

# 電気倣いロール旋盤

## Electric Tracer Control Roll Lathe

橋本三男\*  
Mitsuo Hashimoto

### 内容梗概

工作機械の倣い装置としては、油圧式一次元倣い方式が最も多く使用されているが、最近電気接点-電磁クラッチ方式、電子管-電磁クラッチ方式、電子管-電磁油圧方式、そのほかの方式によるものも次第に増加してきている。

本機はこの新傾向に対処して計画設計された電気接点-電磁クラッチ方式の二次元倣いロール旋盤で、双物台送りにウォームラックを使用するなど多くの技術的問題を解決して製作せられ、操作性、加工精度などにすぐれた性能を発揮することができた。

### 〔I〕 緒言

従来数多くの倣い切削方式が考案せられ、順次実用に供されつつあるが、わが国においては油圧式一次元倣い方式がその大部分を占めている。

日立製作所川崎工場においても戦後いちはやくその試作に着手し、現在まで普通旋盤、堅旋盤、平削盤、そのほかの各種工作機械用油圧式倣い装置の製作を行ってきたが、これはその構造、操作が比較的簡単で従来の汎用工作機械に容易に取り付けることができ、しかも精度が高いためである。しかしながら、ロール旋盤のように高度の重荷重切削を行う場合には、油圧シリンダーの寸法、位置、方向などについて双物台の構造設計上種々困難な問題に当面する。さらに加工物の反転取付作業はその重量が大なるためできるかぎり避けるべきであり、このためにはダブルシリンダー方式あるいは二次元倣い方式を採用しなければならない。したがって双物台の強度はますます低下し全体の重量は増大して著しく不利な状態に置かれることになる。

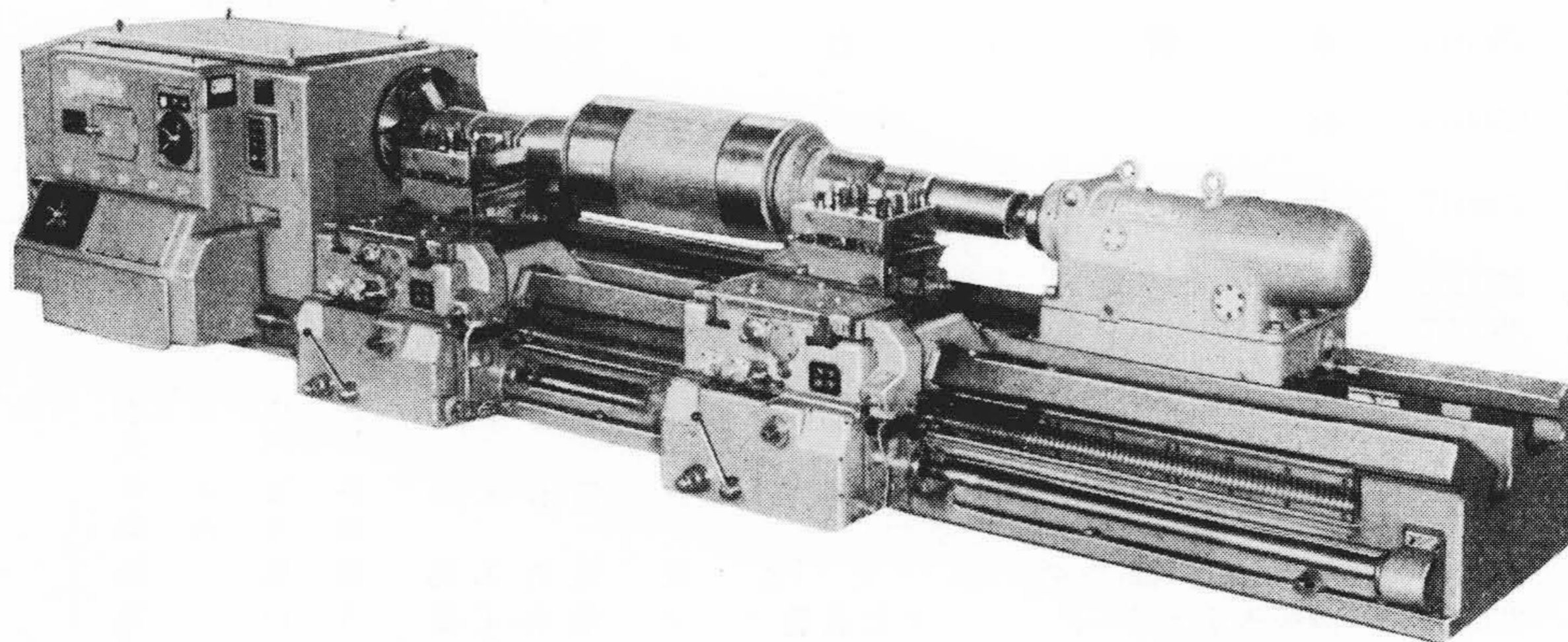
これらの問題を解決するために倣い送り運動を電磁ク

ラッチにより駆動されるネジ軸により行うこととし、電気接点式検出装置にてこの電磁クラッチを制御する方式、すなわち電気接点-電磁クラッチ方式による二次元倣いロール旋盤の設計製作を行い、切削性能、倣い精度、操作性などに所期の成果を得ることができた。

ここにその内容を紹介し大方の参考に供する次第である。

### 〔II〕 仕様

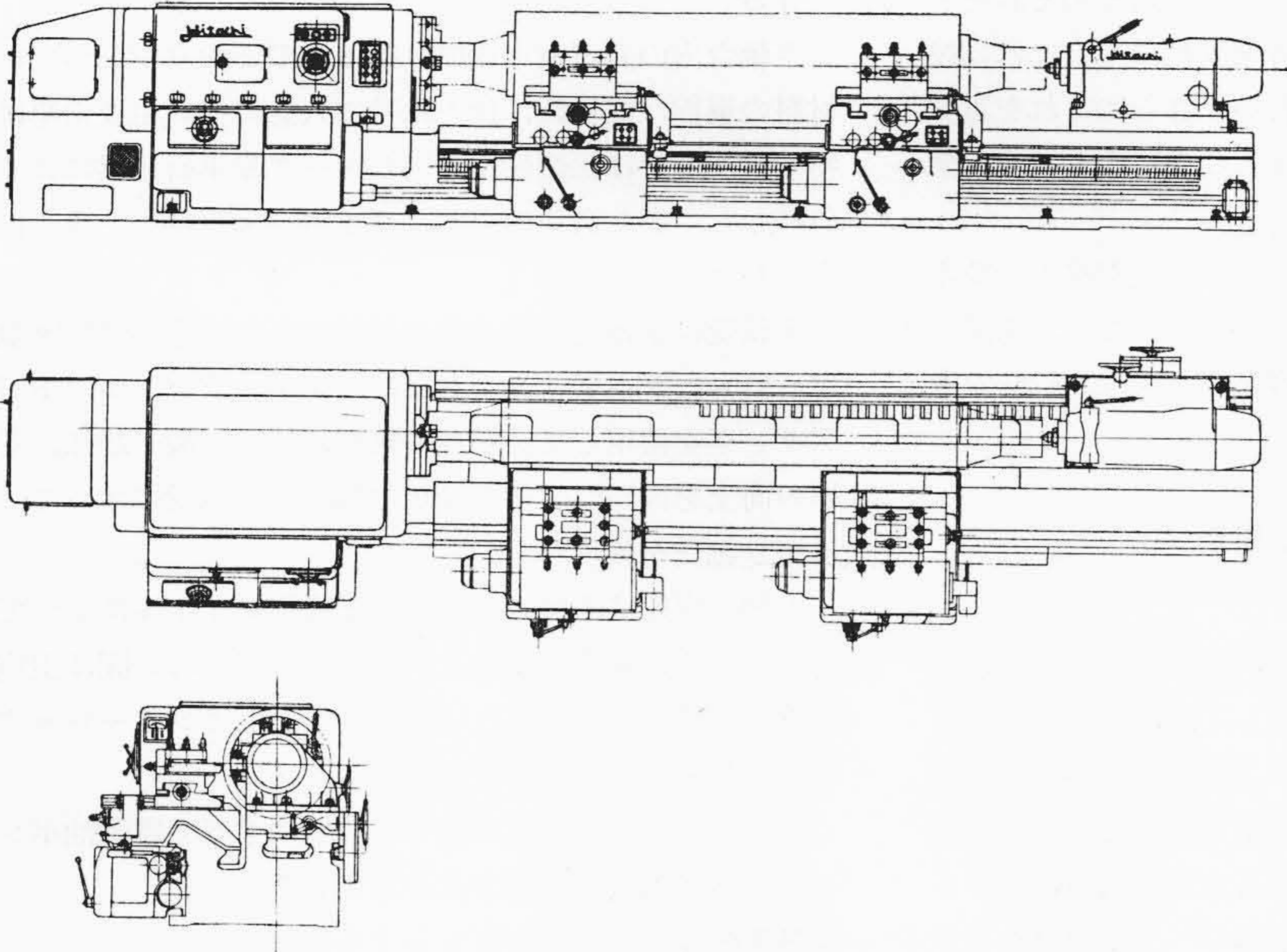
中心高さ.....	450 mm
加工しうるロールの最大直径.....	710 mm
加工しうるロールの最大長さ.....	4,000 mm
加工しうるロールの最大重量.....	7,500 kg
チャックのつかみうる最大直径.....	400 mm
チャックのつかみうる最小直径.....	120 mm
主軸端最大トルク.....	2,000 m·kg
センターの大きさ.....	モールス No. 6
主軸回転数 (12変換).....	2~100 rpm
双物台左右送り (12変換).....	0.2~5 mm



第1図 本機の外觀 (その1)

\* 日立製作所川崎工場





第2図 本機の外観(その2)

双物台前後送り (36変換).....	0.025~2.5 mm
双物台左右早送り.....	2.200 mm/min
双物台倣い方式.....	電気接点—電磁クラッチ方式
双物台の倣いする段差.....	140 mm
主電動機.....	A C 30 HP
双物台早送り電動機.....	A C 3 HP
所要床面積.....	8,100×1,900 mm <sup>2</sup>
重 量.....	22,000 kg

第1, 2図にその外観を示す。

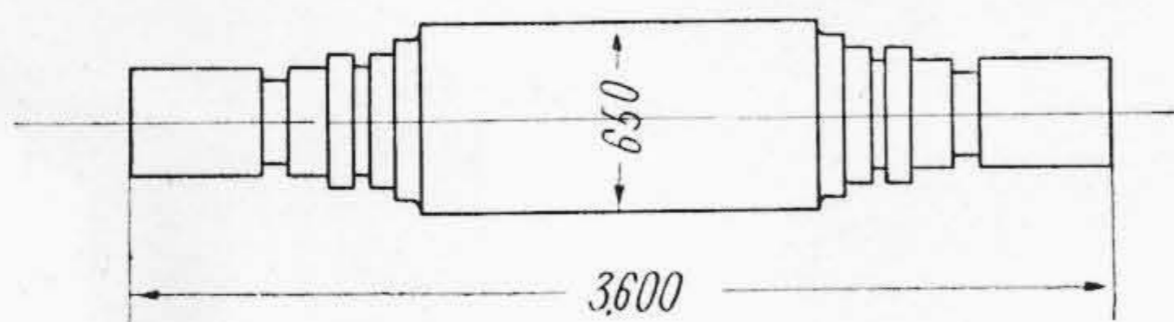
〔III〕 仕様の決定

(1) 加工ロールの最大寸法

本機は中型圧延ロールの旋削加工, 特にその頸部の倣い切削を主たる目的とした機械であるので, 加工しうるロールの最大寸法を直径 710 mm, 長さ 4,000 mm と定めた。第3図はその代表例である。

(2) 主軸端最大トルク

本機にて切削するロールは通常胴部硬度ショア75度以上, 頸部硬度ショア45度以上であるが, 最近の超硬工具の発達および双物台の倣い送りがネジ軸によつて与えられることを考慮して, 双物台一台について最大 3,500kg



第3図 加工ロールの一例

程度の切削荷重をかけるものとし, 主軸の出しうる最大トルクを 2,000 m-kg と決定した。

(3) 主軸回転数について

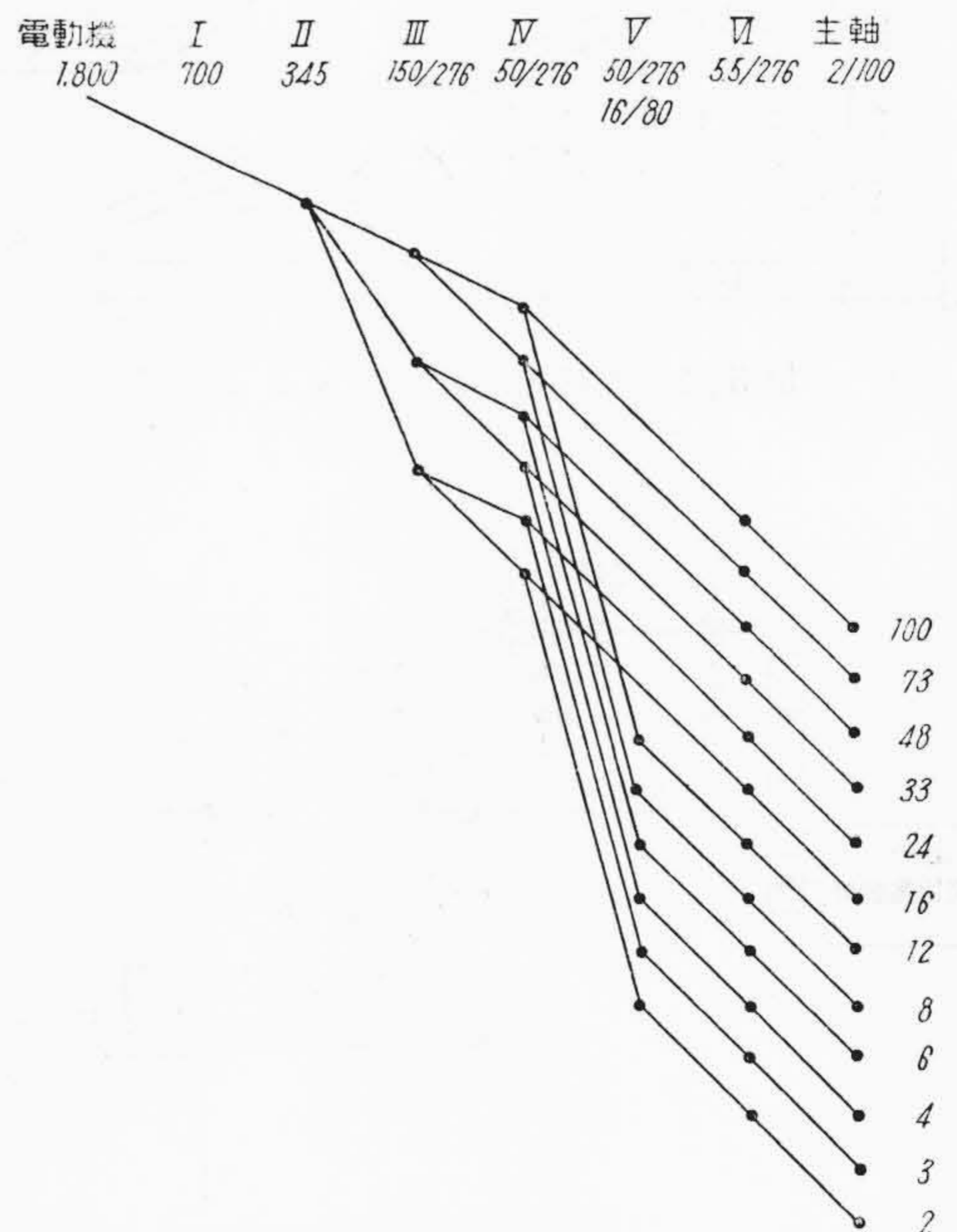
本機にて切削するロールの直径は通常 710~150mm の間にあるのでこれらの寸法のものに対して, 最低 5 m/min 最高 40 m/min 程度の切削速度が得られるよう考慮して主軸回転数を 2~100 rpm とした。

第4図は主軸回転数ゲルマール線図である。

(4) 双物台の送り方式について

従来旋盤の双物台の左右送りにはラック, ピニオン

によるもの, あるいはネジ, ナットによる方式が多く用いられているが, それぞれ一長一短があり本機のように重荷重低速度で倣い切削を行わせるものにはいずれも適当なものとはいうことができない。このためわが国においては初めての試みであるウォームラック (ネジラック) の方式を採用しその製作に成功した。



第4図 主軸回転数ゲルマール線図



また、双物台内部に前後送り用、左右送り用それぞれ二個の電磁クラッチを装備し、普通切削の場合には切換スイッチにて送り方向の選択を行い、さらにこれを電気接点式検出装置を用い自動制御することにより二次元倣い送りを行うことにした。

このようにして倣い装置自体を動力伝達機構の一要素として双物台内部に組み込むことができたため、構造は簡単になり取り扱いもきわめて容易にすることができた。

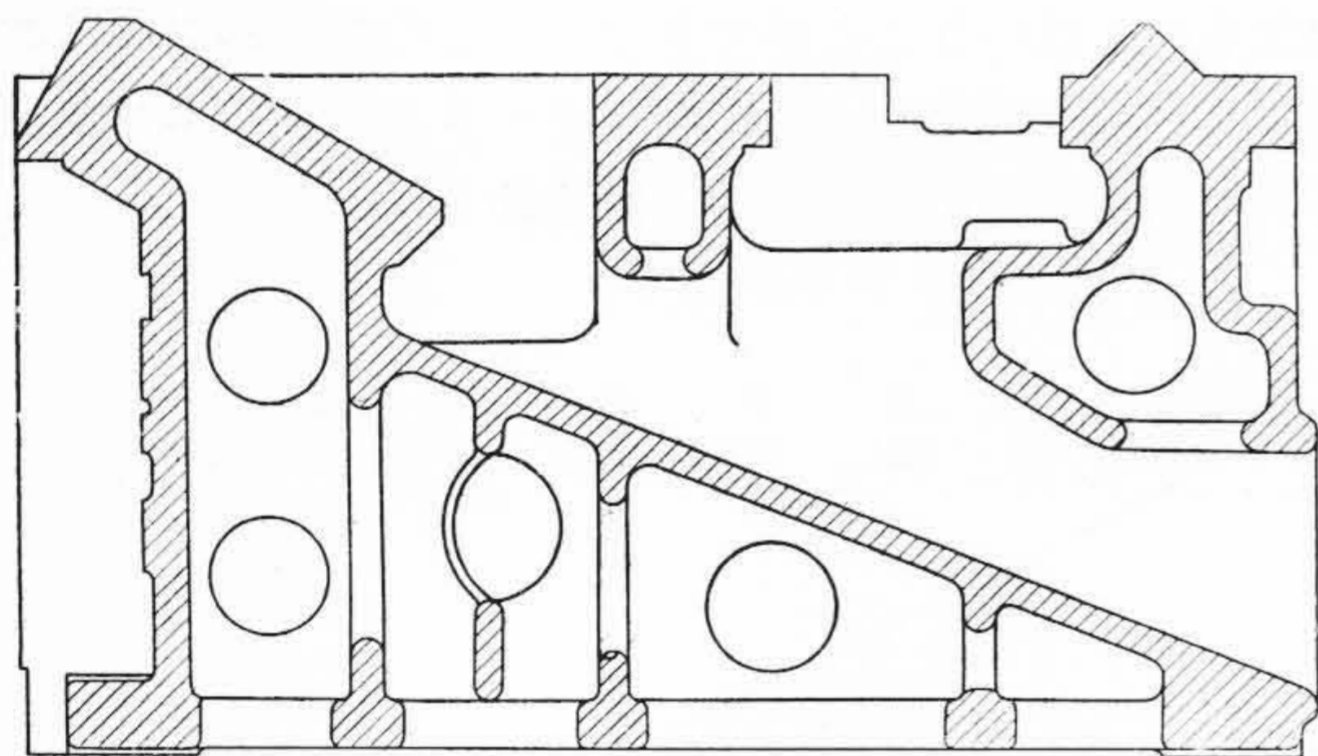
〔IV〕 各部の構造

(1) ベッド

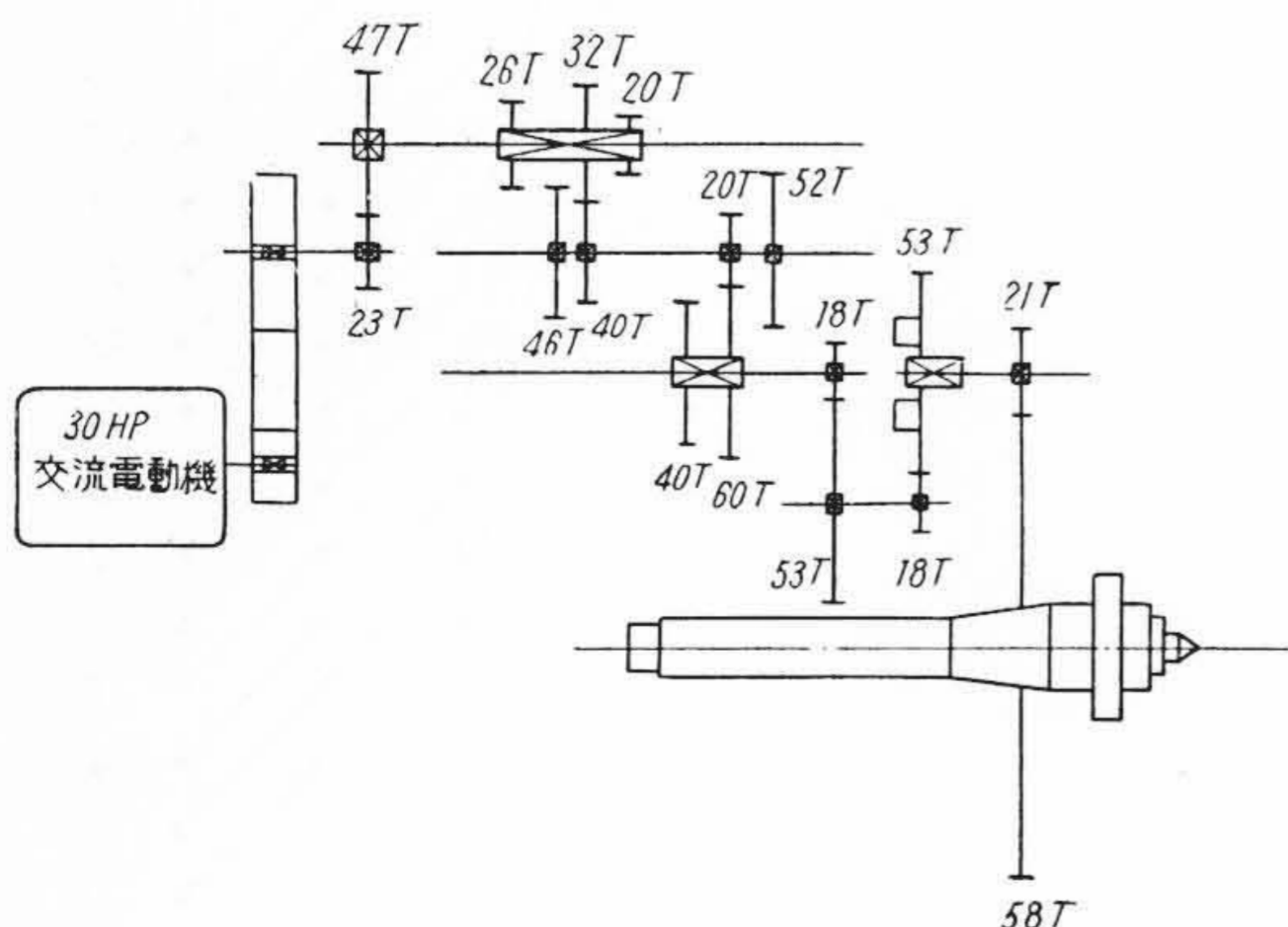
ロール旋盤のように重切削機械においてはベッドは切削時の振動をできるかぎり抑制し、曲げ振りに対して十分な強度をもたせるため一般に上面閉鎖箱型構造とする。本機はさきに製作発表した大型ロール旋盤<sup>(1)</sup>の経験を基礎とし、さらに改良を加えた日立製作所独特のベッド断面形状を使用した第5図に本機のベッドセクションを示す。

(2) 主軸台

主軸は 30 HP 交流電動機にて駆動され、油圧変速装置により 2~100 rpm の間を 12 段階に変速することが



第5図 本機のベッドセクション



第6図 主軸台変速歯車機構

できる。

主軸台内の変速歯車機構は第6図のとおりであつて、材料の選択、熱処理、仕上は特に入念に行い主要歯車は特殊鋼あるいは肌焼軸を使用しマージ歯車研削盤により研磨した。また高速歯車および主軸面歯車はヘリカル歯車とした。

主軸受は平軸受とするのが普通であるが本機は精密級テーパローラベアリングおよびアンギュラコンタクトベアリングを使用して高精度の維持、焼付事故の絶無、効率の向上を図つた。そのほか主軸台内の軸受はすべてころがり軸受を使用した。

主軸の変速は主軸台正面の油圧操作ダイヤルによつて行うが、変速歯車の切換えが完全に終了しない間は主電動機の連続運転ができないように電氣的インターロックを使用し歯車の損傷事故を防止した。

主軸台内の軸受、歯車などの潤滑はすべて電動油ポンプによる自動循環給油方式としている。

第7図は主軸台操作部を示すものである。

(3) 送り歯車箱

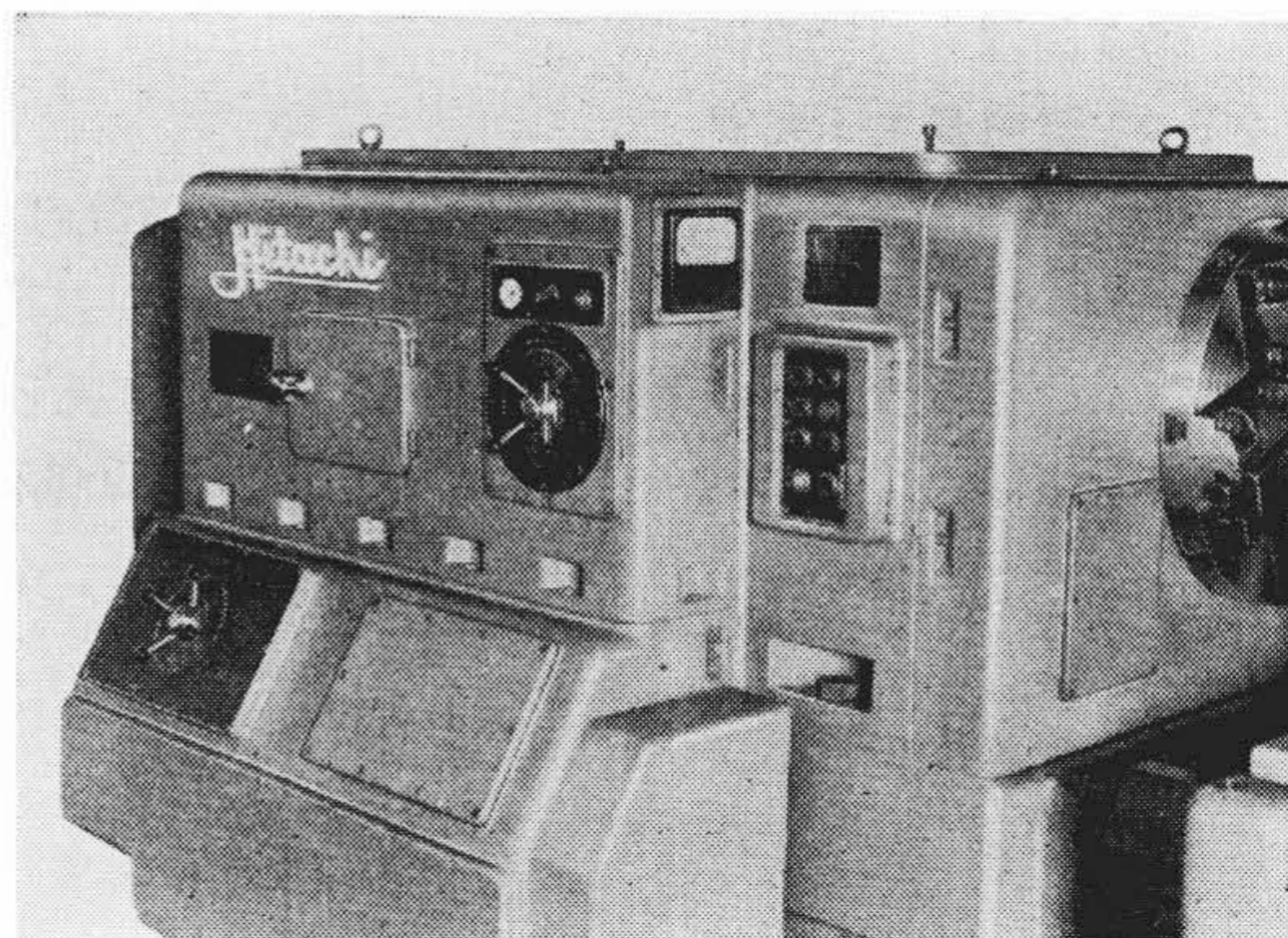
送りは主軸面歯車駆動用ピニオン軸よりサイレントチェーンおよび中間歯車を経て主軸台下方の送り歯車箱に伝達される。ここにおいて4組の変速歯車によつて12段階の速度変換が行われ双物台送り軸へさらに伝達される。

送り用歯車はすべて特殊鋼を焼入して使用し、強大な送り力に耐えうるよう考慮した。

送りの変速は送り歯車箱上面の油圧操作ダイヤルによつて簡単に行うことができる。

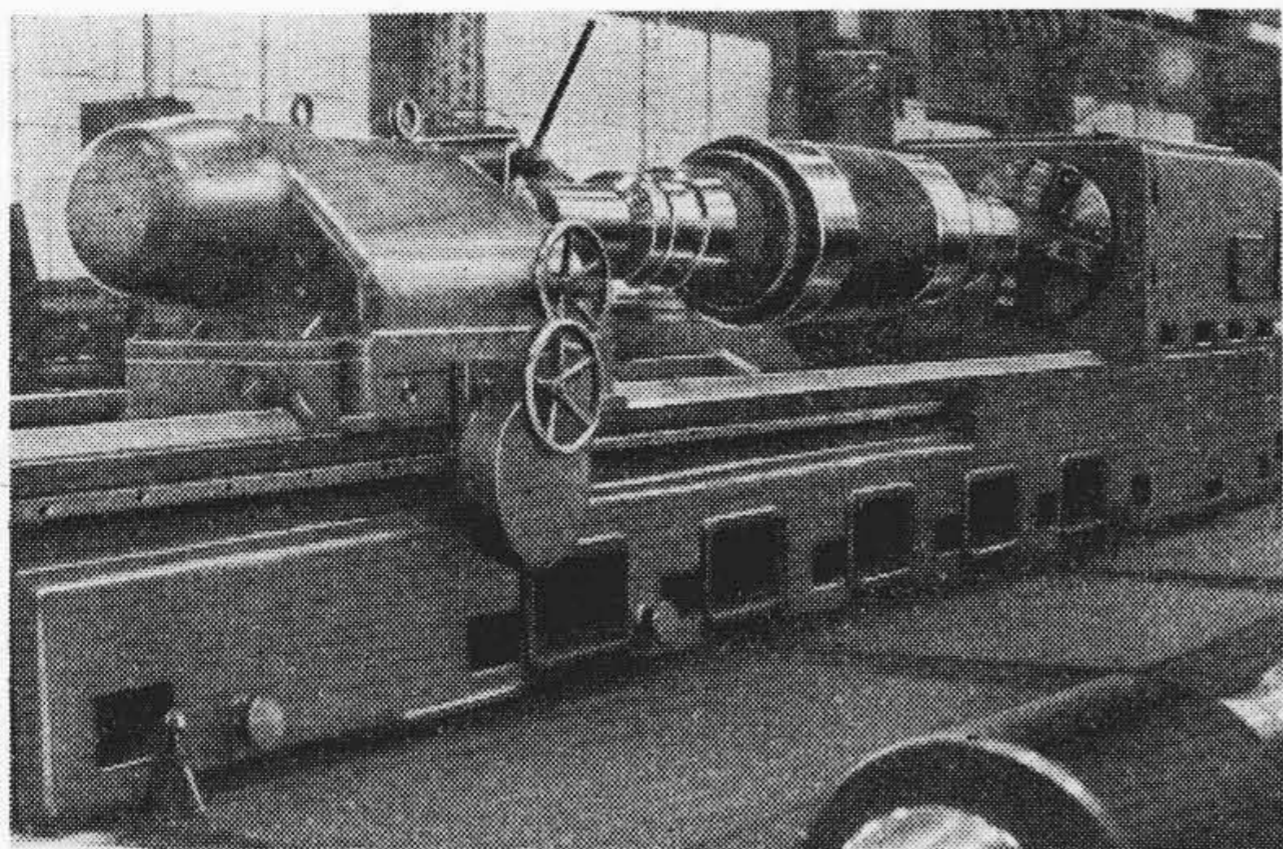
(4) 心押台

心押台は主軸台と同様に切削抵抗に対する反力とロールの重力との合成力と、軸方向推力とを受けるのでこれらに対して安定した形状と十分なる強度をもたせなければならない。このため本機的心押台は大なる長さもつた箱型構造とし、心押軸の直径をゆるされうるかぎり太くし、さらに表面を高周波焼入処理して摩耗の減少

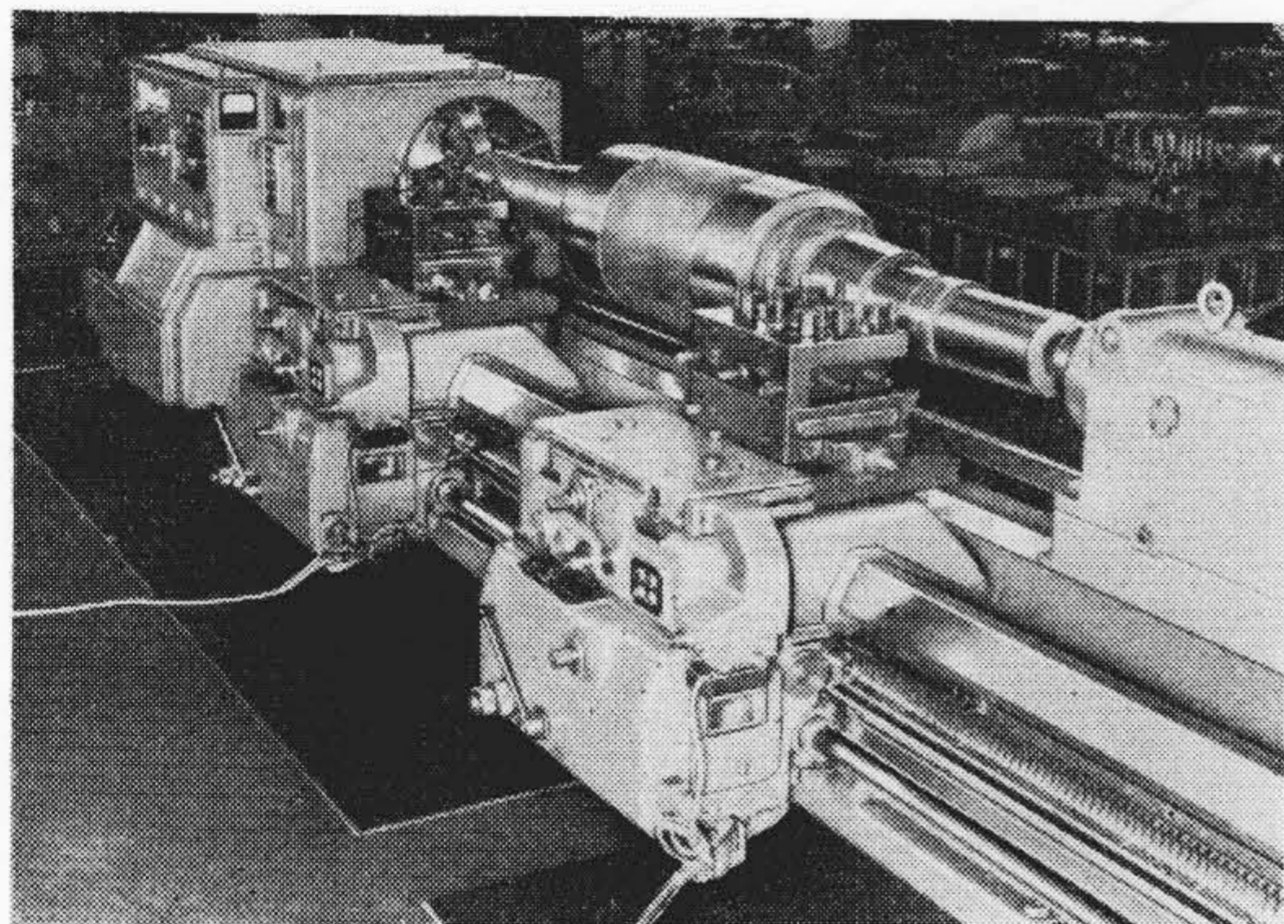


第7図 主軸台操作部





第8図 後部より見た本機



第9図 双物台の外観

を図つた。

心押軸センターは精密級ダブルシンドリカルローラベアリング、スラストボールベアリングおよびアンギュラコンタクトベアリングによつて支持された回転センター方式とし、センターの摩耗、精度の低下防止を図つた。

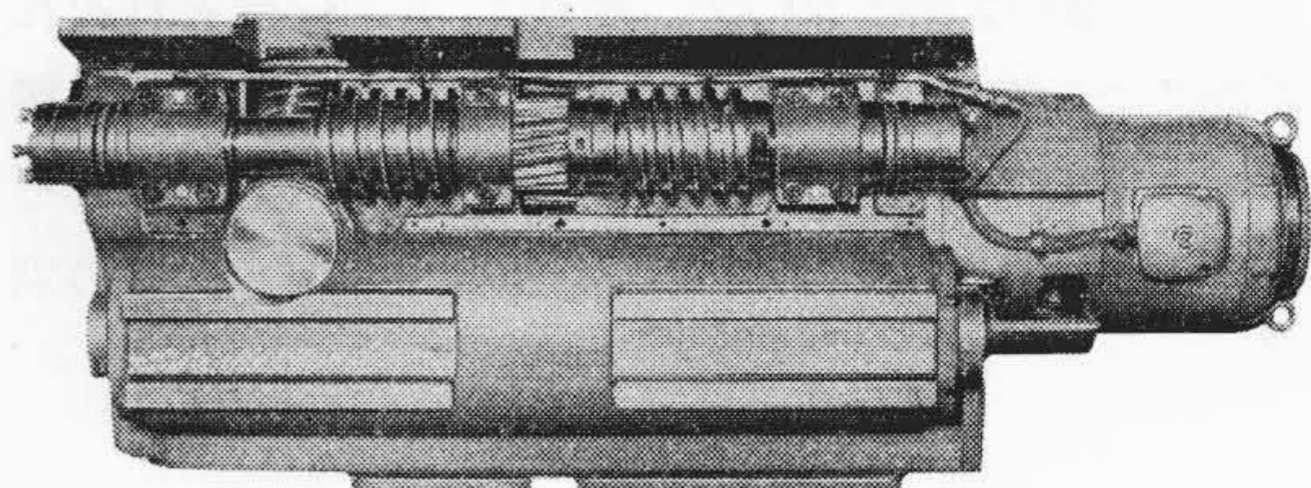
心押台全体の移動、クランプ、双止め操作、心押軸の操作などはすべて心押台裏側において行うことができる。第8図に心押台を示す。

(5) 双物台

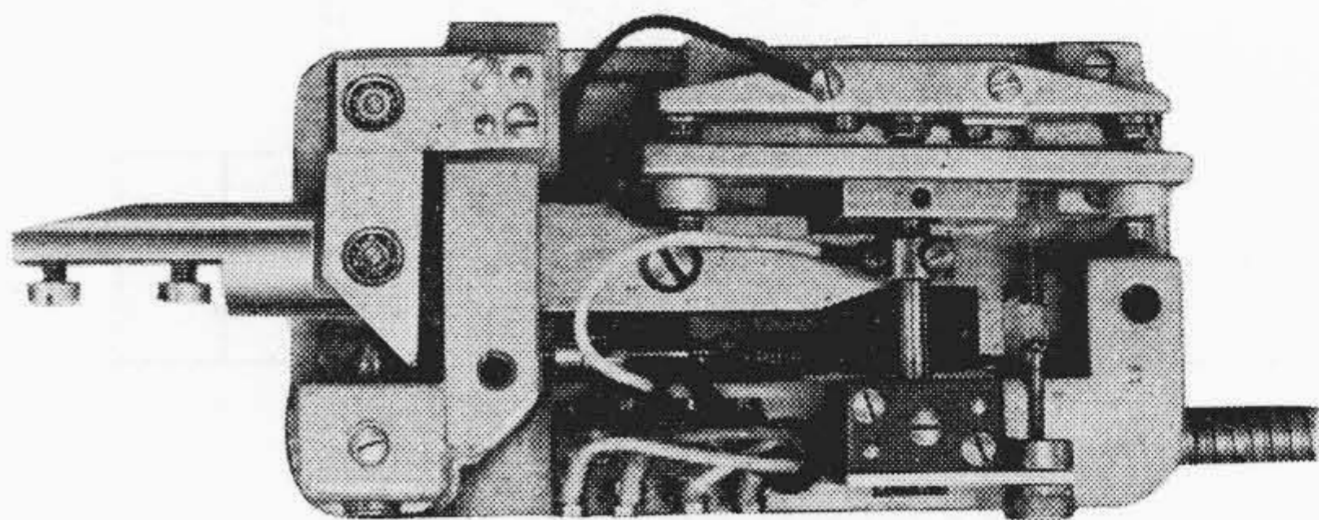
双物台は同形のを2台備え、それぞれ普通切削倣い切削を任意に行うことができる。またいづれの双物台においても主軸の起動、停止、正寸、逆寸の操作ができるようになっている。

双物台内には二組の電磁クラッチが装備され、前後方向および左右方向の送り切換えに使用するとともに、これを電気接点式検出装置によつて制御し二次元倣い切削を行うことができる。これらの倣い装置部品はいづれもオーストリア国“ハイド社”<sup>(2)</sup>の製品を使用した。

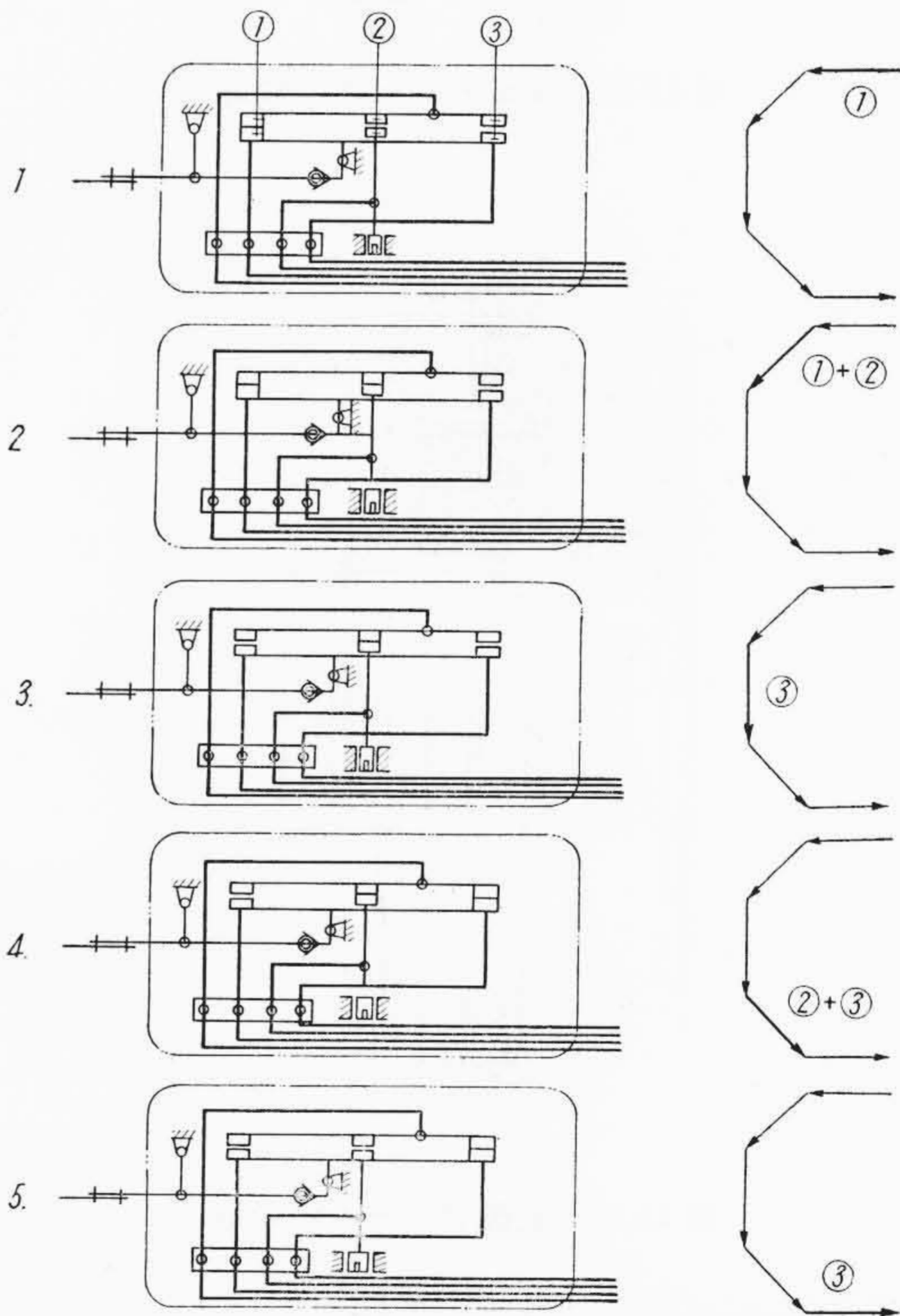
双物台の前後送りは背隙除去装置付のスクリュウにより、また左右送りは背隙除去装置付のウォームラックにより行い加工精度の向上を図つた。



第10図 駆動用 ウォーム



第11図 電気接点式検出器



第12図 電気接点式検出器の動作原理

第9、10図は双物台の外観および駆動用ウォームである。

(6) 倣い機構

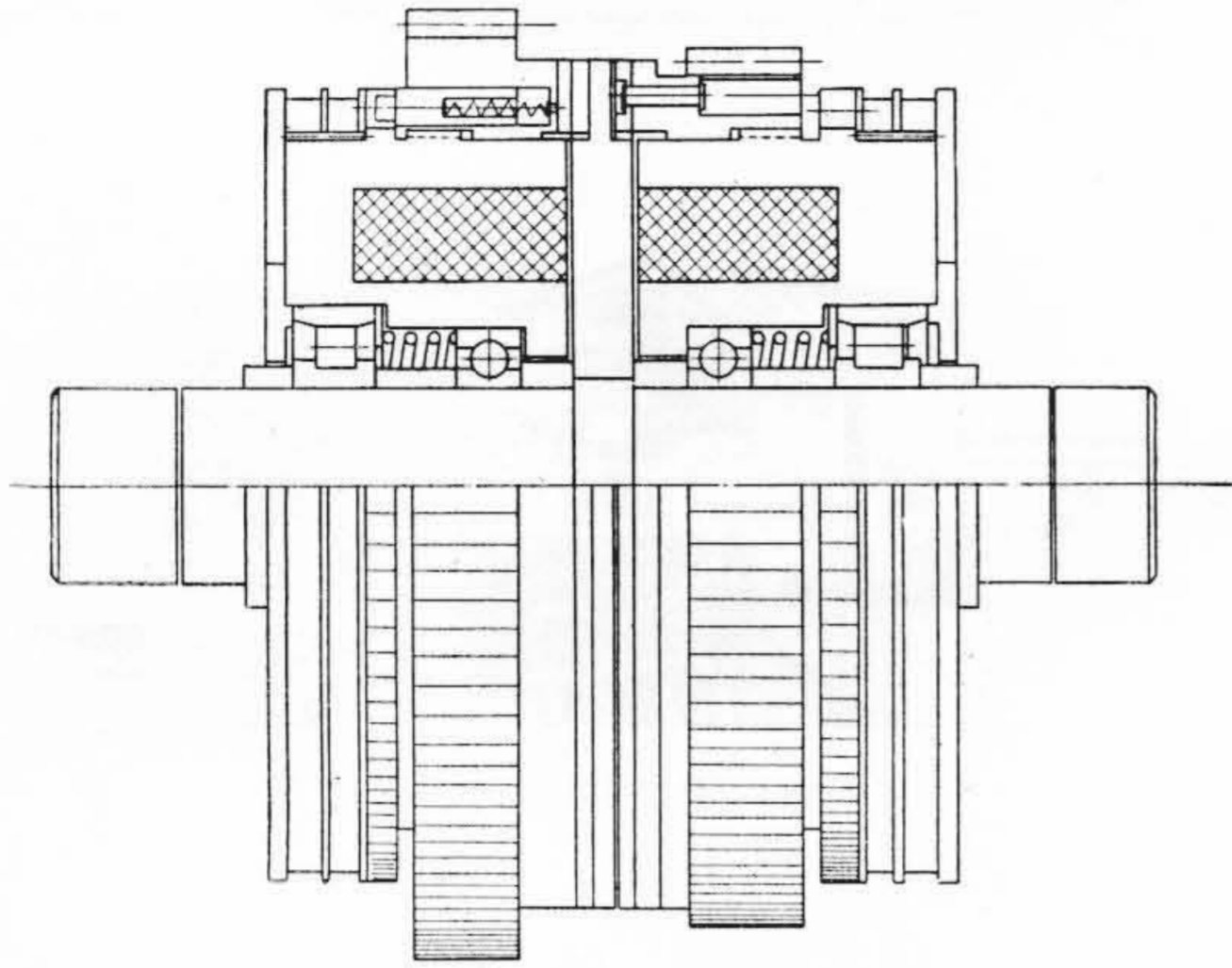
本機の倣い装置は前述のように電気接点式検出装置と電磁クラッチおよび電磁ブレーキとからなつているが、その構造、動作原理は第11~14図に示すとおりである。



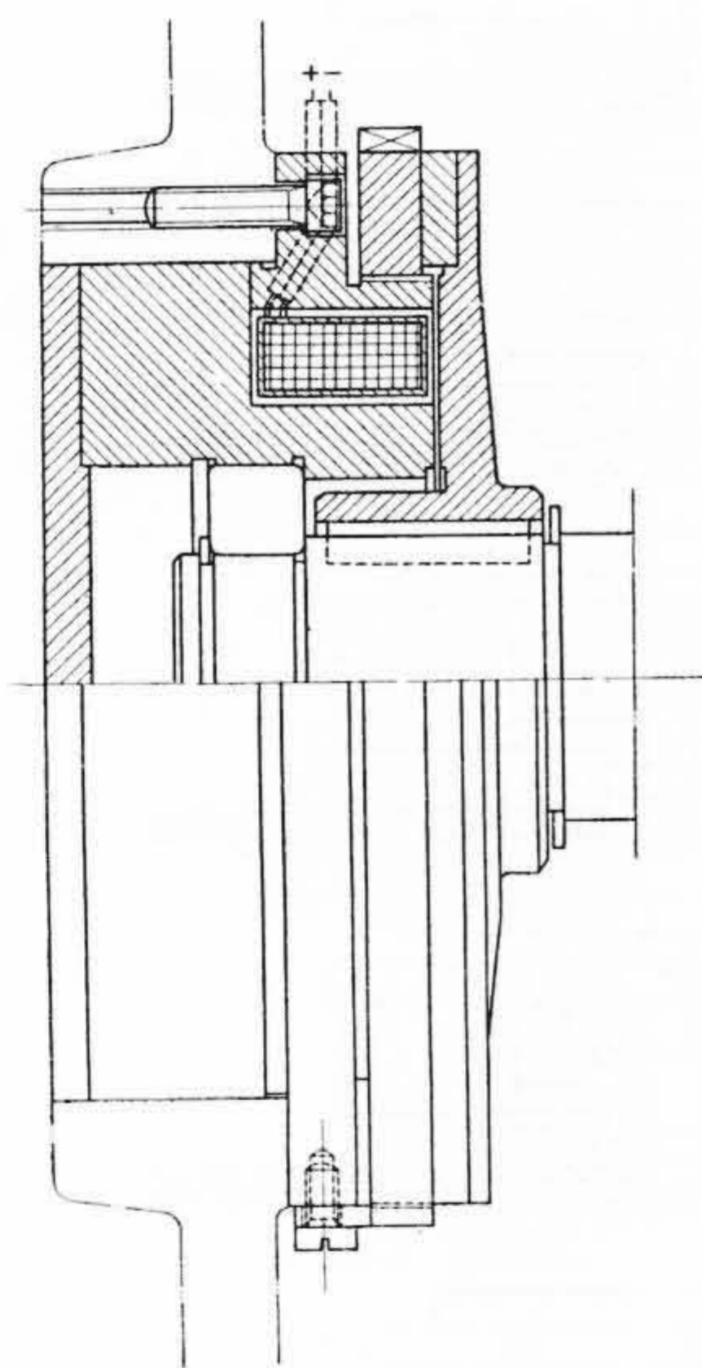
すなわち第 12 図において、接点 1, 2, 3, はそれぞれ“前進”“左右”“後退”用電磁クラッチに対応し、接触子の前後方向および左右方向への変位に対してそれぞれの接点が開閉し電磁クラッチを制御する（左、右の別

はあらかじめ送り選択スイッチにより選択しておく）。

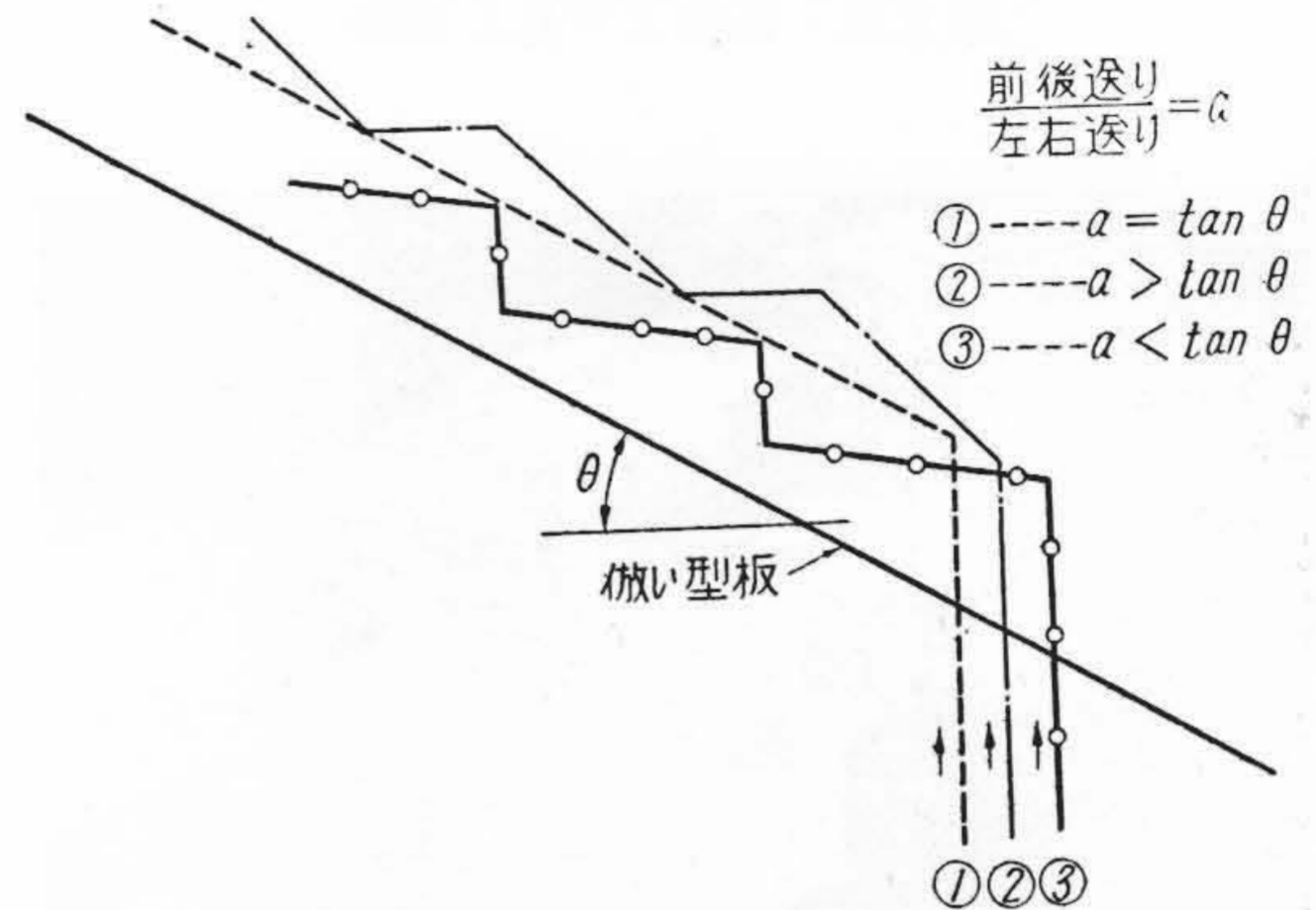
したがって双物台は二次元倣い運動を行うので従来の油圧シリンダによる一次元倣い方式のようにシリンダ取付角度に起因する死角は存在せず直角段部の倣い切削も可能になるのである。電磁ブレーキは電磁クラッチと同一軸に取り付けられていて、倣い運動を行う部分の慣性力を減少せしめ倣い精度を向上する目的に使用されている。また、接点 1, 2 あるいは 2, 3 がそれぞれ同時に接触したときは双物台には長手方向と前後方向との



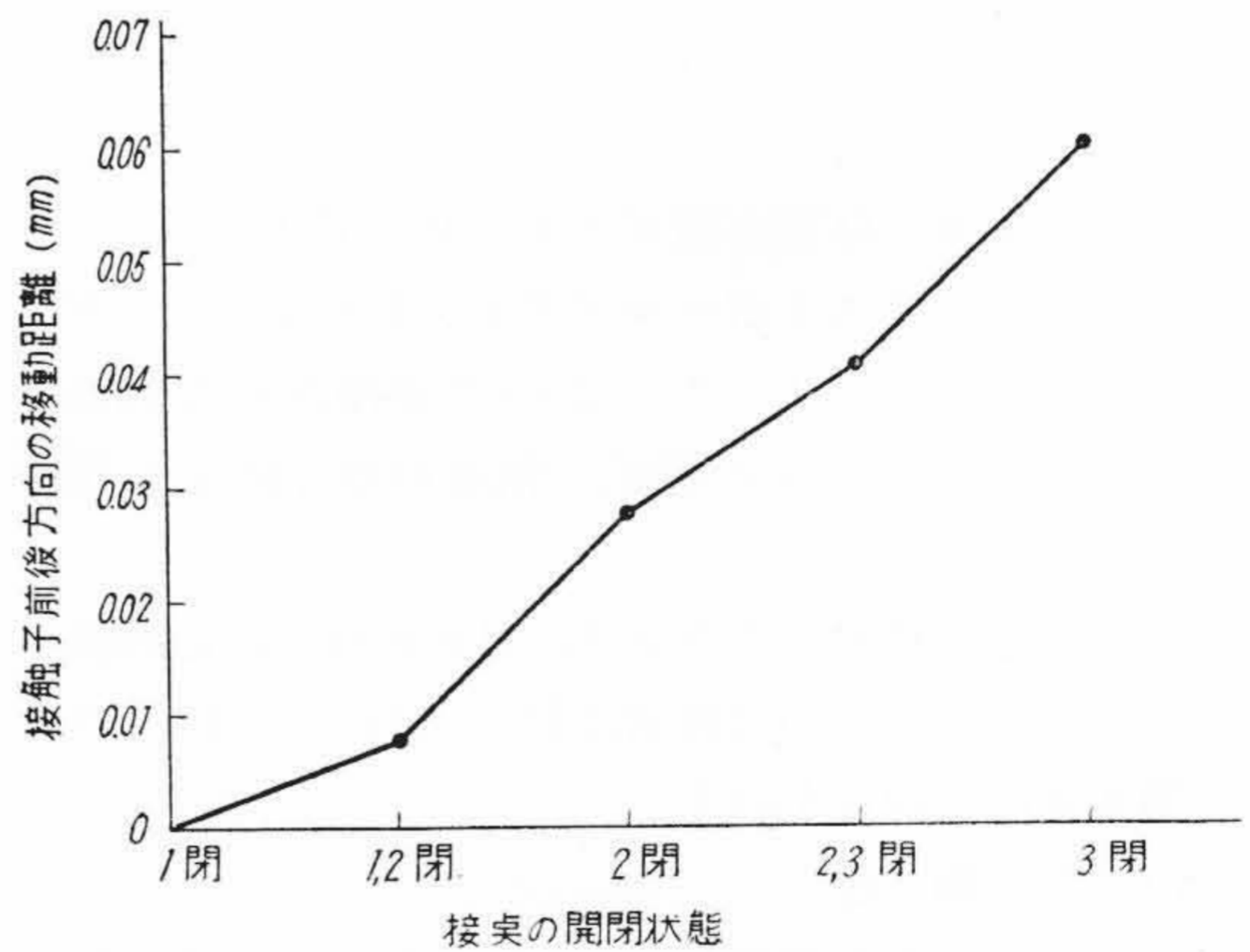
第 13 図 電磁クラッチの構造



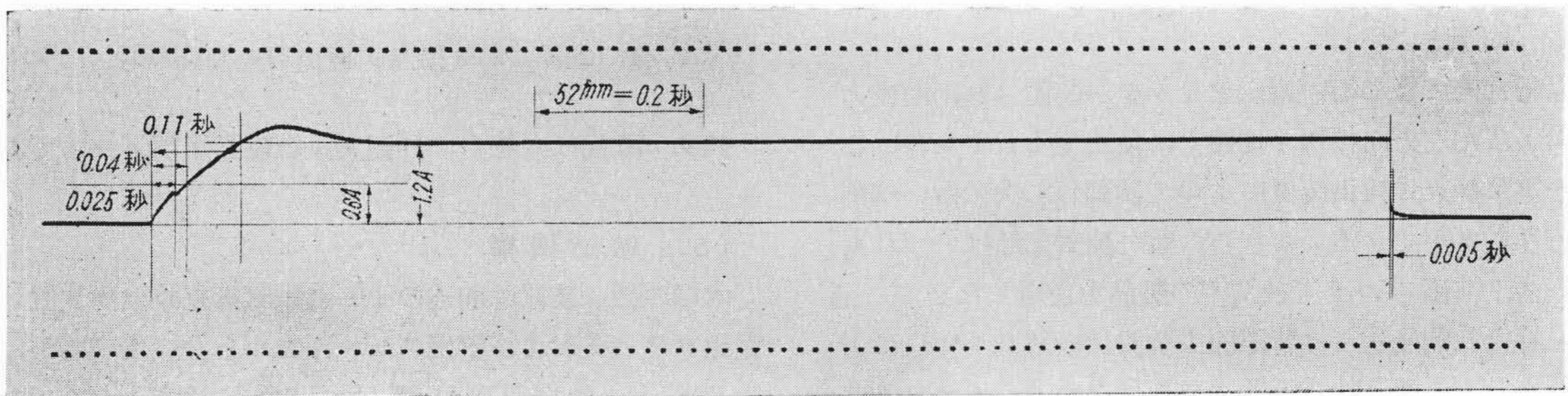
第 14 図 電磁ブレーキの構造



第 15 図 型板勾配と送り比の関係



第 16 図 検出器の検出精度



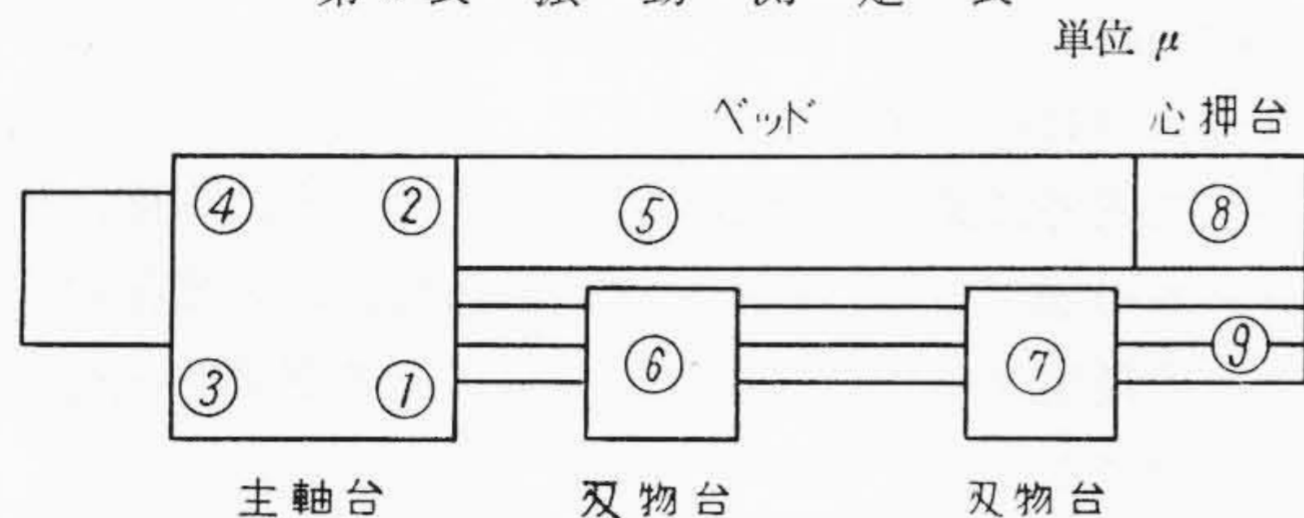
第 17 図 電磁クラッチの励磁電流特性



第1表 静的精度検査表 (単位 mm)

No.	検査事項	許容差	測定値
1	ベッドの真直度 (縦方向)	1,000について0.04	ベッド全長で0.03
2	ベッドの真直度 (横方向)	1,000について0.05	1,000について0.04
3	ベッドの平行度	1,000について0.04	1,000について0.015
4	主軸孔の振れ (口元で)	0.02	0.01
5	主軸孔の振れ (300 で)	0.03	0.025
6	主軸センタの振れ	0.03	0.015
7	主軸台と心押台の両心高の差	0.05	0.01

第2表 振動測定表



No.	測定箇所	左右振幅	前後振幅	上下振幅
1	主軸台	5.4	8.1	5.4
2	主軸台	5.4	5.4	5.4
3	主軸台	5.4	6.7	2.7
4	主軸台	4.0	5.4	2.7
5	ベ ッ ド	5.4	5.4	5.4
6	双物台	2.7	2.7	5.4
7	双物台	2.7	2.7	5.4
8	心押台	2.7	2.7	5.4
9	ベ ッ ド	2.7	2.7	2.7

注: 主軸100 rpm.

送りが同時にかかるので双物は合成方向に送られる。したがって、単純な勾配切削の場合前後送りと長手送りとの比をその勾配に等しくすれば、切削時間は最短になり、かつ加工精度は最良となる。このため本機は双物台に送り比を1/2, 1/4, 1/8の三種に変換できるような変速歯車を取り付け、これによつて適当な送り比を選択することにした。第15図は勾配と送り比との関係を示すものである。

倣い精度は検出器の検出精度、電磁クラッチの時定数倣い動作部分の慣性および本機全体の機械的精度によつて左右されるのであるが検出器の精度ならびに電磁クラッチの励磁電流特性は第16, 17図のとおりである。

〔V〕 性 能

(1) 静的精度

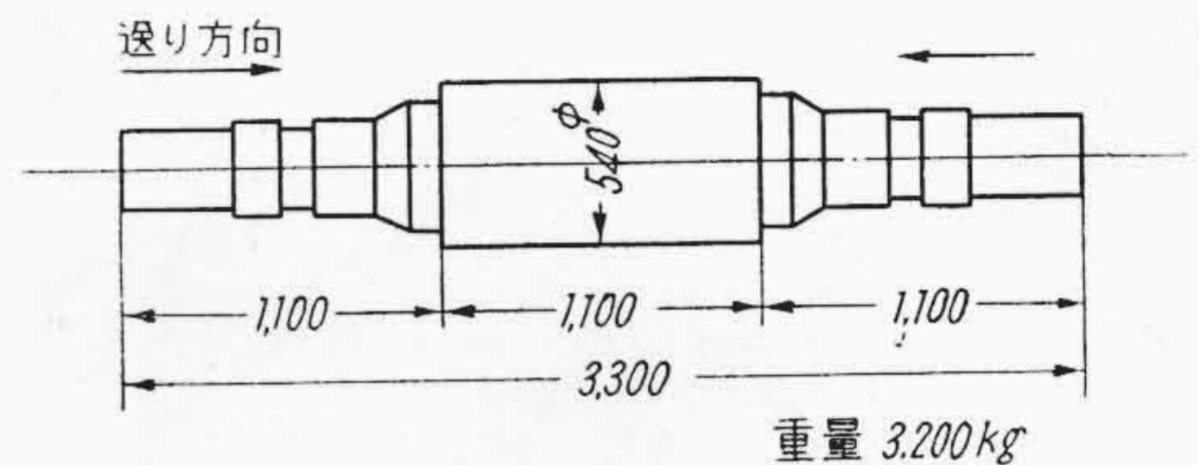
ロール旋盤においてはベッド案内面精度と主軸回転精度が最も重要なものである。そのためJIS精度規格を基礎にし、さらにこれらの特質を加味した検査規格を作成しこれによつて精度検査を行った。

第3表 種々の切削条件における結果

No.	ロールの硬度 (シヨアー)	切込 (mm)	送り (mm)	切削速度 (m/min)	消費電力 (kW)
1	85	3	1.1	6.8	5.5
2	85	4	1.1	6.8	5.9
3	45	15	0.8	35.5	18
4	45	15	1.1	35.5	21

第4表 加工品精度

単位 mm



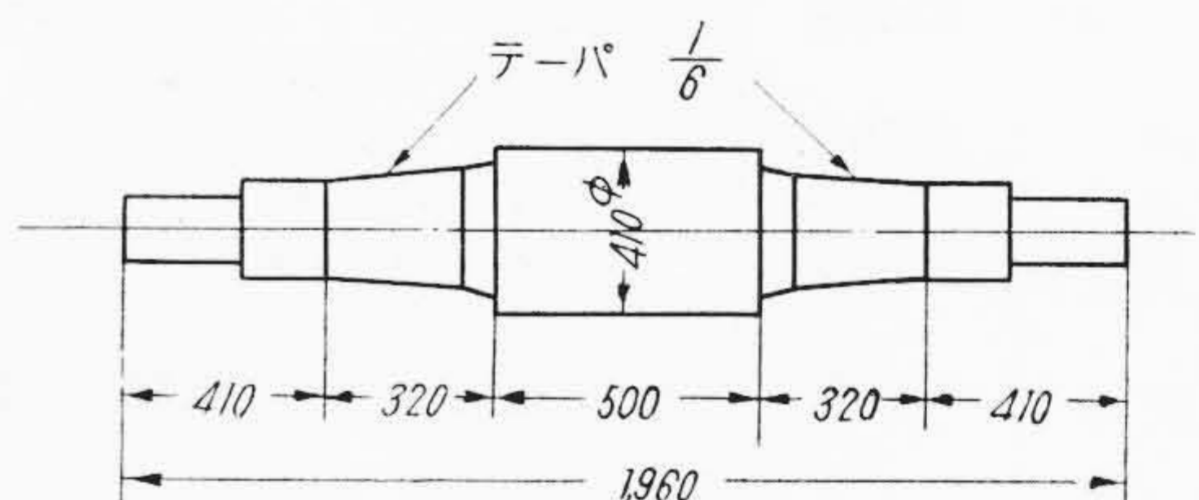
切 削 条 件

仕 上 個 作	頸 部
切 削 速 度	24 m/min
切 込	1 mm
送 り	1.2 mm

加 工 精 度

	公 差	実 測 値
真 円 度	0.03	0.01
円 筒 度	300につき0.05	0.01

第5表 倣い加工精度



No.	使用双物台	切削速度 (m/min)	送り (mm)	切込 (mm)	倣い精度 (mm) (1/6テーパ部)
1	左	25	0.7	15	0.07
2	左	25	0.7	2	0.06
3	右	25	0.5	2	0.06

注: 接点間隔, ②=0.07 ③=0.6

第1表はその一部を示す。

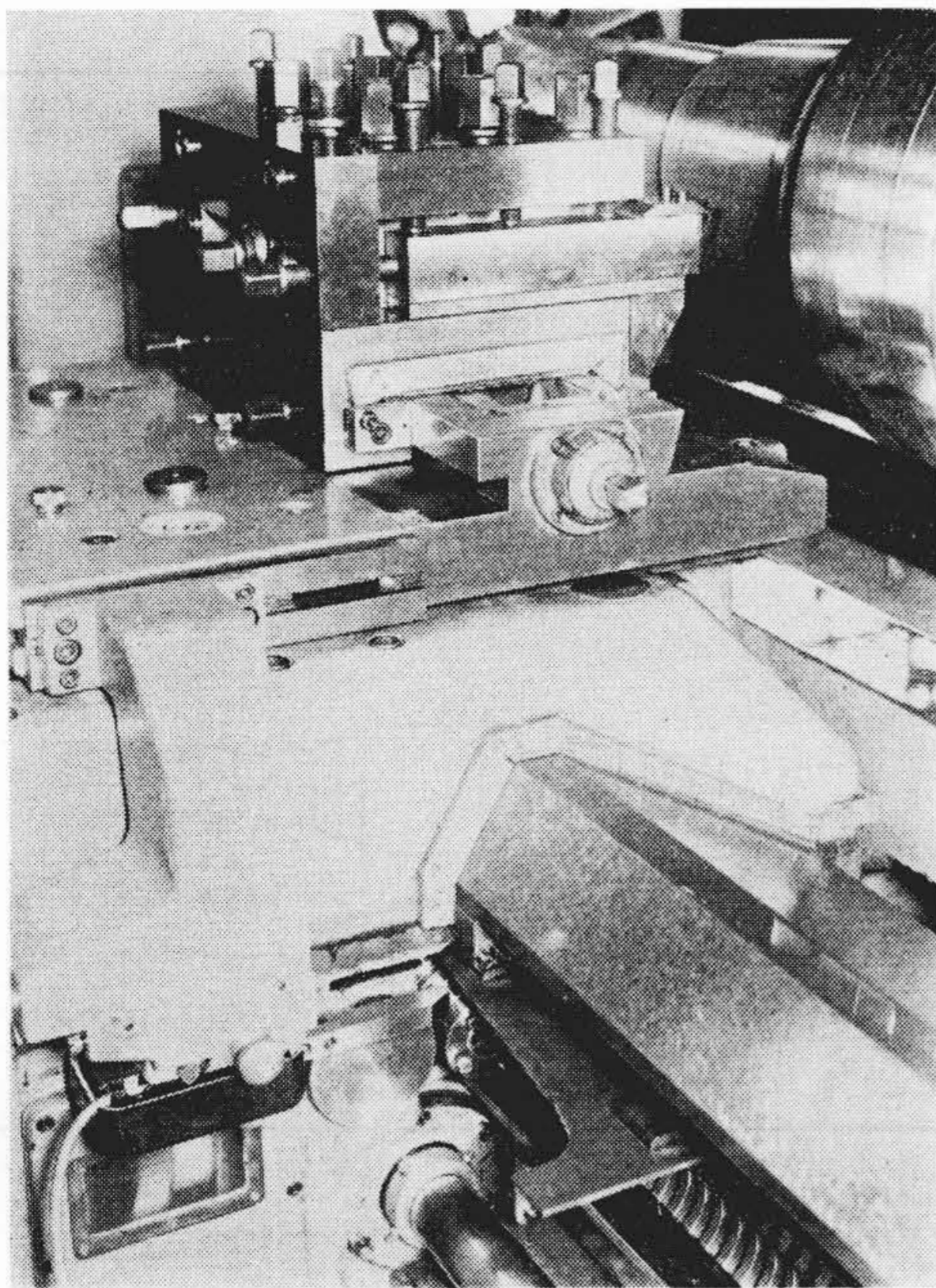
(2) 振動測定

最高主軸回転数をもつて無負荷運転した場合の機械各部における振動は第2表のとおりであった。

(3) 切削試験

切削試験は種々の切削条件について行つたが、その試験結果の一部をあげれば第3表のとおりである。





第18図 倣い装置の外観

(4) 加工品精度

真円度, 円筒度について測定の結果は第4表のとおりであつた。

(5) 倣い精度

倣い切削は各種の形状について行つたがその一例は第5表のとおりであつた。

倣い型板, 検出器, 刃物の関係を第18図にて示す。

[VI] 結 言

以上本機の仕様, 各部の構造, 性能などについて述べたが, 結論として設計製作上各部に試みた新しい機構はそれぞれの目的を果すことができ, 最新型倣いロール旋盤として内外に誇るにたるものができた。また本機は単にロールの加工のみに止まらず一般段付軸, 勾配軸の切削に広く使用することにより, さらにその真価を発揮できるものであることを信ずる次第である。

参 考 文 献

- (1) 日立評論 38, 9 P 67~74
- (2) Maschinenfabrik Heid A. G.

特 許 と 新 案

最近登録された日立製作所の特許および実用新案 (その2)

(第21頁より続く)

区 別	登録番号	名 称	工 場 別	氏 名	登録年月日
特 許	236064	泥水圧送用プランジャーポンプにおける摺動面よりの漏洩警報装置	川崎工場	印 牧 宗一郎 大 谷 巖	32. 10. 23
"	236046	真 空 掃 除 機 吸 込 口	多賀工場	安 川 昌 平	"
"	236048	故 障 相 検 出 表 示 装 置	多賀工場	小 島 義 男	"
"	236052	リ ア ク タ ン ス 継 電 器	多賀工場	猿 渡 房 吉 渡 井 三 夫	"
"	236057	多段速度誘導電動機の自動起動装置	亀戸工場	山 崎 栄次郎 大 西 和 利	"
"	236062	巻線型誘導電動機 of 速度制御装置	亀戸工場	松 井 茂 彦 友 貞 睦 夫 清 水 永 以	"
"	236069	回 転 体 の 停 止 制 御 装 置	亀戸工場	居 駒 恒 雄	"
"	236036	パルス通信におけるパルスの欠除を検出する装置	戸塚工場	波 多 野 泰 吉	"
"	236038	衝 撃 波 列 監 視 警 報 方 式	戸塚工場	長 浜 良 三	"
"	236040	遠隔制御継電器回路における誘導障害防止装置	戸塚工場	中 岡 芳 郎 田 島 喜 平 北 村 敏 徳	"
"	236055	ダイヤルガバナーの調整装置	戸塚工場	北 条 喜 美 斎 藤 喜 美 長 井 喜 美	"
"	236054	粒 状 サ ー ミ ス タ の 製 法	中央研究所	二 木 久 夫	"
"	236061	直 流 高 電 圧 発 生 装 置	中央研究所	阿 部 善 右衛門	"
実用新案	467047	圧 力 開 閉 器	日立工場	紛 沢 秀 夫 角 田 勝 美	32. 10. 25
"	467048	遠 心 力 開 閉 器 試 験 装 置	日立工場	本 間 千 代 一	"

(第41頁へ続く)