

# 日立 No. 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> 強力横フライス盤について

## No. 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Heavy Type Plain Milling Machine

松本 源次郎\*

### 内 容 梗 概

本機は超硬工具を駆使できる新鋭フライス盤である。すなわち切削能率については従来の2番型横フライス盤に比して約5~11倍の能率を上げることが証明された。また精度向上とともに超硬工具使用上問題となる機械の振動をさける目的から、コラム、ニー自体の剛性を増大し、さらにオーバームに防振装置を設けてその成果を上げることができた。取扱いの容易さについては、たとえばペンダントスイッチを取入れ、送りを主軸回転とは別箇のモータにし、かつ無段変速にするなど、種々の考慮がはらわれている。

### 〔I〕 緒 言

日立製作所川崎工場は戦前フライス盤のメーカとしてその地歩を礎いてきたのであるが、戦後は情勢の変化に伴いその生産を中絶し新に日立製作所の設備工場としての新しい任務の下に社内各工場の設備更新のために各種専用工作機械、汎用工作機械の新製ならびに改造修理を行ってきた。その間近時特に顕著な発達をみた超硬工具の活用およびその普及に意を注いできたが、その実施に当って特に痛感したことは近来までに製作されたフライス盤、旋盤が超硬工具使用に対してはあまりにも脆弱なことである。これらの工作機械の大部分はその生い立ちが高速鋼の使用を目的として設計製作されたものであり、それに加えて戦時中、戦後の酷使による老朽化のために高速重切削を本来の使命とする超硬工具の使用には到底満足な結果はえられない。しかしなんとかこの困難を少しでも克服し現有設備の能率向上を計るべく努力を続けてきたのである。これをフライス盤についていえば主軸にフライホイールをつけて切削による振動防止を計ったり、カッタの研削方法を変えて、カッタの研削精度を向上し仕上精度とカッタ寿命を向上し、あるいは機械の弱い部分を補強してモータ馬力を向上するなど現有機械による能率増進を目指して貴重な体験を積んできた。

しかるに近年に到り生産性向上のため超硬工具が駆使できる新鋭フライス盤を要望される向きが多く、ここに私共の経験をもとに最新外国製フライス盤の傾向を折り込んだ新型フライス盤の設計製作に着手し、このたび完成し皆様の御批判にえられるようになったのである。従来の我国の工作機械はその生い立ちからほとんどが外国製品の単なる模倣に終止し、かならずしも日本の国状に沿っていないうらみがある。

このたびの新型フライス盤は独自の構想とわたくしども自身の体得した経験と理論的考察および実験の結果生まれたものである。以下このフライス盤の設計製作に当っての私共の考え方とその内容の御紹介を兼ねて大方の御参考に供したいと思う。

\* 日立製作所川崎工場

### 〔II〕 最近のフライス盤の傾向

本機の説明に入る前に最近の諸外国におけるフライス盤の傾向について簡単にのべてみる。

#### (1) 送り速度の上昇

最新型フライス盤の傾向として最も顕著な点は送り速度の増加である。これはフライス盤のみに止らず旋盤においても高送り切削が推奨せられており、いかに能率よく切粉を出すかという金属切削加工機械としての本来の使命にいま一歩前進しているわけである。たとえば従来の2番型フライス盤では6"φ超硬工具で鋳物の面削りの場合、切込3mmで送り速度300mm/minくらいが限度で、これ以上の送りではクラッチが外れたりモータが止つてしまうが、最新型ミルウオーキ製フライス盤では、切込3mmで1,000mm/min以上の送りで面削りが可能であり、この速度はさらに増大する傾向にある。このため機械としては各部の強度、剛性の増加による重量の増大およびモータ馬力の増大を必要とするが、これによつて従来の5倍以上の送り速度がえられ、したがって切粉をだす時間を1/5以下にすることができる。

#### (2) 切削精度の向上

フライス作業は従来は荒削り用というのが常識であつたが、最近では機械自体が強力切削に耐えうるように剛性が著しく増大したことと、カッタの研削精度の向上によつて最近では非常に精度のよい仕上面がえられるようになった。ミルウオーキ製フライス盤のテーブルは全部フライス仕上のみで研削もスクレーパ仕上も行われていないのはそのよい例である。要するに最新型フライス盤では研削面とほぼ同等な仕上面をうるができるが、これは戦前のものでは到底達せられなかつた点である。

#### (3) 取扱いの容易なこと

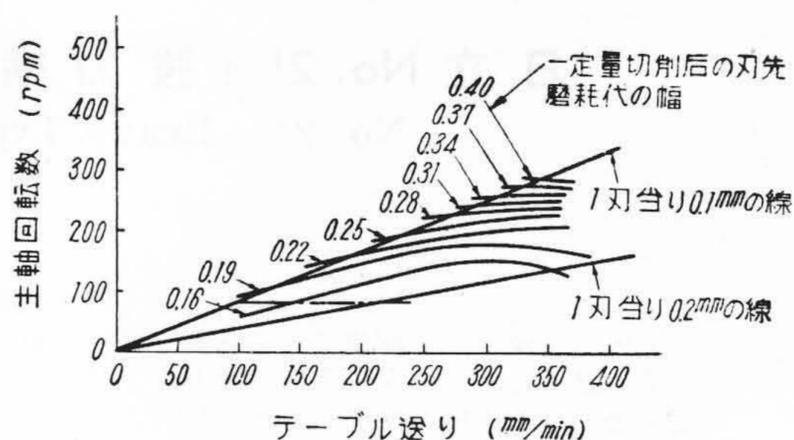
上に述べたように切削条件が飛躍的に向上しているほか、生産能率もまた非常にあがっている。すなわち従来は全作業時間中の実切削時間は50%以下の場合が大部分で、量産でない場合は30%くらいが普通であつたが、最新型のフライス盤では実切削時間の占める割合を増加すること、すなわち切削をしていない時間をできるだけ

切りつめる工夫が種々行われてきつゝある。たとえば主軸回転数および送り速度の変換の容易なこと、切削を開始し終了したらふたたび切削開始状態へもどす自動サイクル装置の取付、カッタおよび加工品の取付取外しの簡便さなどに対して油圧、空圧および電気の組合せによる種々の装置が発達してきた。また各操作レバー、ハンドルあるいは押釦などの構造機能および配置も操作を簡便ならしめるような段取時間を極度に切詰める考慮が払われている。

以上要約すると切削能率、切削精度の向上と、作業者に対する精神的肉体的負担の軽減による総合的な生産性の向上である。これらの傾向はいずれもフライス盤発達の方向としてはきわめて妥当な傾向と考えられるが、しかしこれを具体的に表現する場合にはそれぞれの国情や国民性によつて自らその方法に若干の相違が現われてくるものと考えられる。

### 〔III〕 新型フライス盤の設計製作に 当つての考え方

従来我国におけるフライス盤の使用状況をみるといわゆる2番級のフライス盤はその大きさからいつて大体日本人の体格に合っているのが最も利用度が高いのであるが、その反面機械が華奢なため、軸のキー溝を削るとか小さい部品を軽切削で削るとかというようななかば彫盤的な使い方しかしておらず、削り代の多い部品を生産的に切削するにはある程度重切削が可能な3番、4番級の大型フライス盤が主として使用されるという状況であつた。また我国の現状では一般的にいつてフライス切削のような多数の刃物による回転切削が、シェーパーやプレーナのような1本の刃物による往復動切削よりも多くの場合きわめて有利であるにもかかわらず、その効用はかならずしも十分認識せられていない。わずかに量産工場である自動車工場などにおいて、フライス盤を比較的高度に利用している現状である。わたくしどもは往復動の蒸気機関が回転運動の蒸気タービンやガスタービンに移行しつつあるように、フライス切削の使用分野は今後さらに増大すべきであると信じている。このような考え方から出発して新型フライス盤は、従来のような軽切削しかできない機械ではなく、切削能率の良いものであると同時に、従来の2番級フライス盤のもつていた利点、すなわち日本人の体格に合つて使い良いという点を十分加味したものでなければならない。以上のような観点から今回発表したフライス盤は、その大きさの点からいつて従来の2番と3番フライス盤のほぼ中間を行く大きさのものであると同時に、その切削能率においては従来の3番、4番を凌駕するものを狙つたのである。



第1図 一定量切削後の磨耗代幅と切削諸元の関係  
(切込3mm, FC19, 幅82mm, 6"フルバックカッタ)

Fig. 1. Relation between Width of Wear and Cutting Condition after Constant Volume Cutting (depth of cut 3mm, FC 19, width of work 82mm, 6" fullback-cutter)

以下本機の各主要諸元の決定に際しての考え方について若干のべてみる。

#### (1) 送り量について

切削能率すなわち単位時間当りの切粉量を増す方法として、いままではおもに切込を多くし切削速度を増すということが試みられてきた。しかるに最近になつてようやく送りを増加して切削能率を向上さすという方法が外国においても真剣に検討せられるようになり、たとえばソ連におけるコレソフ切削法というような高送りが効果があるということがわかつてきた。わたくしどももかねてから旋盤、フライス盤に対する高送り切削法の研究を行い、自工場においてすでに実用化の段階にある。わたくしどもの研究によれば切削能率を表わす一つの尺度として、単位馬力単位時間当りの切削量をもつて表わすが、結論的にいつて切込量と送り量がほぼ等しいときに最大の切削能率を上げうると考えられる。もちろん旋削のような連続切削と、フライス削りのような断続切削の場合とではその間に相当の差が考えられる。

また切削能率を論ずる場合に考慮しなければならぬ問題に工具の寿命がある。今日まで工具寿命を含んだ切削能率を表わすにはつぎのテイラの式が用いられている。

$$VT^n = C$$

ただし  $V$ : 切削速度  $T$ : 寿命時間  
 $n, C$ : 常数

しかし上式は切込、送りを一定と考えたときののみなりたつ式であつて、わたくしどもが実際の切削に当つて加工時間を低減させ、機械加工のコストを低減させるためになすべき単位時間当りの切削量という点からはかならずしも適した考えではない。すなわちわたくしどもが問題とするのは単位時間当りの切削量であり、また工具寿命に関しては一度研削してから再研削するまでの間に切削しうる金属量である。

このような考え方から具体的に切削諸元が工具寿命にいかなる影響を与えるかを旧型フライス盤によつて実験

してみたところ第1図のごとくになった。第1図はカッタ回転数とテーブル送りを変数にとり、一定切込で一定量の金属を切削し、そのときのカッタ磨耗代の幅を記したものである。これによつてみるとカッタの磨耗は1双当りの送り量が大きくなる程少くなつていく。これについては種々の考察の結果、磨耗は双先に加わる衝撃力の連続によつて増大し、1双当りの送り大なるときは一定金属量の切削に当つての衝撃力が少いため磨耗が少いのであると考えている。

以上より切削能率および工具寿命の点から考えて送り量を増大することが最も望ましいという結果になるが、しからば具体的にいつてなん mm まで送りが可能であるかという点を考えると切刃の強度が問題となる。実験の結果はフライス削りのような断続切削の場合はやはり切刃の強度の点より、切込=送りという前述の最良値をうることはなお相当研究を要する問題があり、現状では切込 3mm とした荒削の場合、1双当り 0.5~0.6mm の送りが実用上最大に近い線であると考えている。すなわち 12 枚刃の 6" カッタを使用して FC 材で 100m/min の切削速度をとるとテーブル送り 1,500mm/min で 1 双当り 0.5~0.6mm の送りがえられる。新型フライス盤のテーブル送り量選定に際して一応この 1,500mm/min を最高と選んだゆえんである。なお本試作機による実験の結果、機械の剛性を大にして強力切削が可能のため、さらに送り速度を上昇しても十分切削可能な目安がついたので、現在仕込生産中のフライス盤に対しては最高送り速度を 2,000mm/min に上昇した。

## (2) 振動について

前項で述べたように工具寿命には双先に加わる衝撃力が大いに影響する。この衝撃力は切込時の衝撃、各軸部の振りおよび撓み振動、歯車の歯型誤差による回転速度の変動、回転部分の不釣合による振動、その他機械自体の振動などがその原因と考えられる。したがつて超硬質合金切刃を能率よく使うためには極力機械各部の振動を少なくしなければならぬ。これには

- (i) フライホイールを効果的に取付けて主軸回転速度の均一化を計る。
- (ii) オーバアームの防振装置を考えて、カッタ支持部の振動を防止する。
- (iii) 回転部分の不釣合をできるだけとる。
- (iv) 機械各部に十分な剛性をもたせる。

などを慎重に考慮する必要がある。なおフライホイールは従来からもつけている例があるが、その取付ける位置によるとかならずしも効果的でない場合がある。主軸の後端、カッタの反対側につけたような例があるが、これでは逆に主軸の振り振動を惹起する場合もあり、かなら

ずしも適当とは思えない。今度のわたくしどもの場合はカッタにできるだけ近づけた位置にこれを取付け、上記のようなことのないように考えた。またオーバアームの中には後述するような独自の構想による防振装置を取付け振動を極力防止するようにした。

## (3) 電動機馬力について

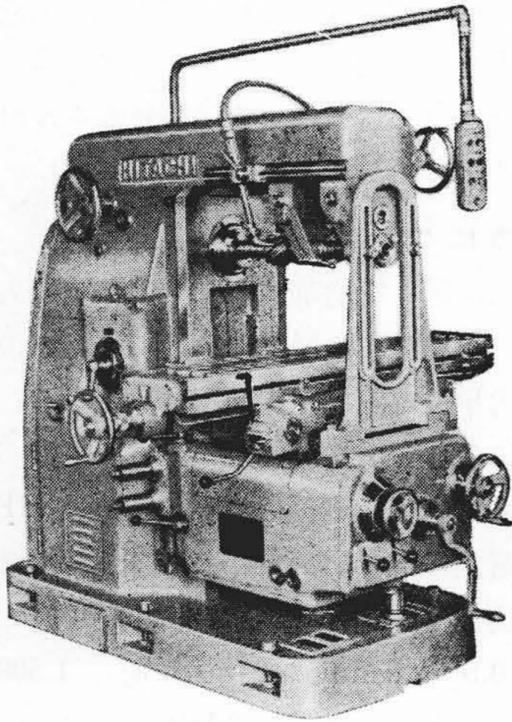
切削能率をあげるため送りを増加することは所要馬力を極度に増加させる。しかしこの増加を考えても能力の増大によつて単位馬力単位時間当りの切削量は増加し、結局は経済的に割安になる。従来の 2 番型フライス盤の電動機出力は普通で 5HP、やゝ強力型のもので 7<sup>1</sup>/<sub>2</sub>HP である。本機の馬力選定に当り切削条件として FC 材を切削幅 100mm、切込 3~3.5mm、切削速度 100m/min 1 双当り送り 0.5~0.6mm、テーブル送り 1,500mm/min として考え、実験の結果約 13HP を消費することがわかつたので、15HP の電動機があれば差支えないと考えた。さらに新型フライス盤ではテーブル駆動用として別に 3HP の電動機を使用しているので、従来機に比して 2.5~3.5 倍の出力増加となる。

## (4) 主軸回転数と変速数

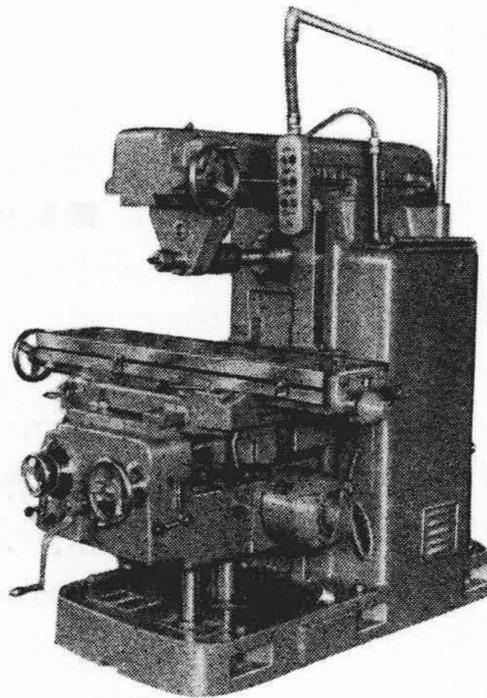
主軸回転数を定める規準はカッタの切削速度である。わたくしどもがいままで実験ならびに実用した経験からいつて、現在の超硬質合金刃の良好な切削速度として FC 材で 75~100m/min、SS 材で 100~130m/min 程度を狙うのが妥当と考える。一方 2 番級フライス盤に使用する標準的なカッタ径は 6", 8" であるから、これから 100m/min の切削速度をうるための主軸回転数は 170~220rpm になり、この値が一番使用に便利な値である。しかし 2 番級フライス盤では 20mmφ 前後の 2 枚刃カッタで、軸材のキー溝加工のような作業も結構行われているし、20mmφ で 100m/min の切削速度をうるにはやはり 1,500rpm 程度の主軸回転数を必要とする。したがつて新型フライス盤の主軸回転数は最高を 1,500rpm に押え、しかも 200rpm 前後の回転は使用しやすいような公比をもつた 16 変速を選び、いたずらに変速数を増して機械を複雑にすることをやめ、必要にして十分な程度に簡略化することにした。

## (5) 送り変換数

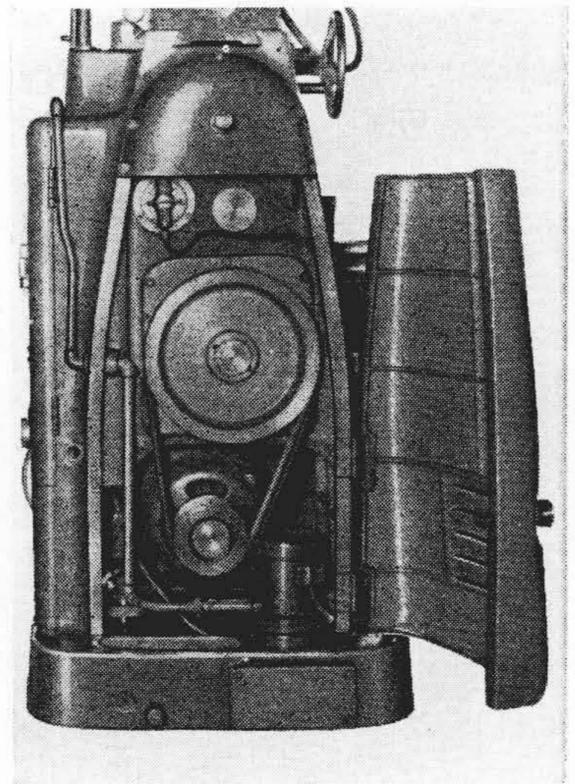
送り速度の変換数は従来いずれも歯車変換で 24 段あるいは 32 段であつたが、機械の能力を最大限に發揮させること、いかえればできるだけ動力を一定に使うため、加工品の形状によつては（たとえば切削幅が変化するような場合）切削中でも随時任意の送り速度変換ができることが必要である。またあらゆる切削条件に最適の送りが任意にえられることが必要であるので今回は作動が確實容易で信頼度の高い PIV 無段変速機を選んだ。



第2図 本機の左側面図  
Fig. 2. Left Side View of Machine



第3図 本機の右側面図  
Fig. 3. Right Side View of Machine



第4図 本機の背面図  
Fig. 4. Rear Side View of Machine

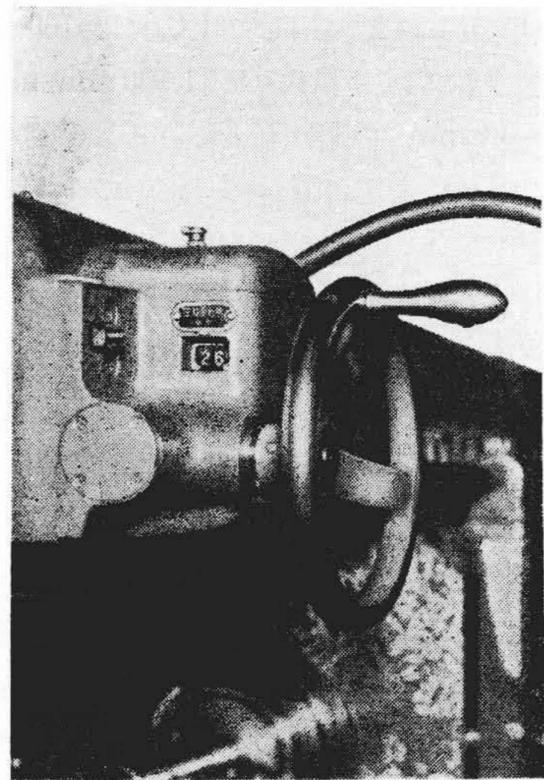
#### [IV] 構造

第2図は本機を左側より、第3図は右側より見た概観写真である。

##### (1) 主軸関係

主軸はコラム底部に取付けた 15HP モータより V ベルトおよび精密研削された歯車を介して 26~1,500rpm の間 16 段に変速される(第4図)。速度変換はコラム側面のダイヤルで行えるほか、特に第5図に示すごとくオーバーアームの前端にも行えるようにし操作性を良くしてある。主軸駆動には従来のフリクションクラッチを廃して直結とし、過負荷の場合はサーマルリレーによる安全装置をつけている。また非常停止にはモータに取付けたプラグングリレーによる急停止ができる。主軸の正転、逆軸、正寸行、停止および非常停止は可動式のペンダントスイッチによつて行われ、任意の位置における操作が可能である。主軸は特殊合金鋼を使用し、バランスマシンによつて偏重心量が  $5\mu$  以下となるまで完全な動バランスをとつている。軸承にはティムケン製超精密級テーパローラベアリングの3点支持方式を採用している。

主軸前部のテーパ孔は特に焼入研削を行つているが、この点は従来のフライス盤ではもちろん新型のフライス盤でも技術的に困難なためほとんど行われていなかったものである。そのため使用中にテーパ穴が磨耗してガタになつたり、疵がついたり、またそのために作業者がスクレーパでテーパ孔を修正したりすることが全くなり、いつまでも初期の精度を維持することができる。

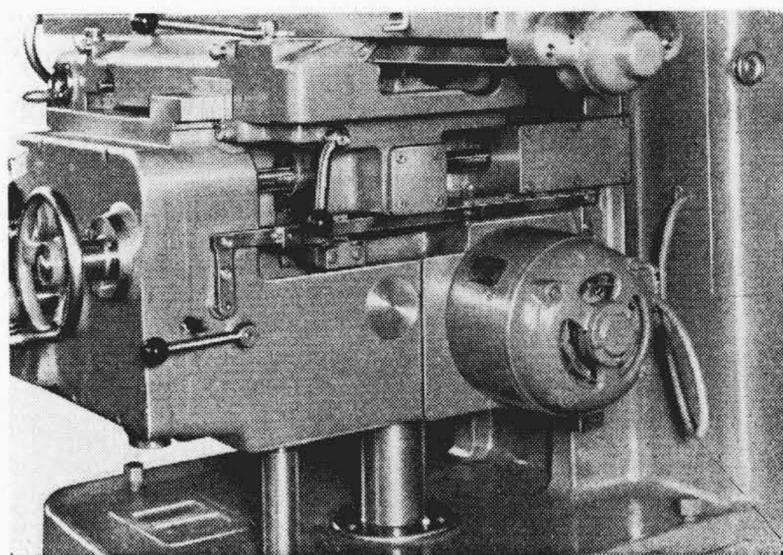


第5図 オーバアーム前端における主軸速度変換ハンドル  
Fig. 5. Speed Change Handle of Main Spindle at Over-arm Front End

フライホイールは前部ベアリングのすぐ後についており、できるだけカッタに近づけるようにしてある。このため後述の性能に示すような断続切削による振動を防止することができる。なおコラム内回転部分の給油はすべて歯車ポンプにより強制給油が行われている。

##### (2) コラムとオーバーアーム

コラムは強固な箱型になつており、かつコラムとベースは剛性を増すため一体の特殊鋳物で作り、外観も優美な形状にしてある。コラムとニーの案内面は重切削に耐えるため、従来のダブテール型を廃して角型のナローガ



第6図 ニーの右側面図  
Fig. 6. Right Side View of Knee

イド方式を採用した。オーバームはその内部に独自の設計になる振動防止装置(特許申請中)を備え、断続切削による振動を極度に防止している。その効果については後述するが、この装置をつけた場合はつけない場合に比し振動が約 1/3~1/4 程度に減少した。このため仕上面が良く、研削に代るような良い仕上面がえられるとともにカッタ寿命を増すことができる。

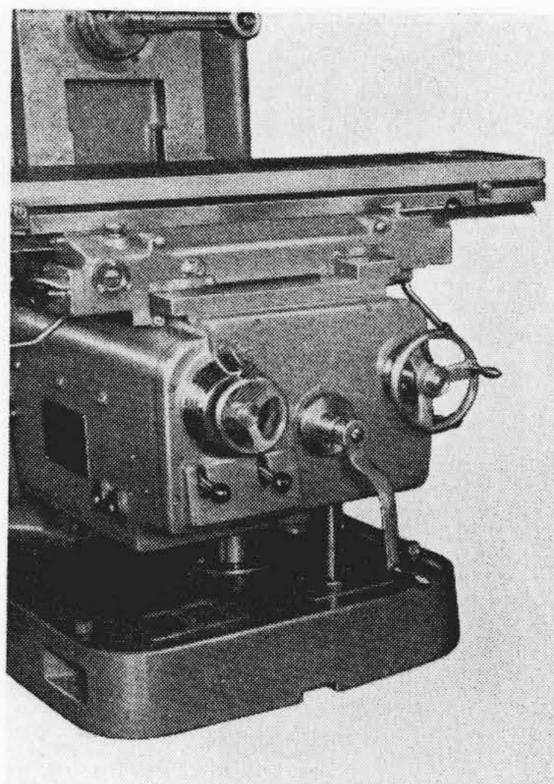
### (3) ニーおよび送り関係

ニー関係の動力はニーの右側にある 3HP のモータによつてえられる(第6図)。送りはドイツ製 PIV 変速機による無段変速をおこなつており、切削中でも自由に变速できる(第7図左方のハンドル)。第8図はニー内部の PIV 部分を見た写真である。

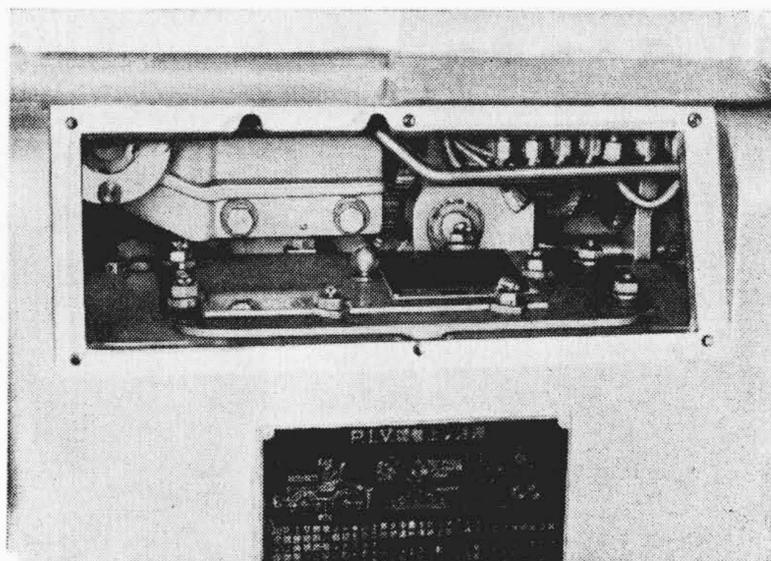
切削送り、早送りなど送りの掛外しレバーはすべて作業者の操作にきわめて便利な位置に取付けてあり、しかも軽く動くように工夫されている。サドルとニーの案内面は第7図に示すような角型ナローガイドになつており、かつその位置は理論的にもサドルの前後移動に対してヨジレのないような場所にとつてある。またニーとサドル、サドルとテーブル間の摺動面の幅および長さは従来のものに比して格段と増加し、きわめて安定な形状にしてある。

テーブル送りネジにはバックラッシュ除去装置が設けてある。バックラッシュ除去装置には従来から機械式、油圧式、あるいは電気式などいろいろの方法がとられているが、いずれもその構造機能に欠陥が多く、すぐ使いものにならなくなつてしまうのが実情であつた。本機はこのような状況に鑑み特に新しい構想による油圧式バックラッシュ除去装置を取付け強力なダウンカットを可能にしている。第9図は本装置を使用して、ダウンカットを行つている写真である。

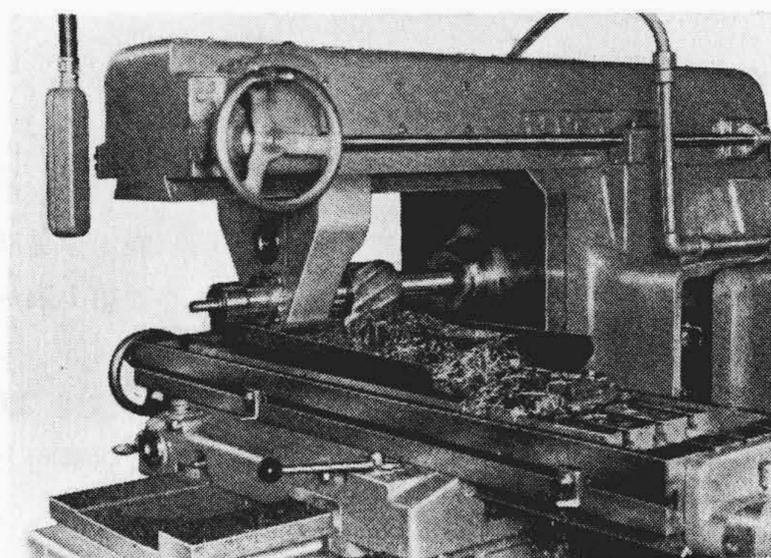
テーブルスクリュウおよびニー上下用バーチカルスクリュウはいずれも従来のものより数段とその径を増し、



第7図 ニーの前面図  
Fig. 7. Front Side View of Knee

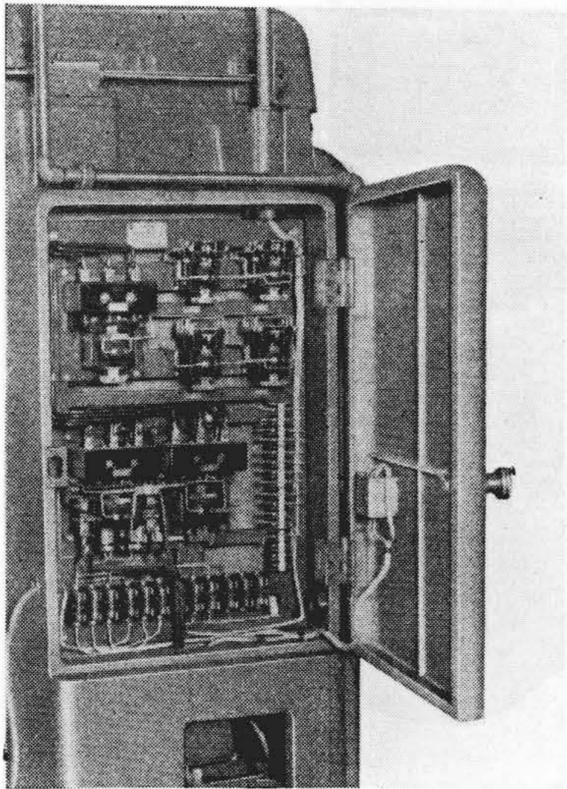


第8図 ニー内部の PIV 部分  
Fig. 8. PIV Inside Knee



第9図 本機によるダウンカット中の状況  
Fig. 9. Down Cutting State of Machine

焼入研削を行つており、その精度も 300mm に対し 0.02 mm の精度に製作されている。またバーチカルスクリュウの上部には可撓型接手を用い作動中の無理を防止し円滑な上下動を可能にしている。



第 10 図 制 御 盤  
Fig. 10. Control Panel

(4) 電 気 制 御 盤

本機は日立製作所の総合技術を生かして、その操作に従来の複雑な機械的制御方式を廃して電気制御方式を多く採用している。ペンダントスイッチおよびその他のレバー操作に関連した制御器を含めた制御盤が第10図に示すようにコラム右側のケース内に收容され、保守点検に便利になっている。

[V] 性 能 に つ い て

以上新型フライス盤の設計製作上に払われた考慮についてのべたが、このようにして設計製作された機械がいかなる能力を有するか、また精度はいかになっているかなどの問題についてわたくしどもが行った実験に基きその大略を述べてみたいと思う。

(1) 最 大 切 削 能 力

本機は強力型フライス盤として作られたものであるから性能について述べるに当り、まず最大切削能力の条件を既設 2 番フライス盤(M型)と比較してみると第1表~第3表のようになる。

以上のごとく設備馬力は 2 倍(送り電動機を含むと 2.6 倍)であるが、切削性能においては 5~11.2 倍の能率向上を示している。これは超硬工具を満足に使用するためのすべての計画が十分活用されたものと思う。

つぎにこのような強力切削を行った場合のカッタ寿命であるが、これは第11図に示すごとくであつて、旧型に比し初期磨耗は多いが以後磨耗の成長は比較的小さく、いわゆるカッタ寿命が永いことがわかる。しかもそのときの切削量を比較すると約 3 倍の能率向上を示している。これはカッタ磨耗に最も影響のあるフライス盤の種々の

第 1 表 最大切削能力の比較 (6"フルバックカッタによる鋳物の切削, 被削材 FC19, 硬度  $H_B 160$ )  
Table 1. Comparison of Maximum Cutting Ability (Cutting with 6" fullback cutter, Material FC 19, Hardness  $H_B 160$ )

	切削幅 (mm)	切 込 (mm)	主 軸 回 転 数 (rpm)	テ ー ブ ル 送 り (mm/min)	1 刃 当 り 送 り (mm)	毎 分 切 削 量 ( $cm^3/min$ )	毎 分 切 削 量 の 比 較
M 型	100	3	157	300	0.16	90	1
新 型	100	3	220	1,500	0.5	450	5

第 2 表 最大切削能力の比較 (特金カッタによる鋼の切削, 被削材 S55C, 硬度 Rc 25)

Table 2. Comparison of Maximum Cutting Ability (Cutting with Tokkin cutter, Material S55C, Hardness Rc 25)

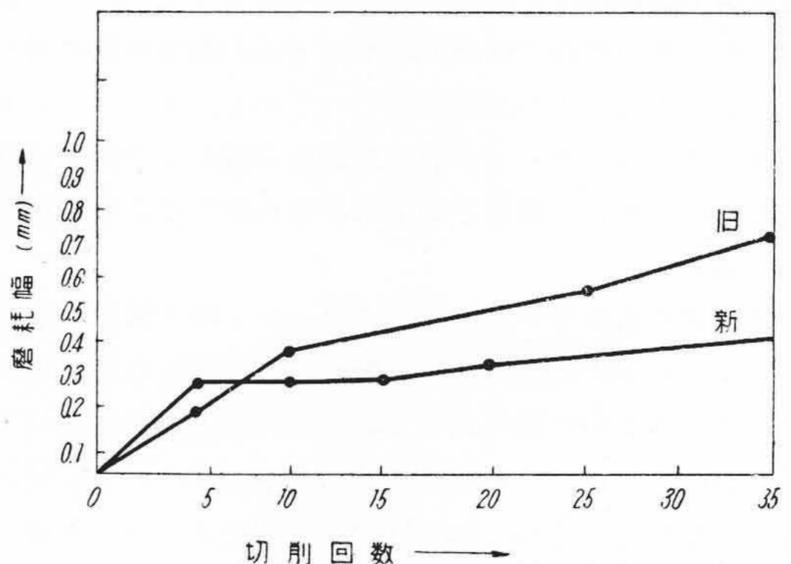
	切削幅 (mm)	切 込 (mm)	主 軸 回 転 数 (rpm)	テ ー ブ ル 送 り (mm/min)	1 刃 当 り 送 り (mm)	毎 分 切 削 量 ( $cm^3/min$ )	毎 分 切 削 量 の 比 較
M 型	100	2	200	120	0.1	24	1
新 型	100	1	200	1,500	1.13	150	6.3

第 3 表 最大切削能力の比較 (トリディア超硬プレーンカッタによる鋼の切削, 被削材 S55C, 硬度 Rc 25)

Table 3. Comparison of Maximum Cutting Ability (Cutting with Tridia carbide tipped plain cutter, Material S55C, Hardness Rc 25)

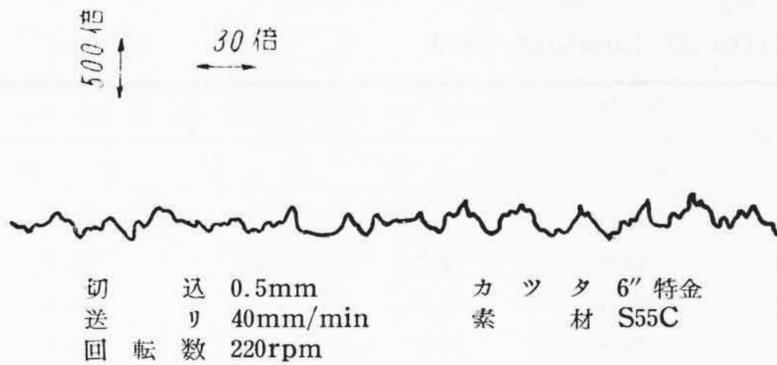
	切削幅 (mm)	切 込 (mm)	主 軸 回 転 数 (rpm)	テ ー ブ ル 送 り (mm/min)	1 刃 当 り 送 り (mm)	毎 分 切 削 量 ( $cm^3/min$ )	毎 分 切 削 量 の 比 較
M 型	100	1	300	80	0.03	8	1
新 型	100	1	302	900	0.37	90	11.2

(注) M 型ではオーバアームの振動が激しく使用に耐えない。

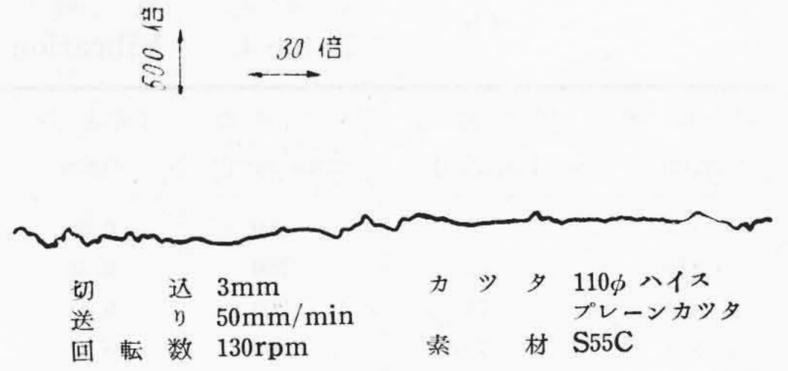


	旧 型	新 型
主 軸 回 転 数	212rpm	220rpm
テ ー ブ ル 送 り	340mm/min	1,200mm/min
切 込	3mm	3mm
切 削 幅	91mm	82mm
切 削 材	FC19	FC19
切 削 量	92.8 $cm^3/min$	295.2 $cm^3/min$

第 11 図 磨 耗 の 比 較  
Fig. 11. Comparison of Wear



第12図 仕上面精度  
Fig. 12. Surface Finish



第13図 仕上面精度  
Fig. 13. Surface Finish

振動がきわめて少いことを示す(後述)。つぎに仕上削りであるが、種々の切削条件の下における仕上面粗さは第12図および第13図に示すごとくであり、1~2s程度の仕上面をだすことは本機を用いれば困難なことではない。

(2) 静的精度

本機は以上述べたような強力切削能力を有するとともに細心の注意を払って製作されたものでその一部を挙げれば第14図のごとくである。

特に以上の精度のうち、主軸に関してはテーパ部および端面は焼入研削を行い、20数工程を経て仕上げられた高精度を有しており、ティムケン超精密級ベアリングを用いて細心の注意を払って組立てられているから、重切削を行った後においても精度上少しの狂いも認められなかった。

また第14図(5)の主軸中心線とテーブル前後動との平行度については、従来のフライス盤ではサドルの位置に

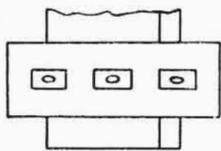
よりニーが前下りになる傾向を有し、このため最初からニーを0.02mm程度前上りに仕上げても最悪の場合でも水平に止るような仕上を行っていた。しかし本機においてはコラムガイド面およびニー自体の構造の強化により、この傾向は0.002mm以下に押えられ、このためニーを0.005mmの前上りに仕上げているので加工品の真直度、平行度も旧型フライス盤と比べて隔段の高精度がえられるのである。

(3) 振動

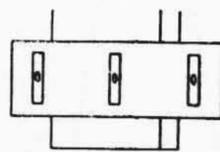
前述のように本機のオーバーム内には振動防止装置が設けてあるが、その効果を調べてみるために、この装置を取付けた状態と取付けない状態のおおのの場合について各周波数の振動を切削により与えると、オーバームの振動は第4表および第15図(次頁参照)のごとくなり、防振装置の取付による効果が大きいことがわかる。またこれと同一条件で旧型2番フライス盤によりオーバーム上の振幅を測定すると、最大0.35mm、最小0.18mmを示し第15図の範囲をはるかにこえてしまう。

また空転時の振幅は主軸その他回転部分のバランスが厳密にとられているため、主軸回転数を最高1,500rpmにしても上下3μ、左右3μ、前後2μの振幅

(1) テーブル上面の真直度

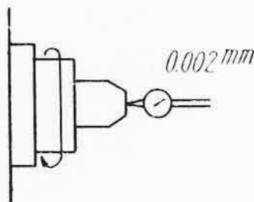


テーブル上面の左右方向の振れ  
1mにつき0.03mm

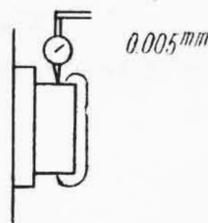


テーブル上面の前後方向の振れおよび反り  
1mにつき0.02mm

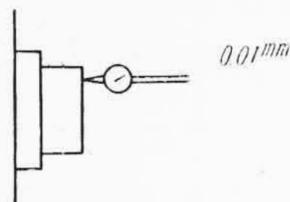
(2) 主軸の軸方向の動き



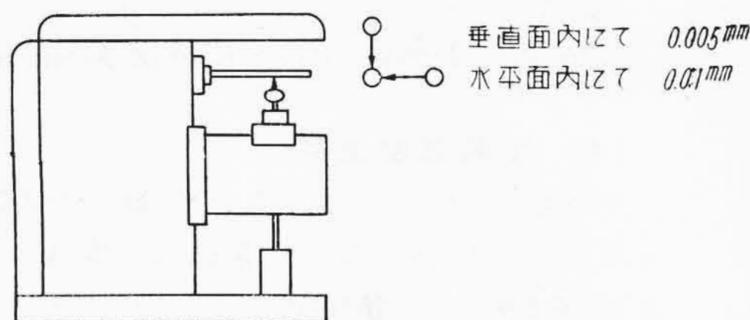
(3) 主軸頭部の片奇度



(4) 主軸端面と主軸中心線との直角度



(5) 主軸中心線とテーブル前後運動との平行度



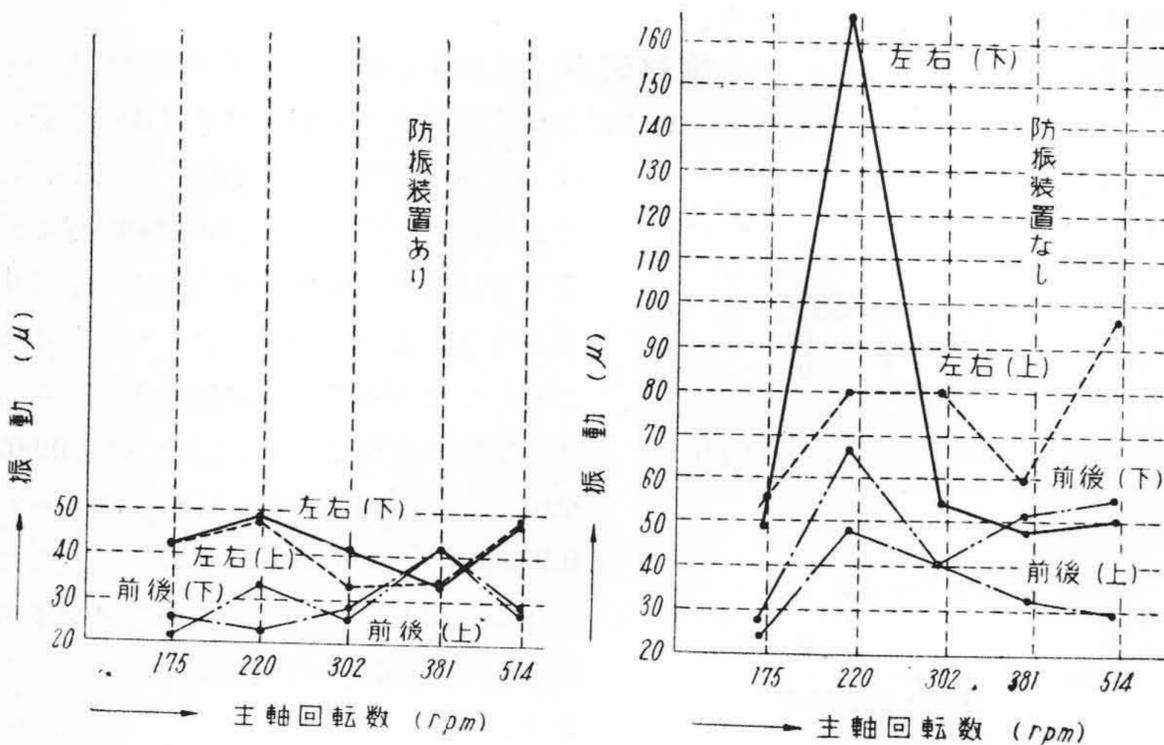
第14図 本機の静的精度  
Fig. 14. Static Accuracy of Machine

第4表 負荷運転時の振動  
Table 4. Vibration of Overarm at Loading Test

(単位  $\mu$ )

回転数 (rpm)	切削速度 (m/min)	送り速度 (mm/min)	1刃当り送り (mm)	切削方法	防振装置有り		防振装置無し	
					左	右	前	後
175	55	550	0.38	下向	43.2	27	48.5	27
175	55	550	0.38	上向	43.2	21.6	54	24.3
220	70	700	0.4	下向	48.5	21.6	164	67.5
220	70	700	0.4	上向	48.5	32.4	80	48.5
302	95	1,000	0.415	下向	43.2	29.7	54	40.5
302	95	1,000	0.415	上向	32.4	27	80	40.5
381	120	1,200	0.39	下向	32.4	43.2	48.5	32.4
381	120	1,200	0.39	上向	32.4	43.2	59.4	51.3
514	162	1,500	0.365	下向	48.5	29.7	51.3	29.7
514	162	1,500	0.365	上向	48.5	29.7	94.5	54

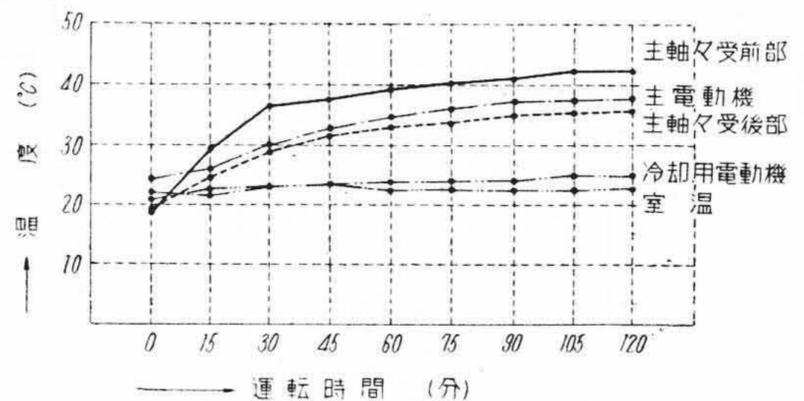
(注) 被削材: S55C 72mm幅      カッタ: トリディア  $G_2$  100 $\phi$ ×120mm, 刃数 8, 捻れ角 30°右



第15図 負荷運転時の振動  
Fig. 15. Vibration of Overarm at Loading Test

第5表 主軸の温度上昇  
Table 5. Temperature Rise of Main Spindle

主軸回転数 (rpm)	室温 ( $^{\circ}C$ )	主軸受前部 ( $^{\circ}C$ )	主軸受後部 ( $^{\circ}C$ )	主電動機 ( $^{\circ}C$ )	冷却用電動機 ( $^{\circ}C$ )	時間 (分)
1,550	21	19	19	23.5	20	0
	21	29.5	24	25	22	15
	22	36	28.5	29	22	30
	22	37.5	31	32	22	45
	22	39	32	34	23	60
	22	40	33.1	35.5	23	75
	22	41	34.5	36.5	23	90
	22	42	35.5	37	24	105
	22	42	35.5	37	24	120



第16図 主軸の温度上昇  
Fig. 16. Temperature Rise of Main Spindle

できわめて優秀な運転状況がえられている。

すなわち本機は構造の強力化, 防振装置の取付および各回転部分が完全にバランスしているために超硬工具用フライス盤としての特性を十分に満足していることがわかる。

(4) 主軸温度上昇

主軸温度を主として測定したが 90 分で大体飽和状態となる。このときの温度上昇は室温 + 20 $^{\circ}C$  で良好といえる(第5表および第16図)。従来のフライス盤の主軸温度も大体 室温 + 25 $^{\circ}C$  ~ 30 $^{\circ}C$  くらいであり 1,500 rpm でこの程度の温度上昇は止むを得ないものと思われる。

〔VI〕 仕 様

本機の仕様は、つぎのごとくである。

テーブルの最大移動距離	
左 右	800 mm
前 後	250 mm
上 下	470 mm
テーブル作業面の寸法(幅×長さ)	
350 mm×1,450 mm	
テーブルT溝寸法(幅×数).....16 mm×3 箇	
主軸中心よりオーバーム下面までの距離	
170 mm	
主軸テーパ孔.....標準 50 番	
主軸回転数.....26~1,500 rpm	
主軸回転変速数.....16	
テーブル送り速度	
左 右	40~2,000 mm/min
前 後	40~2,000 mm/min
上 下	16~ 760 mm/min
テーブル送り変速数.....無段	
早送り速度	
左 右	4,000 mm/min
前 後	4,000 mm/min
上 下	1,500 mm/min
主電動機.....4極 15HP	
送り用電動機.....4極 3HP	

冷却水用電動機..... 1/4 HP  
 所要床面積(間口×奥行×高さ)

2,640 mm×2,161 mm×2,100 mm

正味重量..... 3,500 kg

正規附属品

プレーンバイス	1 組
カッタアーバ (径 40 mm)	1 箇
カッタアーバ締付桿	1 箇
工具冷却水装置	1 組
ハンドルおよびレンチ	1 組
電動機および制御盤	1 組

特別附属品

バーチカルミーリングアタッチメント
ユニバーサルミーリングアタッチメント
ハイスピードミーリングアタッチメント
スロットングアタッチメント
倣いバイスアタッチメント

〔VII〕 結 言

以上一応本機の生い立ちから各部の性能などにつき述べたが、結論として設計,加工,組立上各部に採り入れた新しい考え方はそれぞれその目的を達することができ、超硬カッタ用フライス盤として満足すべき能力を有する新製品を作ることができた。しかしより能率的な加工へのわれわれの努力は決してやむところを知らず、さらによりよき物へと改善の努力を続けて行く心算である。

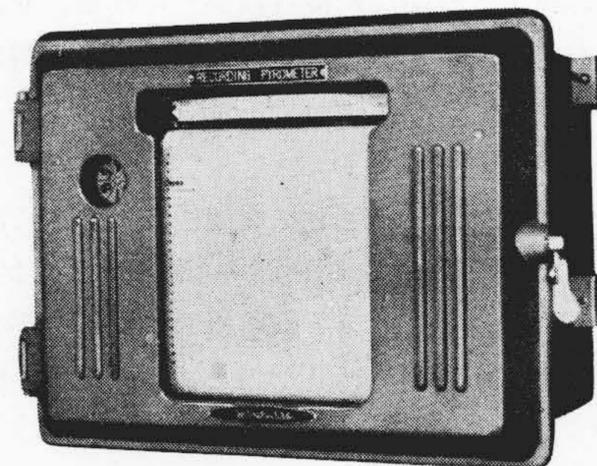
製 品 紹 介

TMK, TCK 型日立記録温度計

Type TMK and TCK Hitachi Recording Pyrometers

温度計は各種生産工業の温度測定用として重要な役割を果たしている。たとえば各種炉内, ガス, 液体, 蒸気および反応器内などの温度測定で近代科学の進歩と相まってこれらの温度を遠隔で測定し, しかも記録紙上に自動的に温度を記録する記録温度計が必要になってきた。

熱電記録温度計は高温測定用として 1,600°C くらいまでの温度を, また抵抗記録温度計は低温測定用として 500°C くらいまでの温度を記録紙上に自動的に記録するのに使用される。従来日立製作所の Q<sub>3</sub> 型記録温度計は戦前より好評を博していたが, 今回さらに進歩改良を加えた TMK 型打点式熱電記録温度計および TCK 型打点式抵抗記録温度計を新型製品として製作した。



第1図 TMK 型記録温度計  
 Fig. 1. Type TMK Recording Pyrometer

# 製品 紹介

第 1 表 TMK, TCK 型記録温度計標準仕様  
Table 1. Standard Ratings of Type TMK and TCK Recording Pyrometers

電 源 電 圧	100V (標準)
周 波 数	50~ または 60~
記録紙有効目盛長	150 mm
記録紙速度	25 mm/h
打 点 間 隔	30 秒
測定点 切 換 数	3 点, 6 点

第 2 表 TMK 型熱電記録温度計標準表  
Table 2. Type TMK Recording Pyrometers

目 盛 範 囲	一目の読み	サーモカップル
0~1,600°C	20°C	白金-白金ロジウム
0~1,200°C	20°C	アルメル-クロメル
0~1,000°C	20°C	アルメル-クロメル
0~ 800°C	10°C	アルメル-クロメル
0~ 600°C	10°C	アルメル-クロメル

第 3 表 TCK 型抵抗記録温度計標準表  
Table 3. Type TCK Recording Pyrometers

目 盛 範 囲	一目の読み	抵 抗 線
0~150°C	2°C	ニツケル線
0~200°C	5°C	ニツケル線
0~300°C	5°C	ニツケル線
0~500°C	10°C	白金線
150~300°C	2°C	白金線
250~500°C	5°C	白金線

本記録温度計の標準仕様および構造、特長を述べると  
つぎの通りである。

### 構造および特長

#### (A) 独特な測定部

日立独特の技術による内部磁石可動線輪型を採用して  
おり、性能は飛躍的に向上している。

#### (B) 打 点 鮮 明

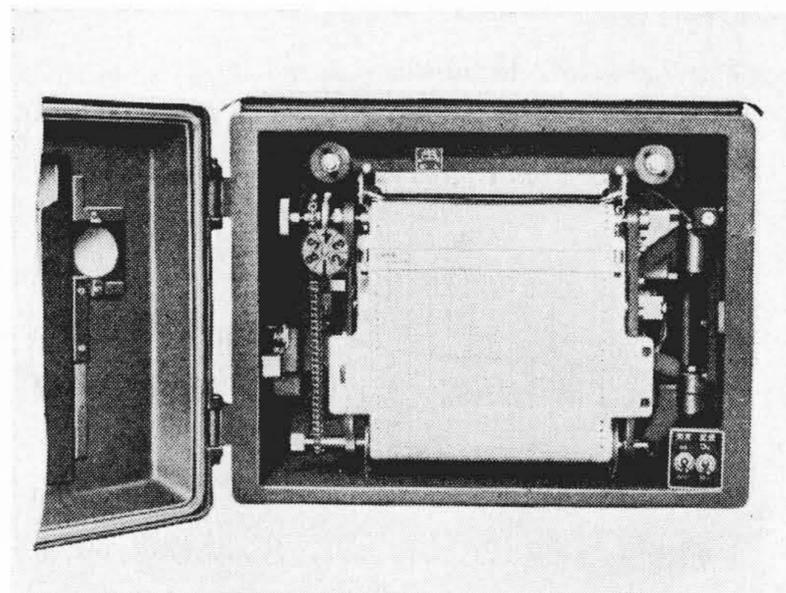
記録は三色リボンを使用し指針に一定時間ごとに圧力  
を加え記録紙上に鮮明な密接点線がえられる。リボンは  
半自動巻取方式を採用しているため、リボンの寿命は永  
く褪色変色少なく記録はきわめて良好である。

#### (C) 防 塵 完 全

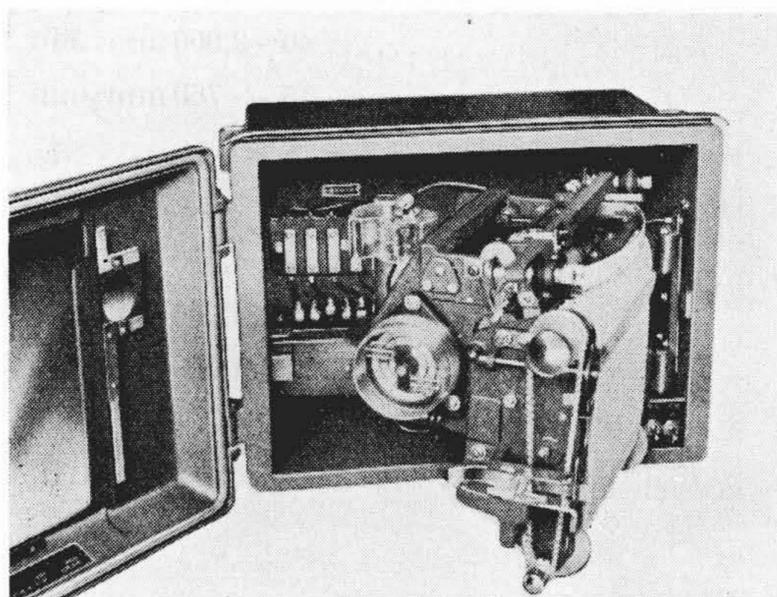
カバーには完全なパッキングを使用しケースには防塵  
用ヒサシが付いており、外部からの塵埃の侵入は完全に  
防止できる。また測定部および切換スイッチは完全密閉  
式で塵埃の侵入するおそれはない。

#### (D) 指 示 正 確

指示が正確で測温範囲が広く目盛が大きく読みやす  
くなっている。



第2図 記録温度計の内部構造  
Fig. 2. Internal Mechanism of Recording Pyrometer



第3図 記録温度計の引出構造  
Fig. 3. Draw-out Mechanism of Recording Pyrometer

#### (E) 測 定 点 表 示

いま第何番目を測定しておるかを示す測定点切換表示  
円板が付いている。

#### (F) 記録紙伝導確実

記録紙巻送りはロールチャート方式で記録紙の送りは  
確実である。

#### (G) 取 扱 い 容 易

構造部全体が前の方に引出し回転させることができる  
ので取扱いははなはだ便利である。

#### (H) 多 点 切 換

最大6箇所までの温度を自動的に同一紙上に色別記録  
することができる。

#### (I) 補償抵抗器内蔵

抵抗記録温度計は補償抵抗器を必要とするときがある  
が本機はこれを内蔵している。