーの作業者が切削時に殆んどすべての動作をリモートコントロール出来るような傾向は、他機種でも同じであるが、欧州系のものではデスク形操作台によつて、また、米国系のものではペンダントスイッチに主体を置いてすすめられているようである。

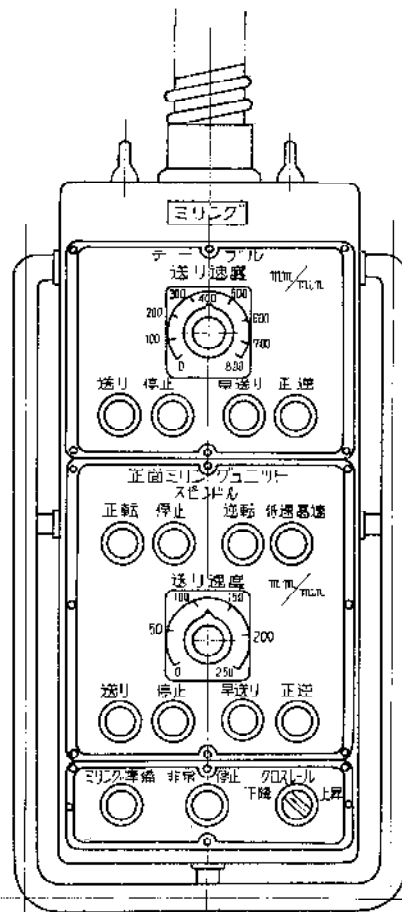
第31図 (a) は平削用のペンダントスイッチ、第31図 (b) はミーリング兼用機のミーリング用ペンダントスイッチの一例である。電磁逆転装置或いは油圧によるテーブル駆動方式ではテーブル速度の設定はペンダントでは出来ないが、そう頻繁に変えるものではないから作業者の近くで設定出来さえすれば必ずしもペンダント、或いはデスク操作盤上で行なえなくてもよい。刃物台送り量の設定も光電管式のもの以外はペンダントで行えないが、これも作業者の近くで設定出来るものであればさして不便はない。各刃物台の左右上下方向の選定もこの型式ではマグネットクラッチを使用しているのでペンダントで操作出来るが、通常のものでは、ギヤクラッチを入れ替えるか、又は電動機回転方向を逆にしなければならない。

上記のように必ずしもペンダントその他に組み込まなくてもよいが、テーブル速度の設定には油圧コントロールデスク、或いは電磁逆転装置のギヤクラッチを、刃送り量設定にはクロスレール右端の送り量設定ダイヤルを、更に送り方向選定には別のギヤクラッチの入れ替えをと云うように動作をあちこちで行わねばならぬと云うことは繁雑であるし、不便であるとする作業者の要求が強いので、近來はなるべく一括制御方式が好まし

の責任にされてしまうことは御承知の通りである。

平削盤の機械基礎費用と新品機械価格との比は、機械の大きさ、地盤の良否に応じて異なつてはいるが、少い所で5%,多い所では40%にも及ぶものがある。(通常大型機械では20%位と云われている)。

基礎設計の方法として最も普通に行なわれているのは基礎の中心軸に於ける慣性性能率を求めて、地盤に及ぼす圧力から基礎



第32図 (b)ミリング用ペンダントスイッチ

コンクリート容量を決める方法である。実験式としては沢淵作雄氏の

$$F = 4.5 \frac{(G + K)}{g} \cdot \frac{V_r}{tr}$$

F : 振動力として基礎に作用する力 kg

G : 平削盤の重量 kg

K : 被加工物重量 kg

V_r : テーブルの送り速度 cm/sec

tr : 送り行程の減速(又は加速)時間 sec

g : 重力の加速度 cm/sec²

によるチェックの方法がある。

又 Waldrich Coburg によると次式その他で計算を行っている。

$$H = \frac{l}{2.6} \sqrt[3]{\frac{G_M}{b \cdot E \cdot \eta}}$$

H : 基礎の高さ(中央部に於ける) m

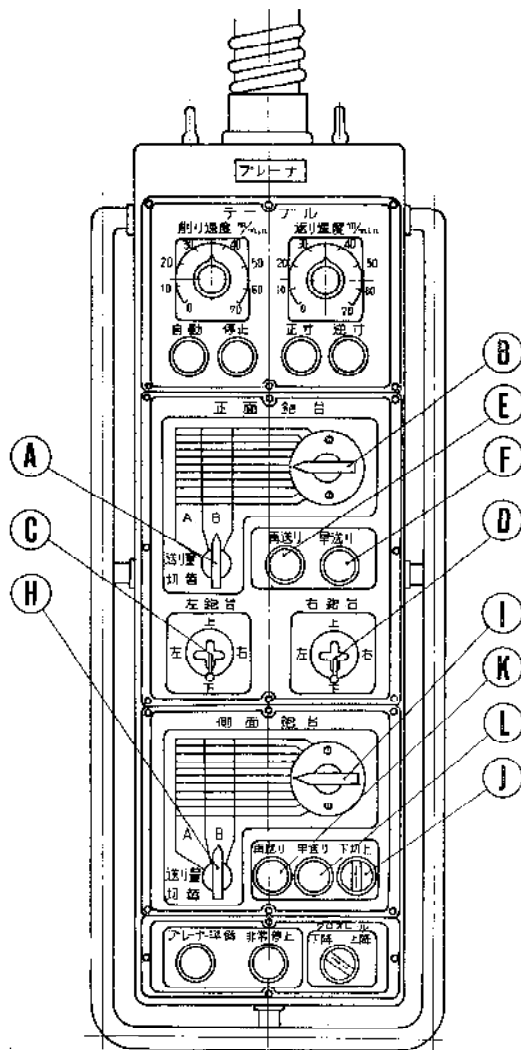
G_M : 機械及び品物の重量 t

l : 基礎の長さ m

b : 中央部に於ける基礎の巾 m

E : 基礎の弾性係数 t/m²

η : 許容撓み m



第31図 (a) プレーナ用ペンダントスイッチ

A	B	ノッチ	A	B	ノッチ
0.5	5.0	1	1.6	16.0	6
0.63	6.3	2	2.0	20.0	7
0.8	8.0	3	2.5	25.0	8
1.0	10.0	4	3.2	32.0	9
1.3	13.0	5	4.0	40.0	10

いように思える。

次に精度上の問題であるが、新しく作成した基礎は変動が多く、精度検査、修正も当初頻繁に行わねばならぬが、この為の各種ゲージ類が機体内にはめ込まれているものもある。正確な変動値は出せぬが、地盤変動その他の修正の目安になるので便利である。

(10) 精度と基礎

従来基礎に対する考え方が機械技術者の間で、しばしばなおざりにされている傾向があつたが最近では外国機械の輸入が増加した為か相当重要視されてきた事はよるこばしい。輸入機械に於て所定の精度が出ないと殆ど基礎

尚りの値としては

$$\eta = 5 \times 10^{-6} \text{m}$$

を与えている。

基礎ボルトは通常別途発註によるものが多く、各社によつて夫々異なつた形式式を採用している。

レベリングブロックは、ジュニアタイププレーナーに於いては、ジャッキボルトだけのものがある。レベリングブロックの形状は各社によつて特徴をもたしめているが、これも別途発註もしくは図面支給による購入者側作成の場合が多い。基礎ボルトをはさんで据付ける形式は便利ではあるが、モルタルをレベリングブロック設置後流し込む為に、ブロックの下部に気泡が生じ、後にそれ自体が沈んで不安定になることがあるので注意を要する。又、基礎ボルトの先側又は、両側に別個に設置するものは、ブロック用敷板のレベルを最初に正確に出しておかないと片当りするおそれがある。何れの場合も、地盤変動に処して球面座金を入れておくことが好ましい。

プレーナーの J I S 精度検査は静的検査規格のみであるが、これは作業者の巧拙、バイトの形状、被加工場セッティングの方法、基礎の如何によつて動的精度、即ち被加工場の精度が変つてくるので、その規格化が難かしいのである。しかし作ら、実際使用者にとつて必要なのは被加工場の精度であるから、各部の構造には充分考慮を払い、単に静的な精度が良好であつてもいゝ機械とは云い難い。極端な云い方をすれば静的精度だけにいゝ値を得ようとすれば、どんな機械でもある程度の精度は出し得るものである。問題はそこにあるのではなく、経年変化による精度の推移と、機械の剛性にあるのであるから、軽量安価な機械は静的精度をいくら誇示していても、その内容をよく推察してみなければならない。不必要に重いように思える機械でも実際上の精度をはかつて始めて納得出来る場合が多いものである。

4. 今後の平削盤

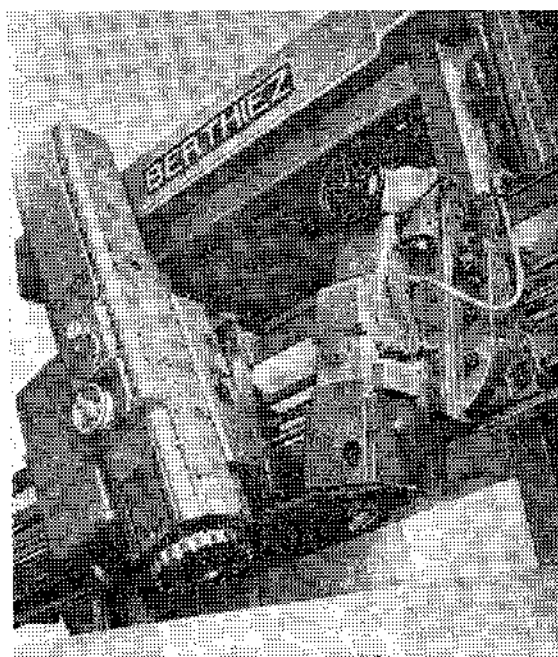
(1) 往復切削

切削工具の進歩と共に高速平削盤に対する要望が強くなつたことは既に述べたが、更に返りストロークの無駄時間を無くするべく、ベルチエ社をその先駆として往復切削平削盤が近來御光を浴びてきた。往復切削に対する着想は既に19世紀中頃に出来ていたそうであるが、実用にならなかつた。その原因としては構造をその儘で往復切削をさせようとした所に無理があるのであつて、実用化されてきた最大の理由はツールホルダーとバイトを根本的に変更する事によつて成し遂げられたものである。

往復切削の目的とする所は Berthieu によれば

- (i) 粗、仕上削りを行い得る往復切削。
- (ii) 超硬工具に対する適正速度を与え、速度変化範囲を大にすること。
- (iii) 適正な送り量を以つて粗削り及仕上削りを行うために送り量変換段数を大きくとり、範囲を大きくすること。
- (iv) テーブル逆転時間を最小にし、無駄時間をなくすること。
- (v) 無駄な動力をなくすること（今迄のプレーナーは普通はテーブル返り運動に要する動力が削り側よりも大きく、特にテーブル逆転時にはピークを示していた。但し、重切削をかける場合には削り側の方がアムペア数が大きくなつてゐるものが多い）。
- (vi) 操作の簡単と集中削方式。

以上の通りであり、これらを満足するべく設計製作されている。第32図にこの往復切削刃物台を示すが、特に注意すべきことはツールホルダー上の刃物とクロスレール前面との間隔が同じ大きさの平削盤刃物台の場合と同じ又はそれより小さくなつてゐる点である。これは切削精度の上からも極めて有利な構造である。



第 32 図

同時に往復切削に対しては、クロスレールクランプングが重要な問題であつて、ベルチエ社では往復合せて8ヶ所の固定が行なわれているのである。

さらに高速平削盤としての特色をあげると、テーブルの停止から逆転に到る無駄ストロークは切削速度 20 m/min に於ては 0.2 min, 切削速度 100 m/min に於ても

2 mm である事が明らかにされ、その応答の明確なる事が早坂力氏によつて確認されている。

最近 Gray 社も往復切削平削盤を市販し、さらに Waldrich Siegen も意欲を見せているようである。

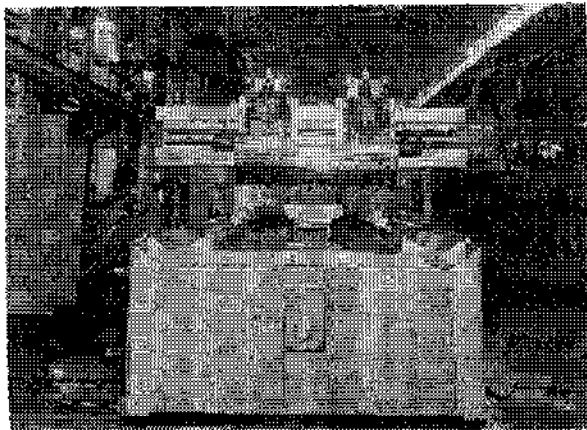
(2) 多刃切削

普通平削盤に於ては正面刃物台は2台であるが刃物の数をさらに増すことによつて、定盤切削等の点でその生産性を向上せしめる考案がなされている。

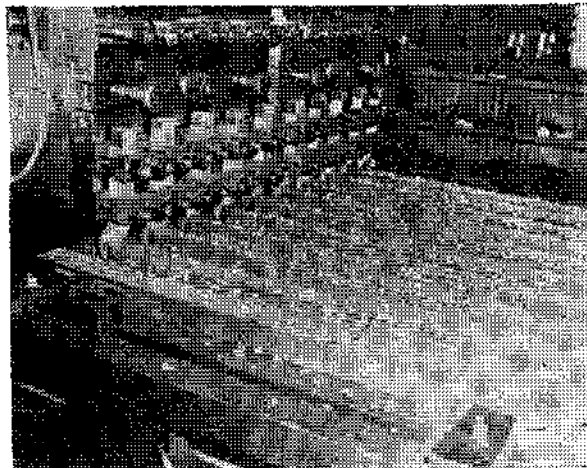
第33図は普通プレーナーに多刃刃物台を設けた一例で



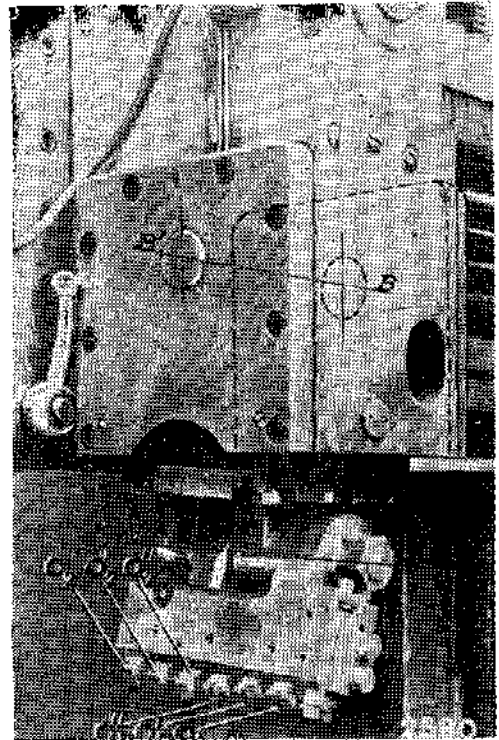
第 33 図



第 34 図



第 35 図



第 36 図

第34図は多刃専用平削盤である。第35図はその切削状況を示す。第36図は往復切削用多刃刃物台を示している。これは Berthiez 社のものである。

多刃切削に於てはバイトの取付と研磨に難点があるので、特殊のジグと、バイト研磨方式を考案した方がよい。

(3) 2 テーブル方式

これはテーブルを2分しておいて、通常一方のテーブル上に粗材を積載して切削し、その間に仕方のテーブル上に次の工程の粗材をセットする方法で、能率向上に便である。必要とあれば2つのテーブルを接続して長尺ものの切削にも使用出来るようにする。注意すべき点は次のようなものである。

- (i) 接続した場合に両テーブルに生ずる段差を最小に押えるようにすること。
- (ii) 接続した場合の摺動面潤滑方式を考慮すること。
- (iii) 片方のテーブルだけで切削している時は他のテーブルとの衝突防止安全装置を考案すること。

(4) 各種アタッチメント

平削盤にミールングユニットを設備することは今日では極めて、あたり前に行われている。先の第33図に示したものはベルチエの一例であるが、主軸回転用電動機をレオナード方式によつて無段に変速させたり、クイルの昇降を大きくしてドリリングをも行わしめていることは御承知の通りである。又正面サドルにラジアルボール盤

を設けてテーブルの位置設定を行わずに自由に孔あけ作業を行えるものもある。

グライダユニットを設けているものも数多い、この種のものでは勿論切削液潤滑装置を設けておかねばならない。

この他に堅削り作業を行なわせるもの、側部サドルにユニットを設ける事によつて中ぐり作業が出来るようになったもの等、最近では複合化された平削盤が多く、このような傾向は今後更に発展するものと考えられる。

(5) 倣い作業

平削盤に倣い加工出来る刃物を取りつけることは、刃物台送り方向号選択にマグネットクラッチを設ければ電氣的に行うことが出来る。

主として一次元倣いが多いが、国内の需要は極めて少ないので、国産平削盤に於ては未だ製作されていないようである。

(6) 超音波振動切削

最近宣伝されるようになったが、これは「送り方向に2万サイクル、振幅8 μ 程度の超音波振動を与えると金属の比切削抵抗は激減する」と言う理論に基いて行なわれているもので、実用化の段階には到っていないが、研究は盛に行なわれ、この装置を設けた平削盤も近く出現するかもしれない。

5. 結 び

わが国の平削盤生産台数が、第37図である。昭和13年14年頃の約1,000台が現在では上昇カーブをたどつてはいるが200台強にしかなっていない。プラノミラーによる平面切削の需要も増えてはいるが、平削盤としての需要は更に伸びる筈である。

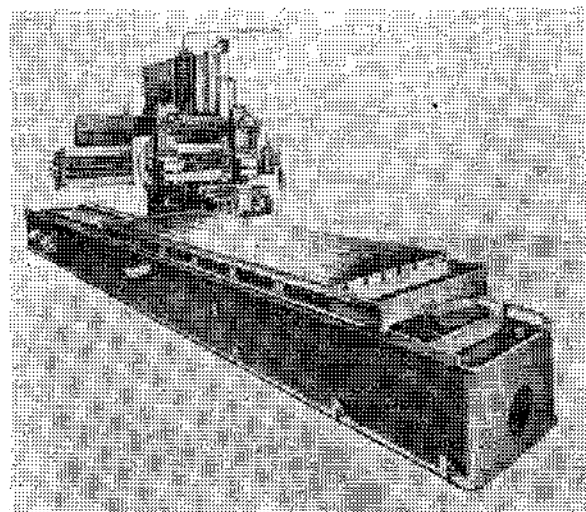
将来への展望としては当然複合機化への進歩が考えら

れる。殊に現在平削盤にミーリングユニットを取付ける場合、ほんの中訳に小さなユニットを取付けているものが多いが、これも簡単に数10kwのユニットが取付き得るような剛性を持たしめなければ実用上利点が少ない。

「平削盤のように重い被加工物を可逆転させる無理のある切削方法はやがてなくなるのではないだろうか」と云う意見を聞くことがあるが、直線的平面加工は必要であつて、これに代るものは現在も近い将来もないと思う。バイト材質に種々新製品が出来、高速切削が可能になれば、それに適合した駆動方法が考え出されてゆくに違いない。粗材重量が非常に重いもの、例えば、タービンケーシングのようなものでは、粗材が停止して門そのものが往復運動を行うであろうし、往復切削もそれに対する考慮の結果である。

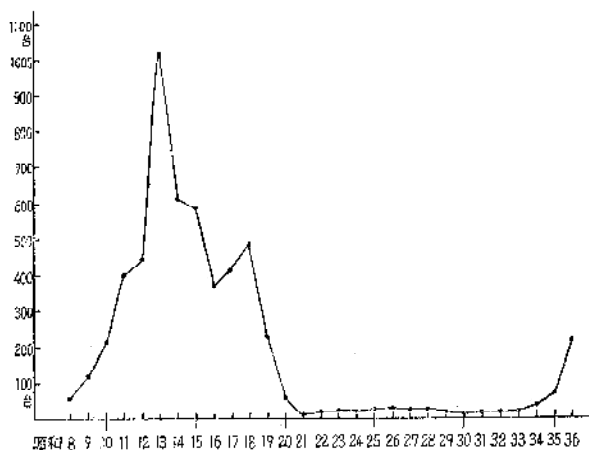
我が国の平削盤は既に諸外国の製品に比して殆んど遜色の無いものが出来てはいるが、新しい構造考案については Berthiez 等に学ぶ点も多々あるように思う。

(註) 前号、平削盤の発達(前篇)中第10図東独とあるのは西独の誤りであります。尚附記致しますと、戦前の有名な平削盤メーカーであつた Billeter は戦後東独と西独に分割され、西独のものは VWF と呼び、



第 38 図

東独のものは Aschersleben と称呼されています。参考の為に東独のビレッター Aschersleben 社の製品を第39図に示します。



第37図 国産平削盤生産実績