

日立 LS 形全自動シャフト専用ならい旋盤

Hitachi Type LS Automatic Copying Lathe with Unloader and Loader

長 田 道 夫*
Michio Osada

内 容 梗 概

本機は完全に自動化されたならい旋盤に加工品の自動取付け、取はずしを行う装置を組合わせたもので、起動ボタンを押せば加工品が無くなるまで運転を持続する全自動シャフト専用ならい旋盤である。また本機を2台以上連結したり、あるいはほかの自動化した工作機械と連結することによりシャフトマシンを形成することができる。

1. 緒 言

近年、生産の増大に伴い、汎用工作機、専用工作機の発達はもちろん、各種の作業研究によりコンベアを利用する流れ作業方式が完成の域に達した感がある。流れ作業方式を高度に自動化した生産方式としてトランスファマシンが出現し、みごとな成果をあげている。また軸物に対しては日立製作所にて5台のシャフト用トランスファマシンを完成し、斯界の注目を浴びている。軸物を加工するには加工品自体を回転して、切削しなければならぬため、工程ごとに加工品の着脱を行う必要があり、しかも加工品の着脱装置（取付け、取はずし装置）が複雑なので、この分野の多くは依然としてコンベアを介し、ならい旋盤に作業者がついて作業が進められている。

ここに紹介するLS形全自動シャフト専用ならい旋盤は3サイクル繰返しならい切削装置およびリヤスライドを有し、加工品の自動取付け、取はずし装置と貯蔵装置を組合わせた、自動的に加工品を1個ずつ供給し、また加工の完了した加工品を自動的に取はずし、加工品貯蔵装置に貯えるという一連のサイクルを自動的に繰返して行うもので、コンベアとならい旋盤を使用した流れ作業方式のように作業者を必要としないものである。以下その詳細について述べる。

2. 全 体 の 構 造

第1図は自動ならい旋盤に自動取付け取はずし装置を組合わせたものである。第2図は自動取付け取はずし装置と加工品貯蔵装置を使用して自動ならい旋盤を2台連結した平面図である。本機は下記のユニットから構成されている。

- (1) 自動ならい旋盤
- (2) 自動取付け取はずし装置
- (3) 加工品貯蔵装置
- (4) 油圧ユニット
- (5) 制御盤

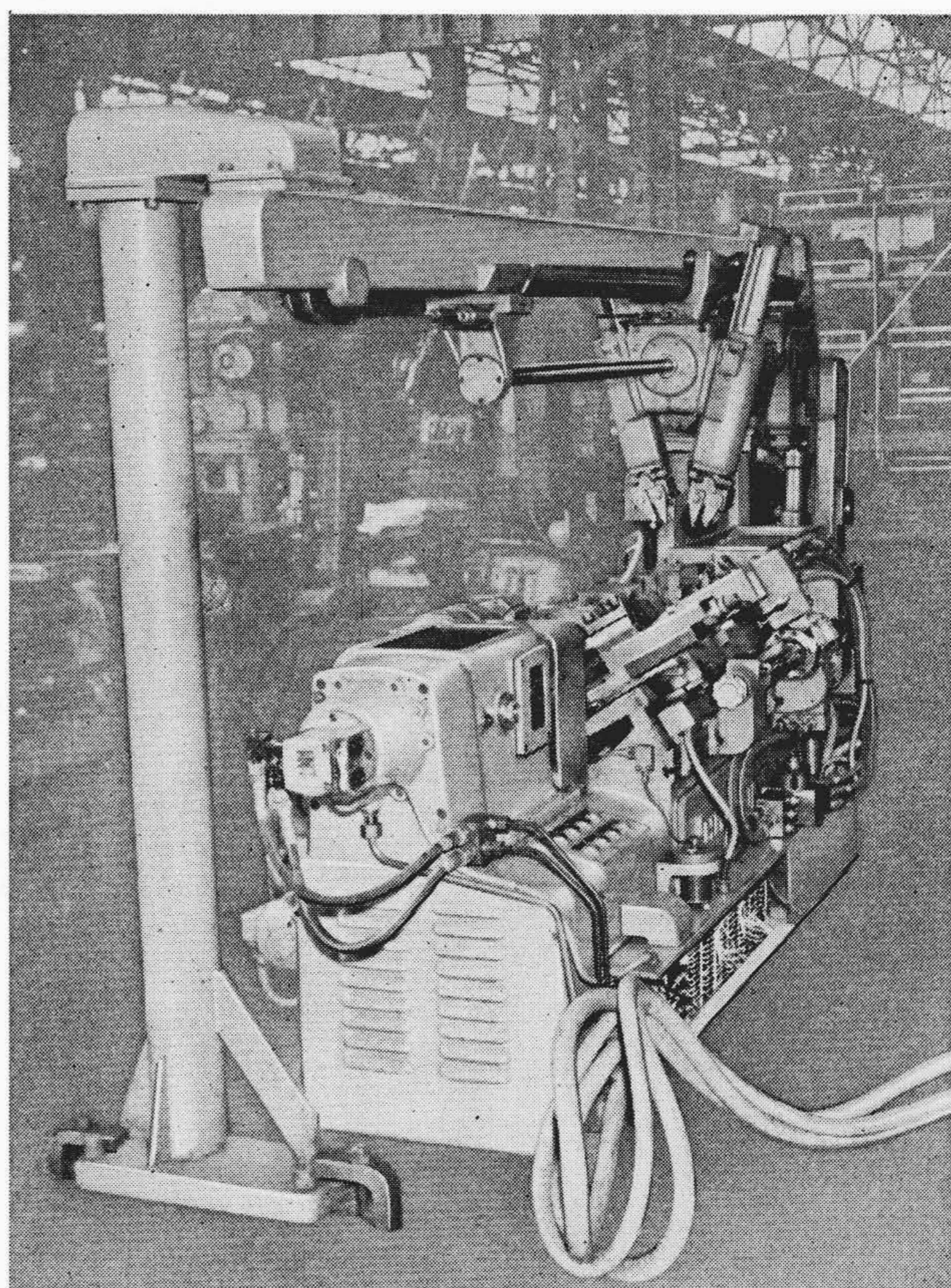
2.1 自動ならい旋盤

自動ならい旋盤は第3図に示すように日立独自の構想のもとに設計製作されたものである。ベッドは完全な箱形構造で、切屑処理を容易に行えるようチップフロー形式を採用している。主軸心高を低くし、ベッドの剛性がほかに類を見ないほど大きいので、細長い軸物をS1種の超硬バイトにより切削することが可能である。

(1) 仕 様

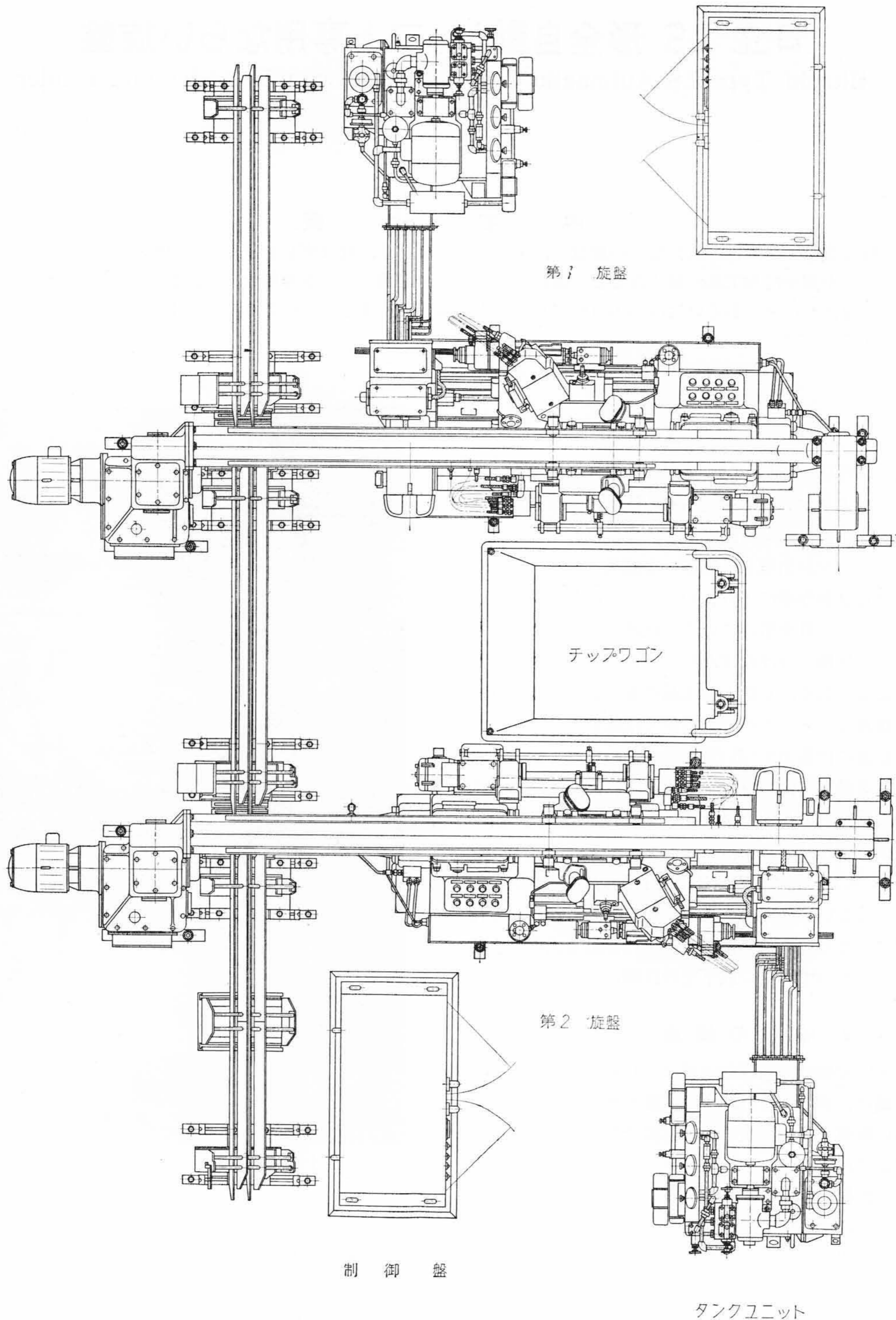
振り サドル上	170 mm
ツールスライド上	140 mm
両心間距離 最大	400 mm
最小	150 mm
主軸回転数	500~2,000 rpm の間の一段

* 日立製作所川崎工場



第1図 自動ならい旋盤と材料取付け取はずし装置

主軸発停度数	1時間に60回以内
主軸停止方式	直流制動
送り方式	単独送りモータによるネジ送り
ならい切削しうる最大長さ	358 mm
ならいシリンダストローク	50 mm
ならいシリンダ取付角	60度
繰返しならい切削装置	3サイクル
テールストック	ライブドセンタビルトイン油圧操作クイル
テールストッククイル出入長さ	70 mm
テールストックセンタ推力	300~500 kg
ベッド	チップフロー式 40度傾斜
リヤスライド	カム駆動突込式
主電動機	7.5 kW
送り電動機	0.4/0.2 kW 2P/8P
潤滑ポンプ電動機	65W 4P
油圧ポンプ電動機	0.75 kW 6P



第2図 2台連結をした全自動ならい旋盤平面図

(2) ヘッドストック

主軸は主電動機よりVベルトを介して直接駆動され、ヘッドストック内部にはギヤがないので最高2,000 rpmで1分間隔の発停を繰返しても騒音、温度上昇の心配がない。主軸後部にはチャック開閉用の油圧シリンダを設け、加工品が黒皮の場合にはワークドライバ、加工済箇所をつかむ場合には三爪チャックの開閉を行う。チャックの開閉はリミットスイッチにより確認する。主軸回転数は主電動機の極数変換により2速にすることもできる。主軸の停止は直流制動により3秒以内に停止する。

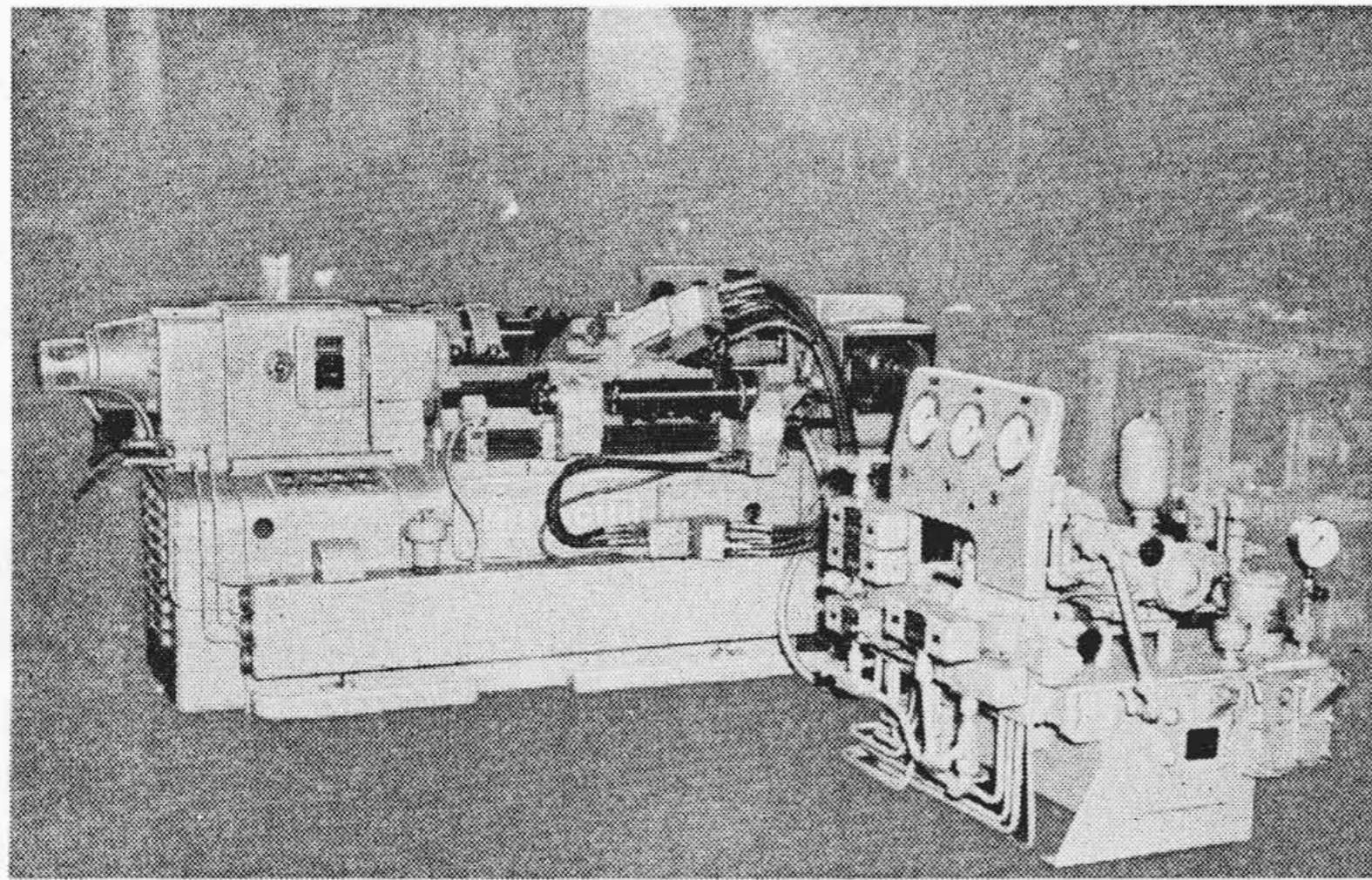
(3) テールストック

クイルにライブドセンタを組込み、クイルは油圧シリンダによ

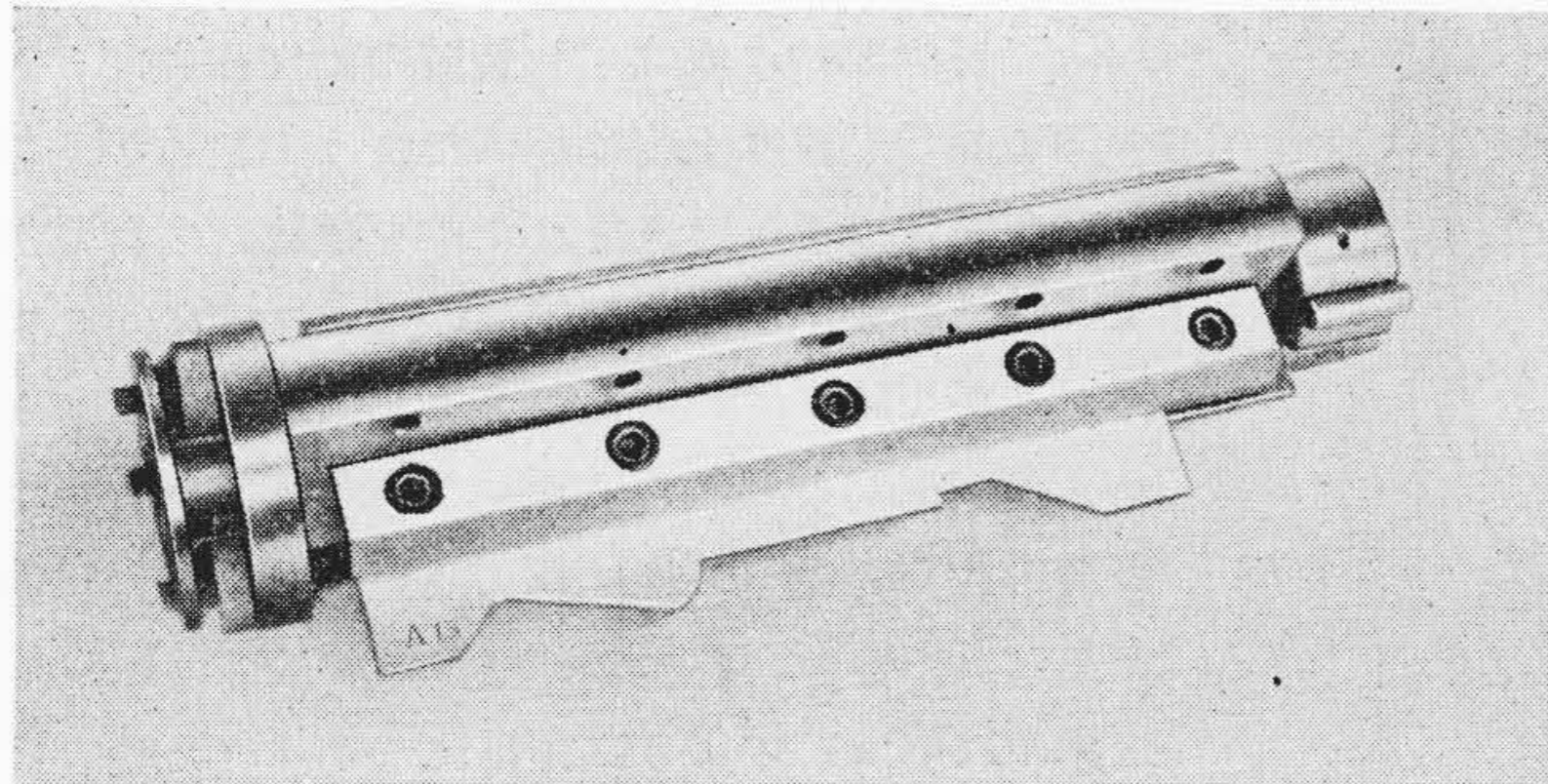
り70 mm 出入する。クイルの出入はリミットスイッチにより確認され、後退側には1個、前進側には前進端と前進過端にそれぞれ1個リミットスイッチが用意されている。クイルは必要な場合は油圧によりクランプされる。

(4) 繰返しならい装置

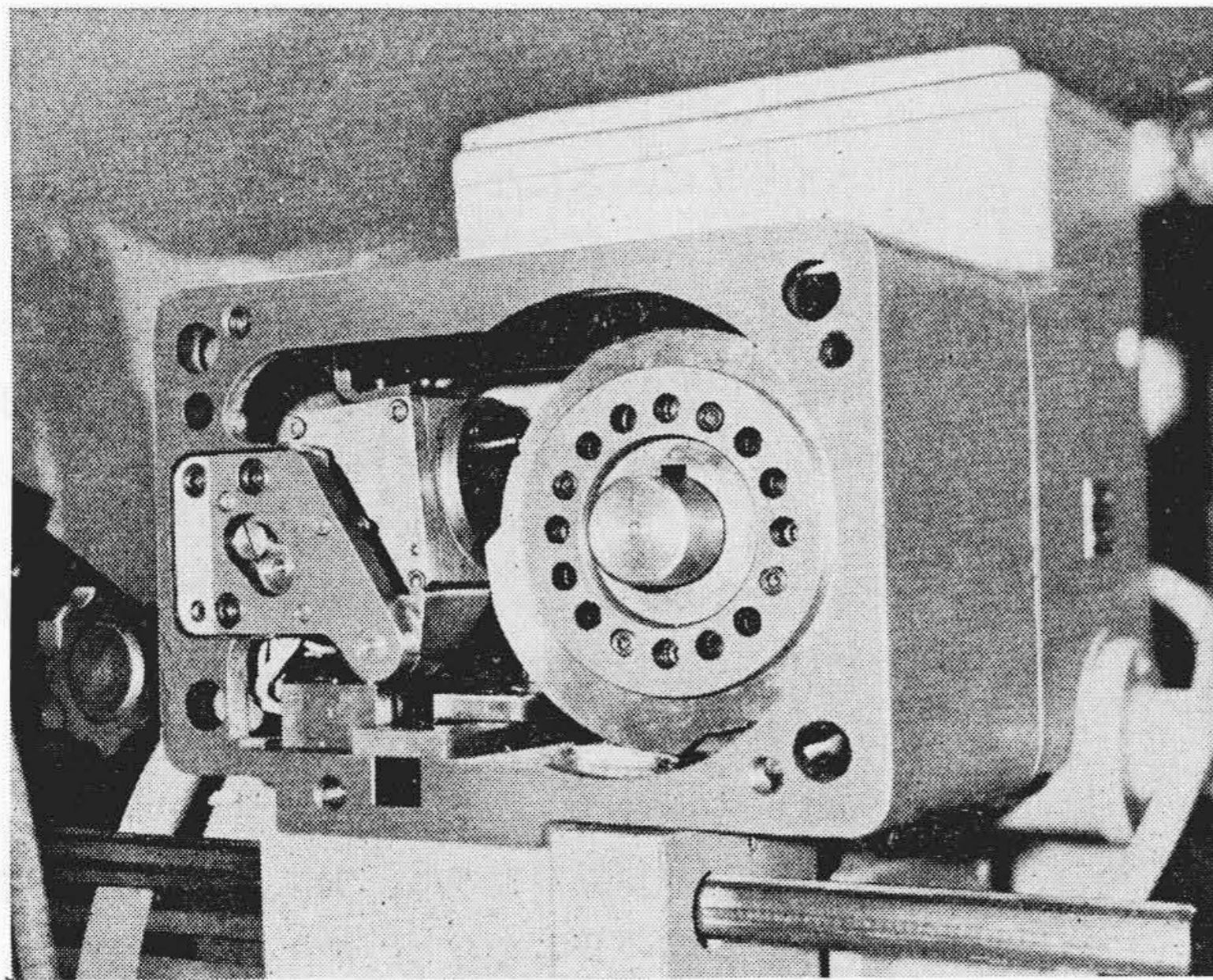
本機は繰返しならい切削が可能で、制御盤に設けたセレクトスイッチの選定により、1～3回の任意の繰返しならい切削ができる。テンプレートは各ならいサイクル専用3枚使用し、サイクルごとに転換するので複雑な形状をした細長いシャフトでも取しるを形状に応じて適当に分配して切削するので無理のない加工が行われる。第4図にテンプレートを取付けたモデルホルダを示す。



第3図 ならい旋盤正面図



第4図 モデルホルダ



第5図 サドルの送り範囲と送り速度を決める
コントロールボックス

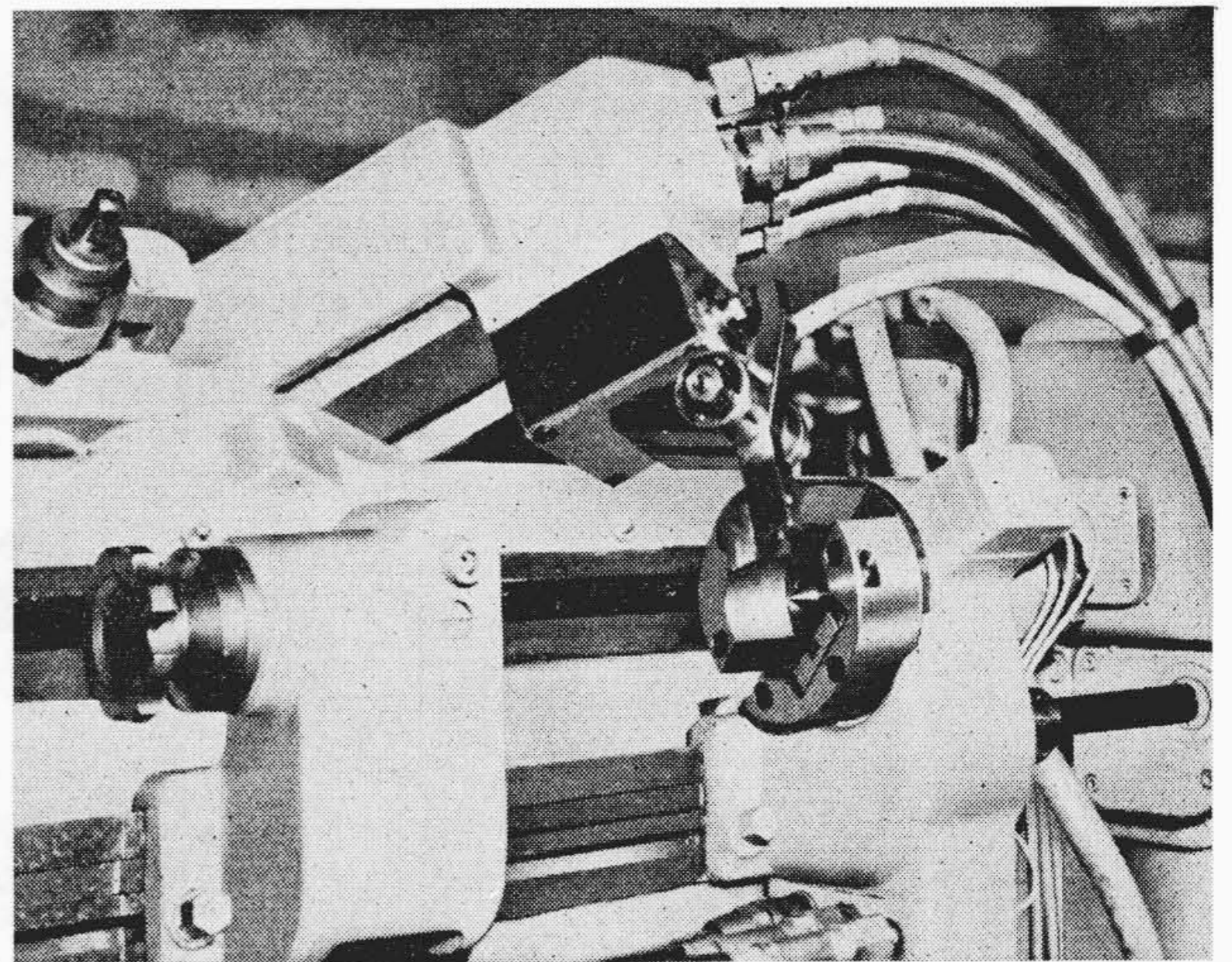
サドルの送りはフィードギヤボックスにより第1送り、第2送りおよび早戻りを行う。

第1送り、第2送りの切換えは送り電動機の極数変換により行い、切削送りと早戻りの切換えはマグネットクラッチにより行い。

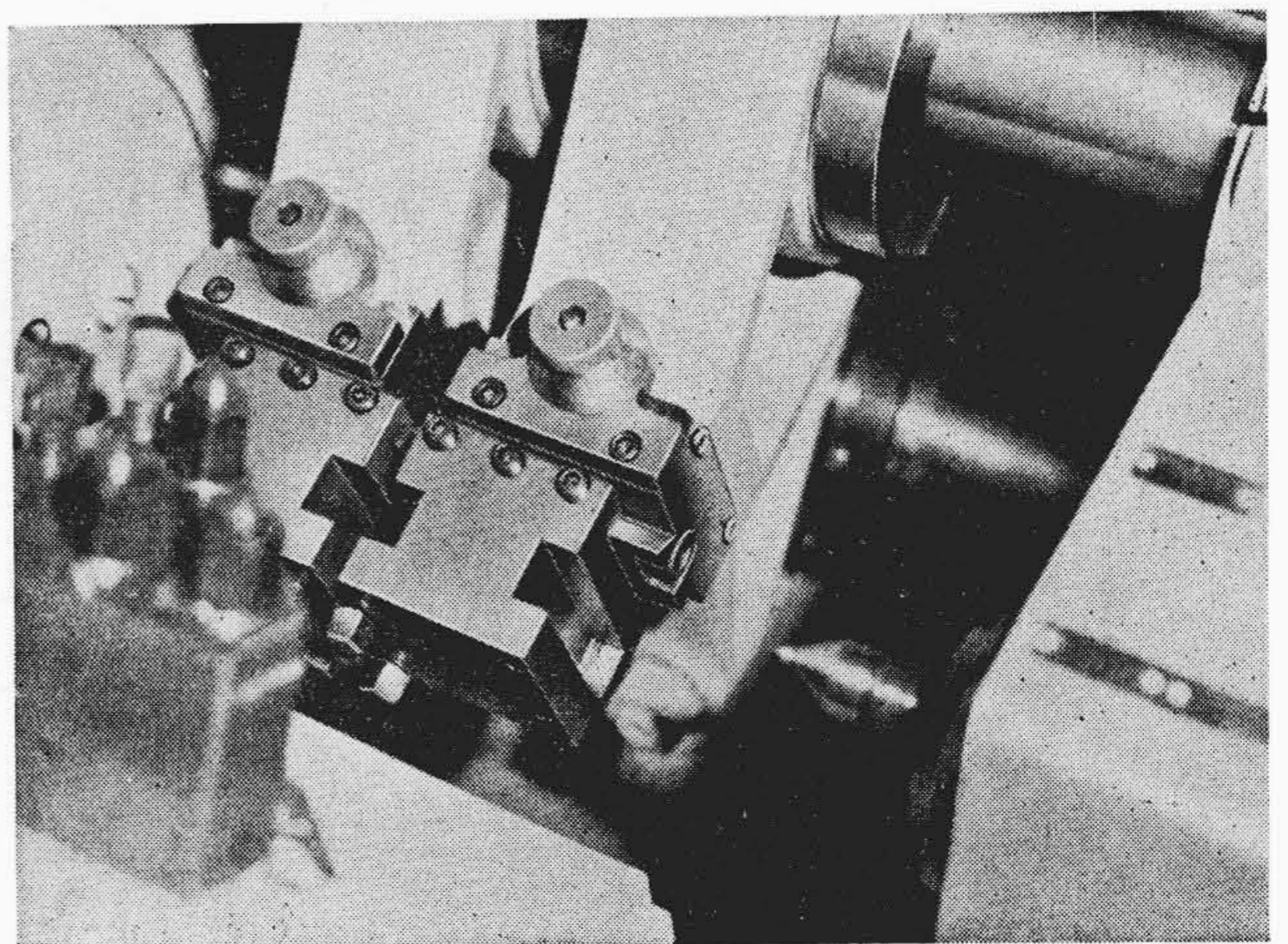
各サイクルごとにサドルの送り長さ制限用と送り速度切換用のドッグプレートを設け、コントロールボックスに納めてリミットスイッチを動作させている。ドッグプレートはリング状で、加工品の形状によって組合わせ関係を自由に調整できる。

リミットスイッチはサドル送り長さ制限用として前進端、後退端に各1個とサドルのオーバーランを防止するため後退過端、前進過端に各1個設けてある。これらのリミットスイッチは各サイクル共通に使用される。第5図にコントロールボックスを示す。

第1ならいサイクルから第2ならいサイクルに移る場合は油圧シリンダによりテンプレートを120度回転し、これに連動してド



第6図 モデルサポート



第7図 リヤスライドバイトホルダ

ッグプレートを軸方向に1ピッチシフトさせ第2ならいサイクルの位置をとる。テンプレートは回転後インデックスピンにより位置決めされる。同様にして第3ならいサイクルが終了するとふたたび第1ならいサイクルの位置にもどる。第6図にモデルサポートを示す。

(5) リヤスライド

本装置はネッキング、インフィードに使用し、ならいで加工できない部分の加工をならいの前または後に行うものである。第7図にリヤスライドのバイトホルダ部を、第8図に旋盤を断面しリヤスライドの側面を示す。強固な横軸にスイーベルするように取付けたリヤスライドアームはプレートカムにより送りを与えられる。バイトホルダには2本のバイトをセットできる。リヤスライドは2組取付けることができる。送りはカムにより行うので2組のリヤスライドの切込むタイミングをずらすことができる。これにより細長い軸物を加工する場合に一度に無理な切削をさけることができる。

2.2 自動取付け取はずし装置

ここに述べる自動取付け取はずし装置は SRM 形⁽¹⁾シャフトマシンに使用したものと同形であるが、新しい機構として、加工品をチャックにそう入し、また取出す運動が追加してあり、作業者のハンドリングとまったく同じ動作を行う。

(1) 自動取付け取はずし装置の動作説明

第9図は本装置の概略説明図である。本装置には加工品をつかまえる2本の腕があり、交互に加工品をつかまえたり、放したりするが、常に一方の腕の爪は加工品をつかまえ、ほかの一方の腕

の爪は開いた状態にある。

旋盤上に、取付け取はずし装置が待機している状態で、一方の腕(A)の爪に加工品をつかみ、ほかの一方の腕(B)の爪は開いている。旋盤加工の終了信号により、腕(B)が降下して加工品をつかみ、リミットスイッチが動作してつかんだ信号を出す。この信号によってチャックが開き、テールストックが後退し、リミット

スイッチが動作する。続いて装置全体が横移動して加工品をチャックから拔出し、B腕は上昇する。続いて加工品をつかまえたA腕が降下し、装置全体が横移動して加工品をチャックにそう入し、リミットスイッチをおし動作完了信号を出す。この信号によりテールストックが前進し、続いてチャックが閉じるとA腕の爪が開いて上昇し、加工品の交換が完了し旋盤は自動的に起動する。

加工品の交換が終わった装置は、オーバヘッドに沿って旋盤上から加工品受台(サポート)上に移動する。サポート上の動作は、旋盤上と逆に爪の開いたA腕が最初に降下して加工品素材をつかみ上げ、続いて、B腕が降下して加工品を受台上に置く。ただし旋盤上で行ったチャックそう入動作はしない。加工品の交換の済んだ装置はふたたび旋盤上にもどり待機の状態になる。

(2) 自動取付け取はずし装置の動作の確認

加工品の交換は上記に述べたようであるが、加工品が完全にチャックされたかを確認して旋盤加工に移る必要がある。加工品のセンタ穴に対してセンタが正確にはいったかどうかは、テールストックの前進側の2個のリミットスイッチによって確認できる。第10図に加工品をつかまえた状態を示す。

第10図(a)のように正確につかまえた場合は前進端のリミットスイッチのみおされ、前進過端のリミットスイッチはおされない。(b)のようにセンタ穴にセンタがはいらなかったり、加工品にセンタ穴が明いてない場合には、前進端のリミットスイッチはおされない。また加工品の長さが短かかったり、センタ穴が深く明き過ぎた時、あるいは加工品が持込まれなかった場合は前進過端のリミットスイッチがおされる。以上のように不良な状態として、前進端のリミットスイッチがおされない場合、前進過端のリミットスイッチがおされる場合がある。この2つの場合には旋盤は起動できないような電気回路にしてある。

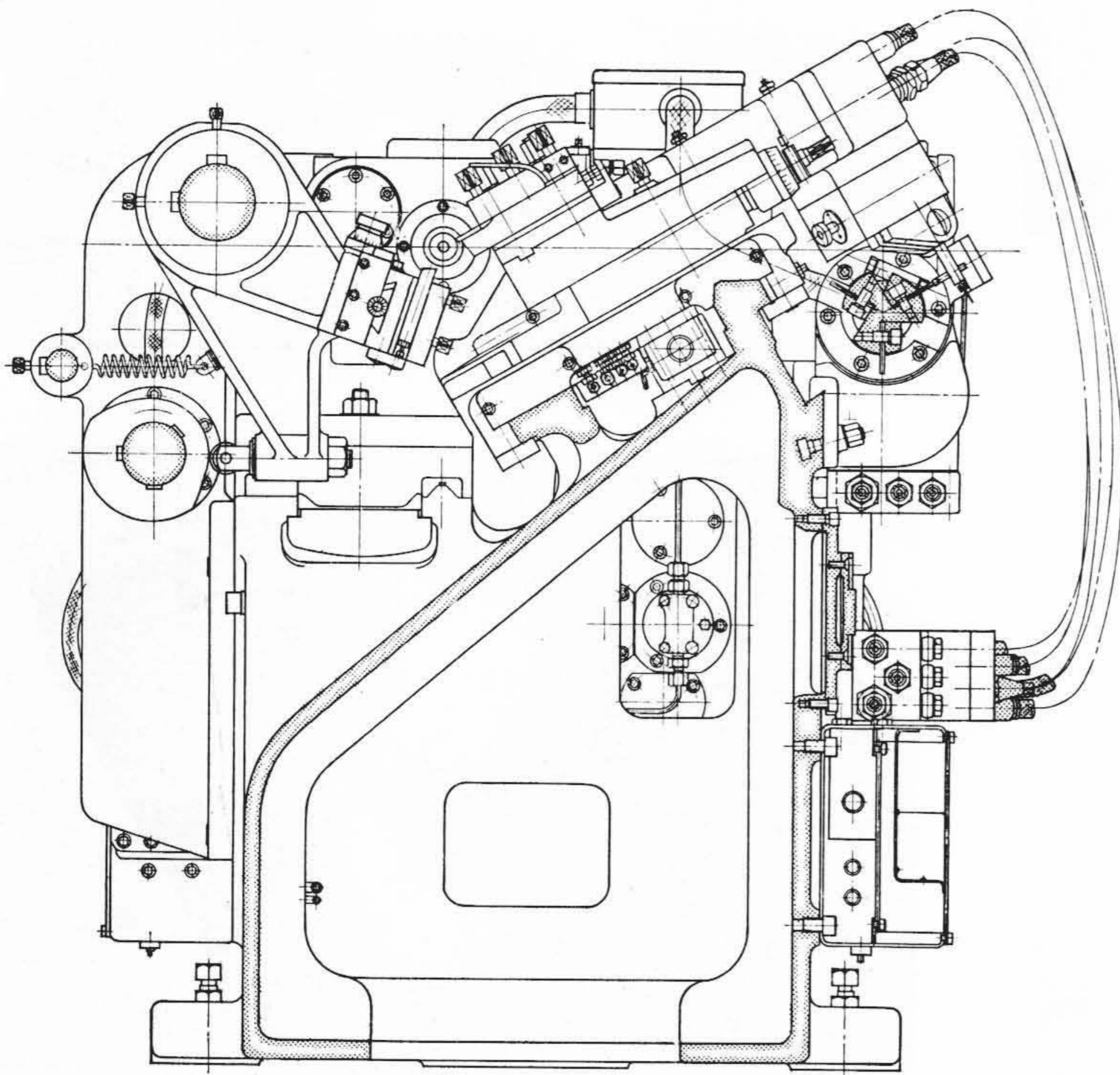
(3) 加工品の取付け取はずしに要する時間

加工品の取付け、取はずしに要する時間を短縮するには、本装置のように、加工品を取はずす腕と取付ける腕の2本を有し、加工品の取はずしに続いて直ぐに取付けのできる2本腕方式がよい。また旋盤加工時間中に、加工品の搬出と、加工品素材の搬入を行い、旋盤上に常に加工品素材をつかまえて待機の状態にあるので、搬出搬入時間を零にできる。第11図に2本腕取付け取はずし装置の図を示す。

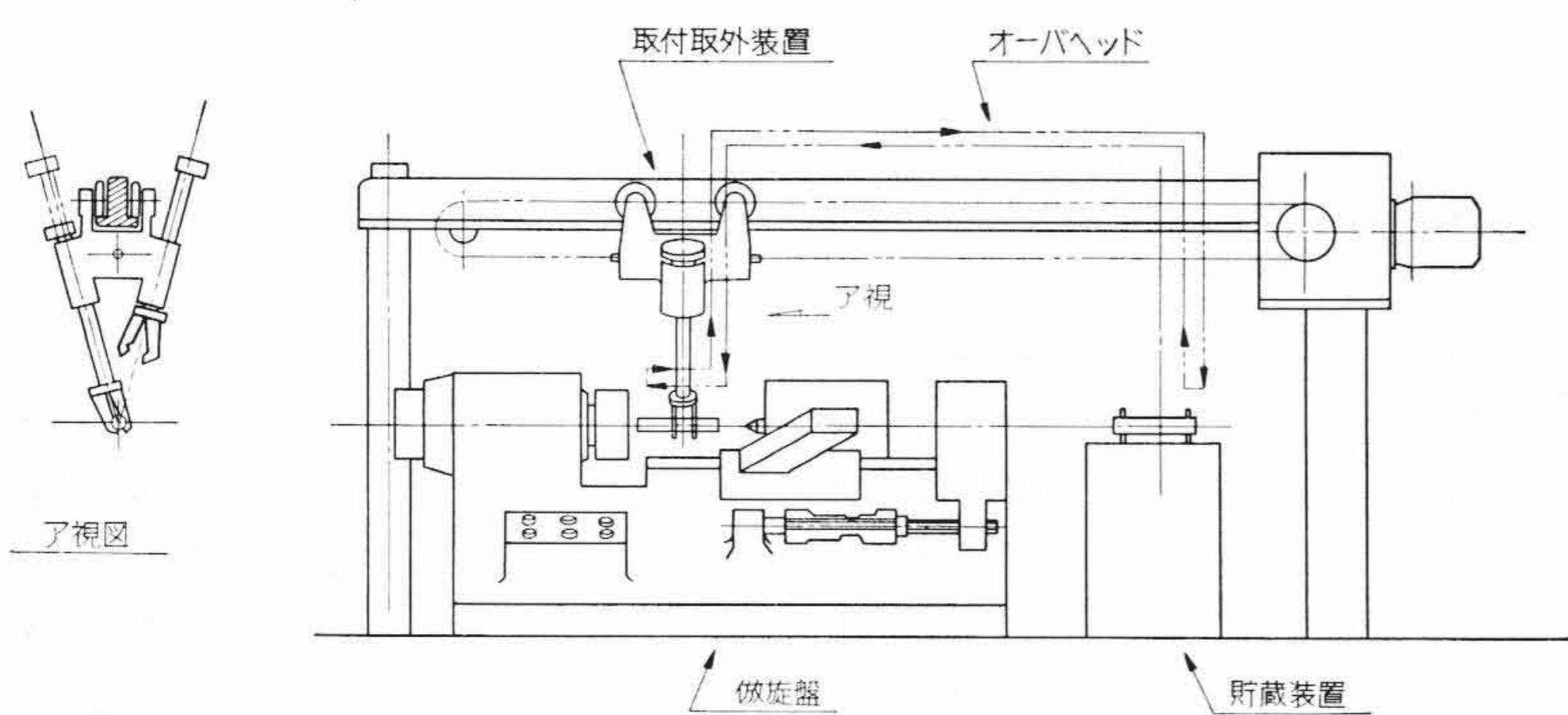
2.3 加工品貯蔵装置

第2図平面図に示すように、加工品貯蔵装置は1台の旋盤に対して、前後2箇所配置する。一つの貯蔵装置は加工品素材を貯え、なかの一つは加工品を貯える。2台以上の旋盤を連結し、旋盤と旋盤の中間に配置した場合は仕掛品を貯える役目をする。本装置の具備すべき性能をあげると次のようになる。

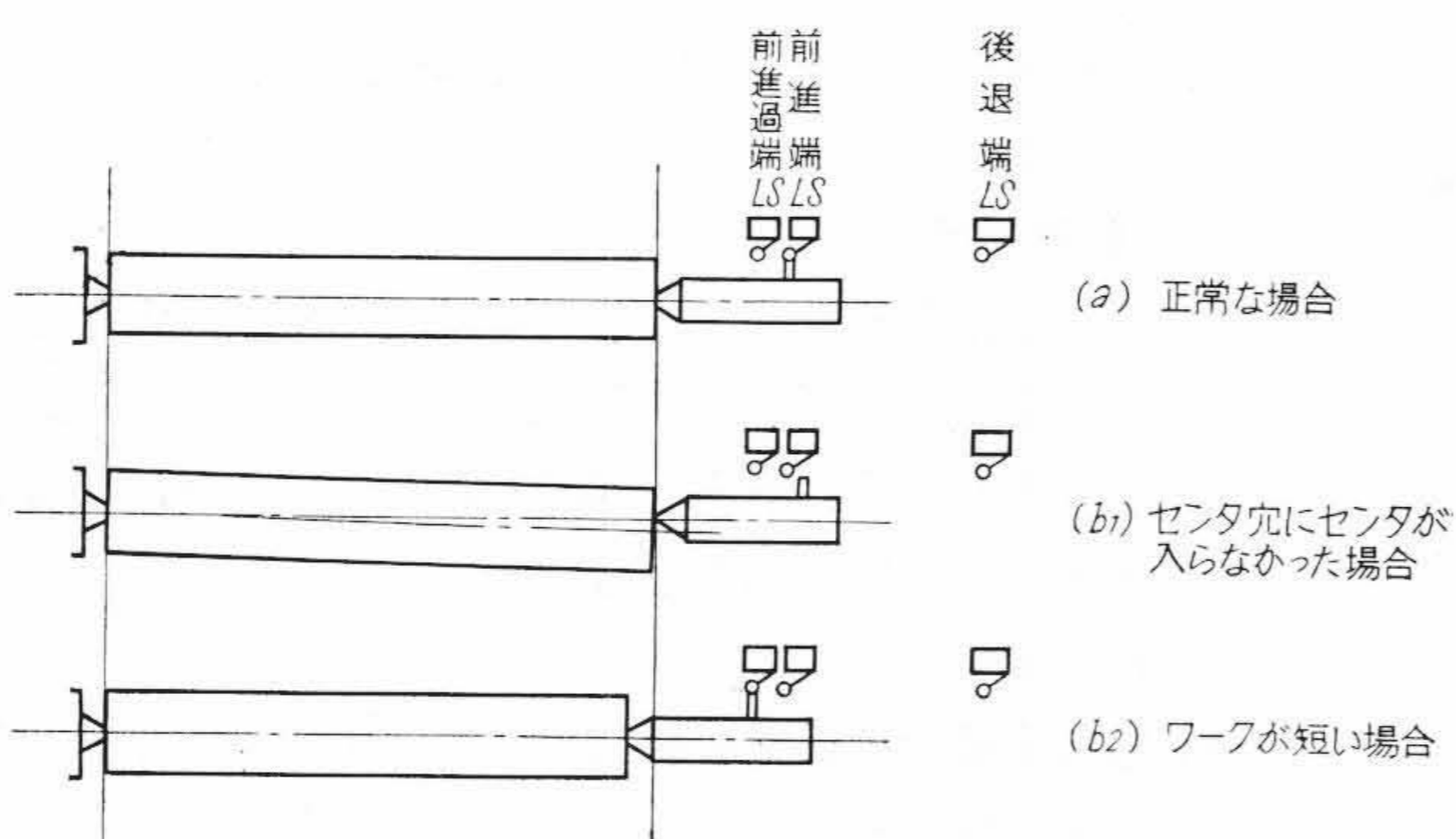
- (i) 最小限30分間連続稼動に要する加工品を貯蔵できる能力を有すること。
- (ii) 加工品の受入れ側は、いつ加工品を持ち込



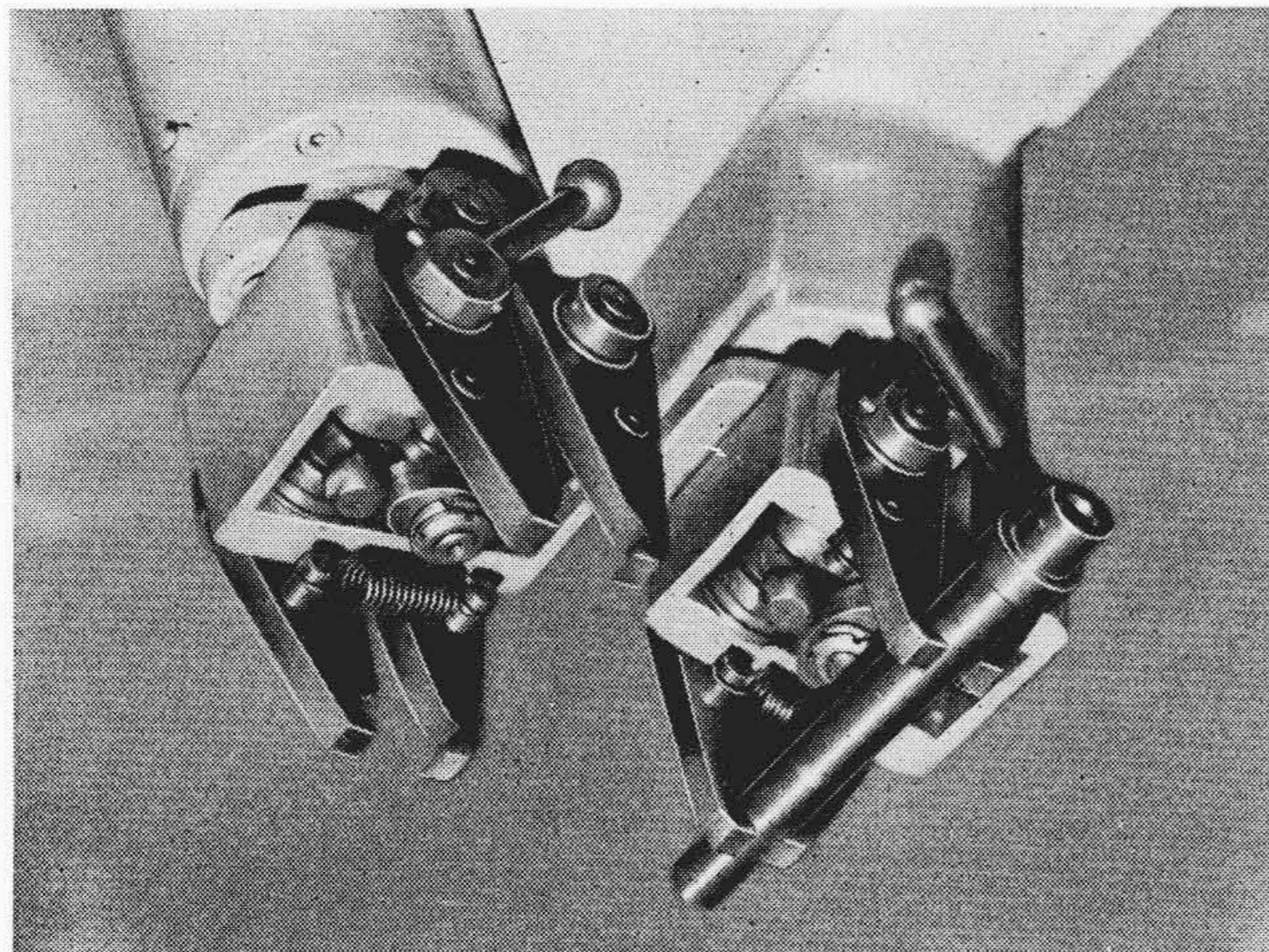
第8図 リヤスライド側面図



第9図 自動取付け取はずし装置



第10図 加工品のチャック



第11図 2本腕材料取付取はずし装置

第1表 モーター一覧表

番号	仕様		使用箇所	個数
	出力 (kW)	極数		
M ₁	7.5	4	主軸	1
M ₂	0.4/0.2	2/8	送り	1
M ₃	0.4	4	リヤスライド	1
M ₄	0.4	4	ローダ	1
M ₅	0.75	6	ならいポンプ	1
M ₆	0.065	4	潤滑ポンプ	1

第2表 マグネット一覧表

番号	使用箇所	作動	個数
S ₁	送りギヤボックス	切削送り用マグネットクラッチ	1
S ₂	送りギヤボックス	早もどり用マグネットクラッチ	1
S ₃	サポート	サポート上昇用ソレノイド	1
S ₄	サポート	サポート下降用ソレノイド	1
S ₅	シュート	ONにて材料供給	1
S ₆	シュート	材送用パイプレータ	1
S ₇	油圧タンク	チャック、クイルクランプ用ソレノイド	1
S ₈	油圧タンク	チャック、フィルルーズ用ソレノイド	1
S ₉	油圧タンク	テールストック前進用ソレノイド	1
S ₁₀	油圧タンク	テールストック後退用ソレノイド	1
S ₁₁	油圧タンク	ならいスライド前進用ソレノイド	1
S ₁₂	油圧タンク	第1, 第2サイクルインデックス用ソレノイド	1
S ₁₃	油圧タンク	第1サイクルインデックス用ソレノイド	1
S ₁₄	油圧タンク	第2, 第3サイクルインデックス用ソレノイド	1
S ₁₅	油圧タンク	第3サイクルインデックス用ソレノイド	1

んでも受入れできる機構であること。

(iii) 加工品取出側には1個の加工品を取出し、取付け取はずし装置によって、加工品素材と加工品の交換を行う所定の位置に加工品を支持する、加工品受台を有すること。

(iv) 受入れられた加工品は取出し側に向けて順繰りに整然と移送される機構であること。さらに加工品と加工品との間隔が一定以上開かないように、おくれた加工品を前の加工品に追付させる機構であること。このことは、次工程の機械が所定のマシンサイクルで連続稼働させるために必要である。

(v) 貯蔵能力が一ぱいになった時は、前工程の機械を停止させる装置を有すること。

(vi) 次工程の機械からの信号により加工品の供給、停止ができる装置を有すること。

上記の中で第(v)(vi)項が特に注目すべきもので、この装置がユニットとユニットとの間に一線を画す役をなし、いわゆるインデペンデント方式⁽²⁾の特長をなすものである。

2.4 油圧回路

全自動ならい旋盤の制御は電気油圧を使用して、一般ならい旋盤のハンドリング操作を完全に自動化しているの、電気油圧回路も

第3表 リミットスイッチ一覧表

番号	使用箇所	用途	個数
L ₁	主軸関係	チャッククランプ	1
L ₂	主軸関係	チャックルーズ	1
L ₃	心押台	テールストック前進過端	1
L ₄	心押台	テールストック前進端	1
L ₅	心押台	テールストック後退端	1
L ₆	心押台	クイルクランプ端	1
L ₇	双物台	ならいスライド後退端	1
L ₈	フイードコントロールボックス関係	サドル右過端	1
L ₉	フイードコントロールボックス関係	サドル右端	1
L ₁₀	フイードコントロールボックス関係	第2送り用	1
L ₁₁	フイードコントロールボックス関係	サドル左端	1
L ₁₂	フイードコントロールボックス関係	サドル左過端	1
L ₁₃	フイードコントロールボックス関係	第1サイクルインデックス	1
L ₁₄	フイードコントロールボックス関係	第2サイクルインデックス	1
L ₁₅	フイードコントロールボックス関係	第3サイクルインデックス	1
L ₁₆	リヤスライド関係	リヤスライド定位	1
L ₁₇	ローダ関係	ローダ定位	1
L ₁₈	ローダ関係	アンローダつかみ端	1
L ₁₉	ローダ関係	ローダ入り端	1
L ₂₀	ローダ関係	ローダ中間	1
L ₂₁	サポート関係	サポート上端	1
L ₂₂	サポート関係	サポート下端	1
L ₂₃	シュート関係	ワーク満杯	1

高度化されている。

第12図にならい旋盤関係の油圧系統図を示す。使用したシリンダの数はチャックの開閉を行うAシリンダ、テールストック、クイルの出入を行うBシリンダ、テールストック、クイルのクランプを行うCシリンダ、ならいを行うDシリンダ、テンプレートの割出しを行うEシリンダ、コントロールボックス内のリミットスイッチの位置を動かすFシリンダ、テンプレートの回転とドッグプレートの位置を動かすGシリンダの7本である。これらのシリンダは、電気、油圧的に制御されているが、油圧回路の設計に際して考慮した点をあげると次のとおりである。

(i) チャック開閉とテールストック、クイルクランプシリンダの動作時期はいっしょにすることができるので、ソレノイドコントロールパイロットオペレートバルブを使用し、パイロット回路にチョークバルブを入れて、テールストッククイルの前進端のリミットによりソレノイドが励磁し、メインバルブが切り換るまでに時差をつけて、この間にテールストッククイルが完全に押切れるようになっている。

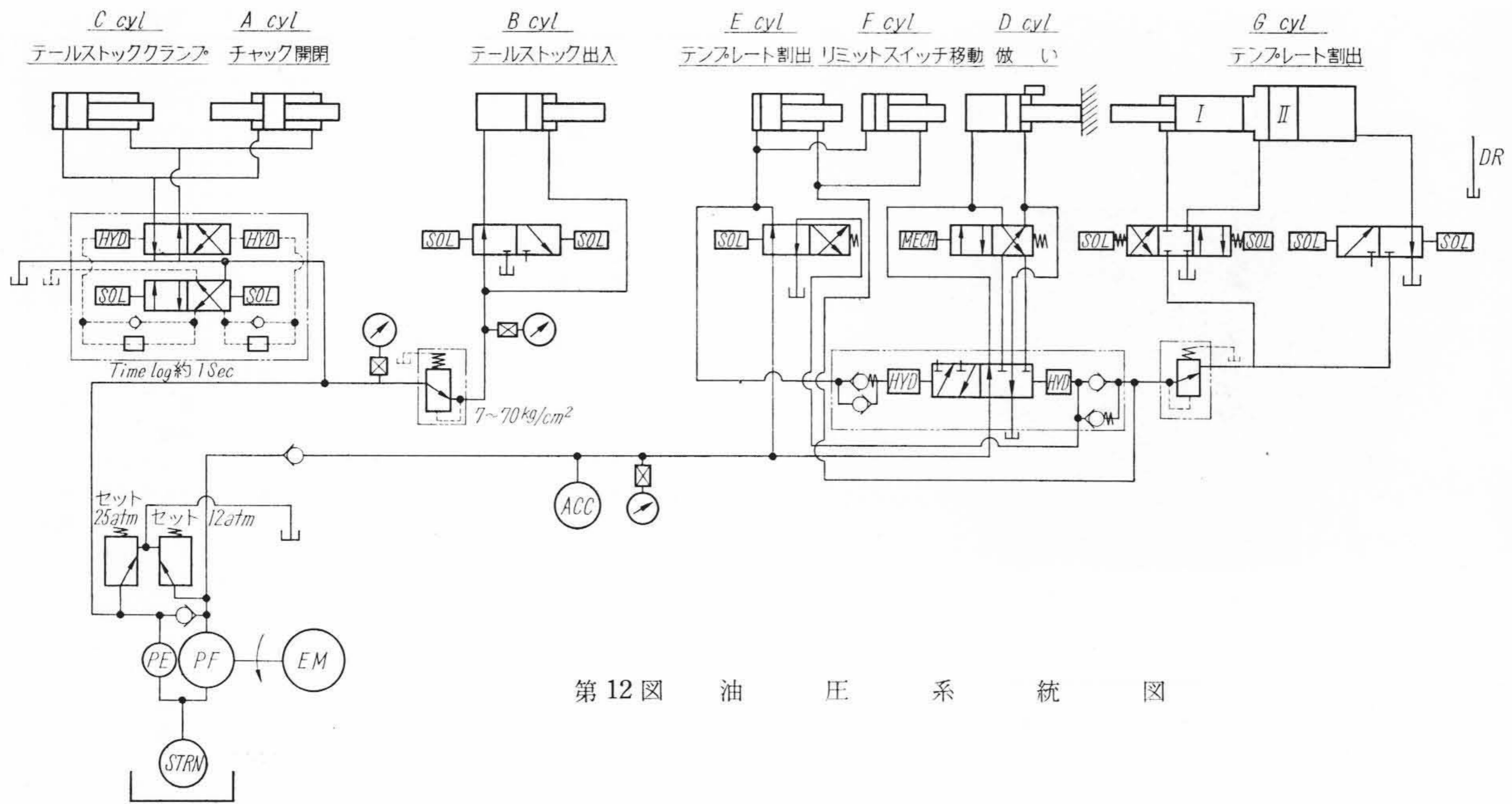
(ii) テールストックの押圧は、300~500 kg の間で調整できるよう、減圧弁を設けてる。

(iii) E, Fシリンダは、動作時期が同時なので共用の弁とし、D, E, FとGシリンダの動作に一部油圧インターロックを採用している。E, FとDシリンダはツーポジション、シングルソレノイドバルブ1個によって動作させ、停電、コイルの焼損事故の時にも安全側に働くようになっている。ならい回路の抵抗を少なくするため、切換弁は最小限の1個とし、E, Fシリンダが動作しテンプレートの割出しが終って回路の油圧が高くなってから、ならい回路を切換えるようになっている。

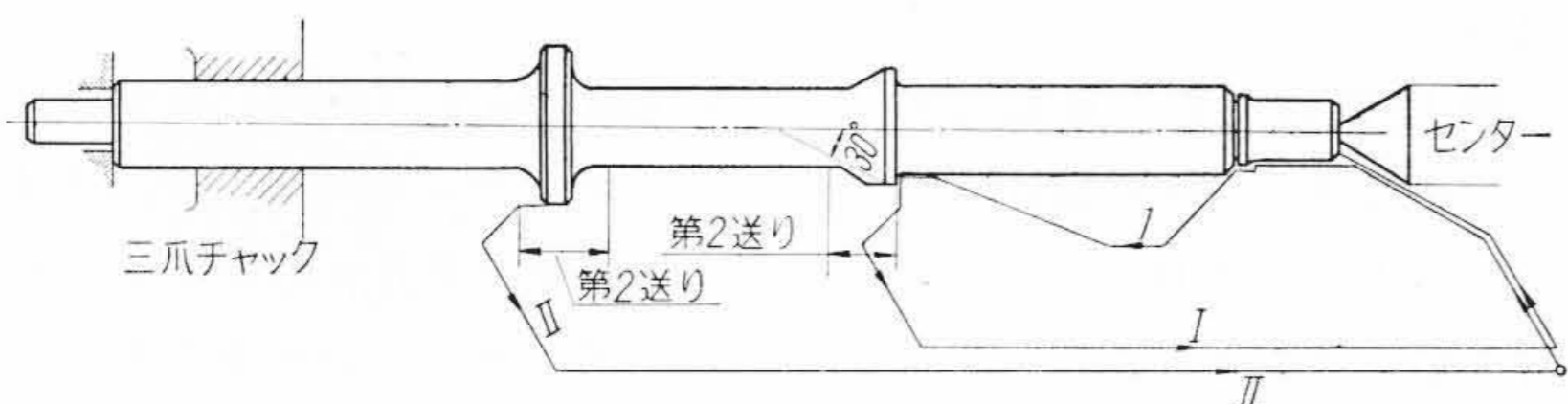
あるならいサイクルが完了し、次のならいサイクルに移る場合は、最初にならい回路の弁が切り換り、続いてテンプレートの位置決めピンが抜け、回路の圧力が高くなってからGシリンダが動作し、テンプレートの回転、ドッグプレートの移動を行う。

2.5 制御盤

前述のように、本機は3サイクルの繰返しならい切削をする自動旋盤に、取付け取はずし装置、加工品貯蔵装置を組合せたものから構成され、使用された電動機、リミットスイッチ、マグネットバルブの数は第1~3表に示すとおりである。本機の制御は完全シーケ



第 12 図 油 圧 系 統 図



ワーク材質: SCM2 鍛造品 硬度: RC 28~32
 主軸回転数: 1,300 rpm 第1送り: 0.4mm/reV
 第2送り: 0.1mm/reV

第 13 図 加 工 図

ンス制御であるが、2, 3の回路について説明する。

(1) 直流制動方式

固定子コイルに直流を流し、電磁的に回転エネルギーを熱エネルギーに変換し制動をする方式で、摩損する部分がないので高ひん度で発停を繰返す場合に有効である。

(2) 繰返しならい切削のプリセレクト

3サイクルの繰返しならい切削まで行えるが、1, 2あるいは3サイクルのどのサイクルを行うか、セレクトスイッチにより選定できるようにした。

(3) リヤスライド起動のプリセレクト

ならい切削が3回まで行えるので、リヤスライドを何回目のならい切削の時に起動させるか選定するもので、休止および第1, 2, 3ならい切削目のどれかを選定できるようになっている。

3. 実 施 例

本機により切削した一例につき説明する。加工品素材は鍛造の細長い軸で、両端切断しセンター穴が明いたものである。この場合加工品は貯蔵装置に約70本貯えられる。この加工は自動ならい旋盤を2台連結して行った。

第1旋盤では軸の約半分を加工すると同時に、第2旋盤の加工を

助けるため、フランジ部分のインフィードと30度下りこう配部の荒加工を行っている。第13図に第2旋盤の加工図および加工順序を示す。加工品のチャッキングは三爪(生爪)により、第1旋盤にて加工した箇所をつかまえている。長手方向の位置決めは、軸端によらず第1旋盤で加工した段付部分を使用している。これは軸端が直角でないと、テールストッククイルで押すと軸が多少曲るのを防ぐためである。第2旋盤のならいサイクルは、加工品の鍛造仕上りがよく、だ肉、偏心が少ないので2回ならいとした。第1回目のならいサイクルは、第2回目のならいサイクルで取しろの多い箇所のみ旋削し、第2回目のならいサイクルは取しろがほとんど均一となった状態で全体を仕上旋削している。第2回目のならいサイクルが終ると、リヤスライドが起動し、スナッピング用のみぞ加工を行う。

実際に当って最も注意しなければならない点は、チップの処理である。本機は無人機として稼動するので、もしチップが加工品に巻付くと自動取付け取はずし装置が完全に作動せず、加工品を落とす危険があり、また次工程で工具を破損するおそれもある。

4. 結 言

本機はシャフト用トランスファマシンの製作経験から生み出された旋盤で、軸物の量産に対して、流れ作業の自動化改善策として注目される多量生産方式である。生産ラインの合理化の一部に本文が参考となれば幸いである。

終りにのぞみ、終始ご指導を賜った新三菱重工業株式会社大江工場伏見謙次郎氏ほか関係各位に深甚の謝意を表する次第である。

参 考 文 献

- (1) 川船: インデペンデントユニットシステムによるSRM形シャフトマシンについて 日立評論 41, 12号 (昭 35)
- (2) 花岡: 量産工場におけるトランスファマシンの利用 機械の研究 9, 1 (1957)