

三 菱 ・ ロ ー レ ン ツ ホ ブ 盤

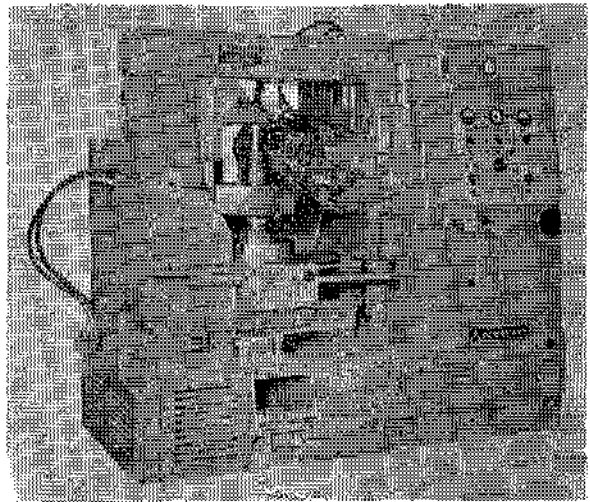
新三菱電工業KK* 京都製作所 生産技術課

松	永	鏑	助
有	塚	勝	造

1. は し が き

マシーネンファブリク・ローレンツ社は、西独スツットガルト市西北方のエトリンゲン市にあり、歯切盤および歯切工具のメーカーとして、創立70余年を数え、内外に定評がある。

同社は1958年に、多年にわたる歯切盤製作の経験に加えて、プログラム制御、オートマチックローダ（マガジンフィード）等の特長を持った、F、FP形シリーズのホブ盤を発表して注目をあびた、今回当社が技術提携したのは、そのうち最大被削歯車径 250mmより 600mmまでのFP250、F400、FP400およびF600の4機種で、わが国の機械工業において現在最も不足している工作機械の一つである。京都製作所においては、すでに本年3月末に試作機を完成し、生産態勢に入っている。

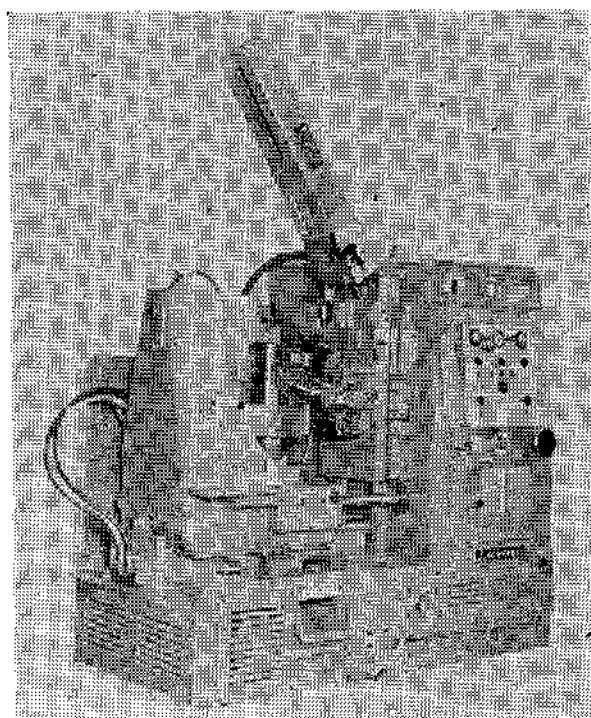


第1図 F400

第 1 表

	FP250	F400	FP400	F600
最 大 切 削 径	250	400	400	600
最 大 切 削 歯 数 (標準)	210	300	210	300
切 削 最 大 ピ ッ チ	4		6	
ホ ブ 軸 回 転 数 rpm (ワードレオナード方式による無段変速)	20~400		20~400	
ア キ シ ア ル 送 り (PIVおよびステップギヤによる無段変速) mm/rev	0.031~4.0		0.038~6.00	
ラ ジ ア ル 送 り (PIVおよびステップギヤによる無段変速) mm/rev	0.012~1.6		0.013~2.04	
タ ン ジ ェ ン シ ャ ル 送 り (PIVおよびステップギヤによる無段変速) mm/rev	0.035~4.5		0.042~6.76	
テ ー ブ ル 直 径 mm	300	375	375	505
ホ ブ 最 大 径 mm	125		150	
標 準 ワ ー ク ア ー バ 径 mm	32		40	
標 準 ホ ブ ア ー バ 径	32		32	
総 電 動 機 出 力 (約) KW	11		13	
正 味 機 械 重 量 (約) kg	4600	4700	6000	6100
所 要 床 面 積 mm×mm	950×1890	950×2040	1050×2220	1050×2420

* 京都市右京区太秦巽町1



第 2 図

2. 各形式の仕様および特長

2・1 各形式の仕様（第1表）

F 400, F 600形は強力切削形のホブ盤で、ロット生産に最適である。標準のものは、大形歯車の取り付け、取りはずしに際してのクレーン作業を容易にするため、押ボタン操作によりクロスビームが油圧ではね上がり、同時にワークセンタサポートを横に開くことができる。

F P 250, F P 400形は、それぞれF 400, F 600形を基本形とした量産用ホブ盤で、加工範囲、外形寸法が多少違っているが、出力には充分余裕をもたせてある。特にオートマチックローダを取付けることにより、その性能を最大限に発揮できる。なおこの形式の標準のものは、クロスビームが固定形である。

各形式の諸元を第1表に示す。

2・2 特長の概要

各形式に共通して、次のような特長を挙げることがで

きる。

(1) 剛性の高い枠形構造を採用しており、組立ホブなどの使用による強力切削に適する。

(2) ホブ軸の回転はワードレオナード方式によつて、また各方向の送りはP I V式、無段変速装置によつて、その速度を広範囲に、無段階に変えることができる。

(3) 割出歯車には、耐摩耗性の大きい特殊アームスブロンズの鍛造材を使用し、高精度の割出しを維持する。また割出ウォーム軸の最高許容回転数は1,600rpmで、特に歯数の少い歯車の経済的な切削が可能である。

(4) ホブ軸駆動には、複リードをもつ特殊ウォームギヤを採用しているので、ホブの回転は円滑であり、またホブヘッドは小形強力である。

(5) 各駆動部分の制御には、最新の電気式、機械的制御装置を積極的に採用し、取扱いの容易化、多数機の同時使用、フルプルフおよび工具寿命の延長などを計っている。

(6) 各種のアタッチメントを取付けることができ、およそホブで切削可能と考えられる、ほとんどすべての特殊歯切が可能な万能ホブ盤となる。

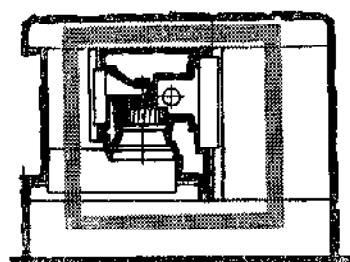
(7) 専用のオートマチックローダが設計されており、これを取付けることによつて、歯切工程を全自動化することができる。

3. 構造および特別附属装置

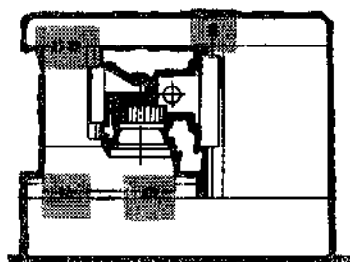
3・1 枠形構造と油圧クランプ装置

いわゆる強力切削形のホブ盤としては、当然機械本体の剛性を高めることが絶対的条件である。本ホブ盤においては、各メンバー、各運動部分に剛性を持たせるとともに、コラム上部にクロスビームをおいて枠形とし、さらに切削中の振動を減少させるために、ベッド、コラムおよび各サドルの全しゅう動部を油圧クランプ装置により固定させる機構を持つている。

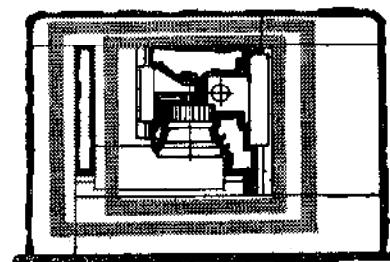
なお特別装置として、カウンタコラム後方に、さらに1個のコラムをおく、いわゆるダブルフレーム機構によつて、一層剛性の向上を計ることもできる。(第3図)



枠形構造



油圧クランプ



ダブルフレーム

第 3 図

3・2 ホブ軸駆動機構およびホブヘッド

ホブ軸の回転速度は、ワードレオナード装置により安定した中の広い無段変速範囲をえることができる。直流変換機はベッド内にあり、直流主電動機はコラム内にあつて、伝導軸を直接駆動する。しかもホブ軸の駆動には、複リードをもつ特殊ウォームギヤを使用しているのてホブの回転は強力円滑である。

なお、タンジェンシャルスライドを有するホブヘッドでは、油圧クランプ装置があつて、ヘッドの剛性を上げている。

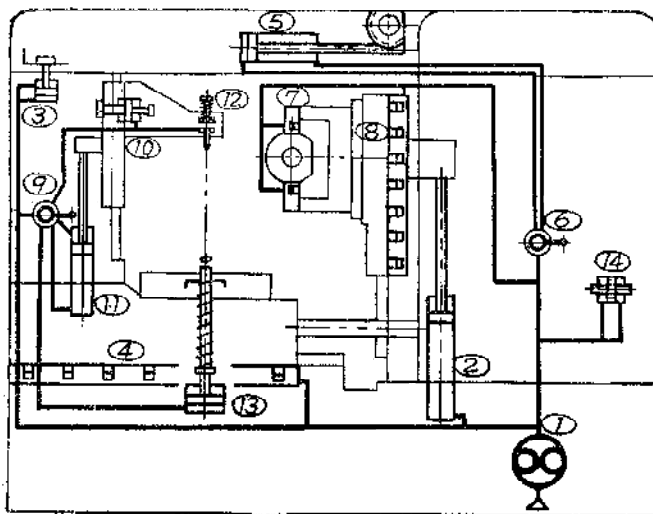
3・3 切削送りの変速機構

標準形のホブ盤では、切削送りにラジアルとアキシャルの2方向があるが、タンジェンシャル送りを附属するものもある。これらの送りの変速には、PIV式無段変速装置が用いられ、さらに3段の減速歯車切換装置により第1表に示すような非常に広範囲の無段変速がえられる。

3・4 油圧装置 (第4図)

油圧駆動によつて、次の各装置が作動する。

- a 全しゅう動部のクランプ
- b ホブヘッドのカウンタバランス
- c ワークセンタサポートの送り駆動



- 1 : 油圧ポンプ
- 2 : ホブサドルカウンタシリンダ
- 3 : クロスビームクランプシリンダ
- 4 : ワークサドルクランプシリンダ
- 5 : クロスビームはね上げシリンダ
- 6 : 同上 ロータリバルブ
- 7 : タンジェンシャルスライドクランプシリンダ
- 8 : ホブサドルクランプシリンダ
- 9 : カウンタコラムロータリバルブ
- 10 : ワークセンタサポートクランプシリンダ
- 11 : カウンタブラケットスライドクランプシリンダ
- 12 : 油圧センタ
- 13 : ワーククランプシリンダ
- 14 : 割出換歯車 自動シフトシリンダ

第 4 図

- d しゅう動部用潤滑ポンプの駆動
- e クロスビームのはね上げ
- f 油圧センタ
- g 加工物の取付、取りはずし
- h 2段歯車切換装置の割出換歯車の自動シフト

油圧タンクはベッド内部を利用しているが、油圧作動時の油温上昇を避けるため、ポンプは2圧ポンプとシアノローディング回路をもうけてある。

油圧機器、継手およびパッキング類は、すぐれた耐久性をもつ高性能のものを国産化した。これらはベッドおよびコラム内にコンパクトにまとめて配置し、調整、保守ともに容易である。オートマチックローダを持つ回路のように、各種の制御を特に必要とする場合は、油圧装置を機械本体と独立して製作することもある。

3・5 潤滑油装置

送り歯車箱、ホブヘッドそのほか機械各部の歯車、軸受等の潤滑には、独立した歯車ポンプによる集中強制循環給油方式を採用している。

また、全しゅう動面の潤滑は、油圧駆動によつて作動するピストンポンプにより行なわれる。この潤滑回路には、毎回一定の吐出量を制御する分配弁があつて、しゅう動面の運動開始直前に、確実に一定量を吐出するので、潤滑油の過大ないし過少給油などの問題は絶対起らない。

3・6 プログラム制御装置

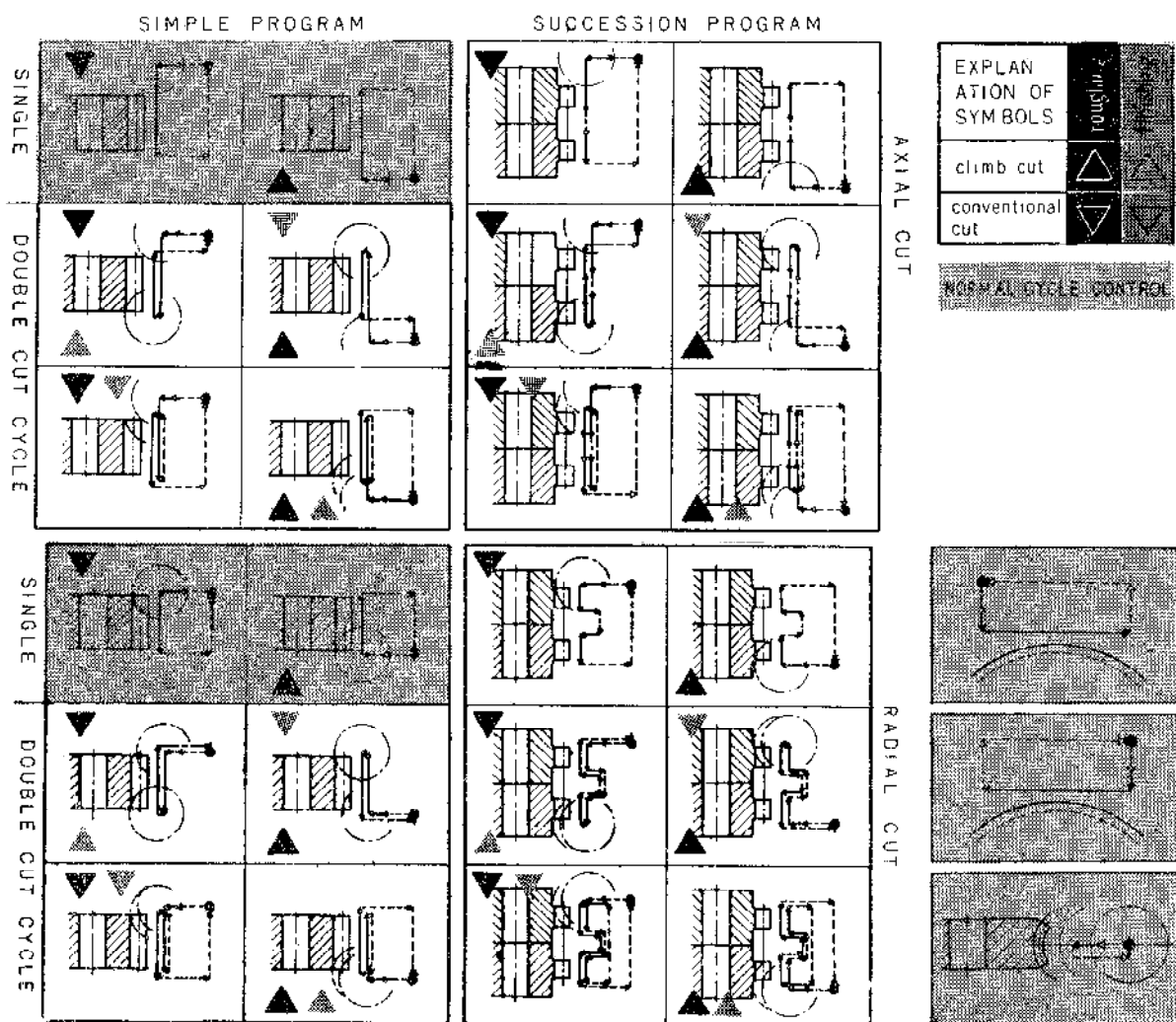
標準形のものでは、第5図のノルマルサイクルコントロールに示されるような歯切りの7つの基本サイクルが、セレクトスイッチの切換により、自動的にえられる。

しかし、このホブ盤はその特長の一つとして、パンチカードによるプログラム制御装置を特別附属品として持っている。

パンチカードは、約26×29cmの絶縁ベークライト板にたて34個、横30個の接点位置があり、各接点の制御動作はきまつていて、所要の動作位置に穴があれば、回路が形成される。横30個のうち20個は動作の開始と各種制御動作、残りの10個は動作終了による次工程へのシーケンスに用いる。また、たての行は工程数になる。したがつて歯切工程は最大34工程えられることになる。実際には16枚1組のパンチカードセットで、第5図に示す標準サイクルが全部コントロールされる。アップカットとダウンカットは1枚のカードでセレクトスイッチを切りかえて行う。

プログラム制御装置は、パンチカードの差換えにより次の各動作を自動的に操作する。

- a 主電動機の始動停止



第 5 図

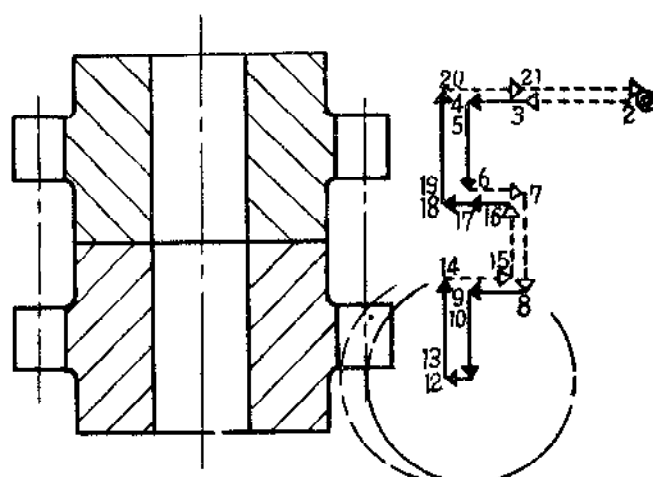
- b ホブ軸回転数の変速
- c 各方向切削送り速度の変換
- d 早送り、ステップフィード、2回歯切りの切換
- e 各しゅう動部の油圧クランプ操作
- f 2段歯車切削に対する、割出換歯車とラジアルインフィード量の切換
- g 自動ホブシフティング操作
- h 加工物のクランプ操作
- i オートマチックローダ運転時の全操作

今、第6図のごとき歯切りサイクルを行わせるには、第2表のごときプログラムを組み、各種リレーの電気的操作で全自動運転を行うわけである。

これらの操作を具体的に説明すると次のようである。

(1) ホブ軸回転数の変速

加工物を2回切削によって仕上げる場合は、コラム側面の操作板上にある2つの回転数調整目盛ノブを、荒お



第 6 図

よび仕上にそれぞれ合わせておけば、ワードレオナード装置の界磁および電圧制御によって、各々の切削に際して所要の回転数がえられる。

(2) 各方向切削送り速度の変換

第 2 表

Program Step	AUTOMATIC MACHINE FUNCTIONS										Miscellaneous	
	Bedslide	Hub Slide	Hub	Counterbracket Column	Counterbracket Arm	Overarm Base						
1											Start Position	End Limit Switch
2	Rapid Traverse advance				up and down	down					Setting of Clamping device	
3	Feed advance										Blocking of shifting	Main Motor on
4	Feed cutting											
5		Feed down										
6	Rapid Traverse return											
7		Rapid Traverse down										
8	Feed advance											
9	Feed cutting											
10		Feed down										
11	Feed advance										Change of Feed Speeds	Feed Change
12	Feed cutting											Feed Change
13		Feed up										
14	Rapid Traverse return											
15		Rapid Traverse up										
16	Feed advance											
17	Feed advance											Feed Change
18	Feed cutting											
19		Feed up									Change of Feed Speeds	
20	Rapid Traverse return				up and down	up					Main Motor off	Unblocking of Shifting
21	Rapid Traverse return										Shifting	Unlocking of Clamping Device
22											Locking complete	

LOCKING PROCESS:

locking

unlocking

LOCKING STAGE:

locked

HOBBING PROCESS:

roughing

finishing

標準形のものでは、PIV無段変速装置の操作は手動で操作ハンドルを廻して行う。プログラム制御のものにあつては、操作電動機によつて変速用ネジが駆動される。この電動機は可変抵抗器を用いたフィードバック機構によつて制御され、あらかじめ各方向ごとの、また荒、仕上切削ごとの抵抗値を調整しておけば、電氣的にシーケンスして、各サドルは所要の送り速度にて運動する。

(3) 各しゅう動部の油圧クランプ操作

1サイクルの動作中で、運動しないしゅう動部は、油圧機構によつて均一かつ確実にクランプされて、切削時の振動を減少させている。制御装置はこれらの切換操作を自動的に行う。

3・7 自動ホブシフティング装置

最近では、ホブによる歯切の際ホブシフトを行うのは常識となつている。したがつて、本機のような取扱い容易で確実な動作をするホブシフティング装置はホブ切りの能率を上げるのに重要な役割をはたす。

本ホブ盤のホブシフティング装置は、ホブヘッドのタンジェンシャル送り機構から減速歯車を介してコラム内に操作用電動機を置き、この電動機を計数器で制御する方式である。タンジェンシャル送りの歯車列とは電磁クラッチでインタロックされている。計数器の1目盛はホブの軸方向移動量で0.05mmに相当し、コレクタのパルスで計数器目盛を消去する方法であるが、この目盛は1度セットすると何回作動させても元の設定値に自動的に復帰するので、歯切作業は非常に容易である。

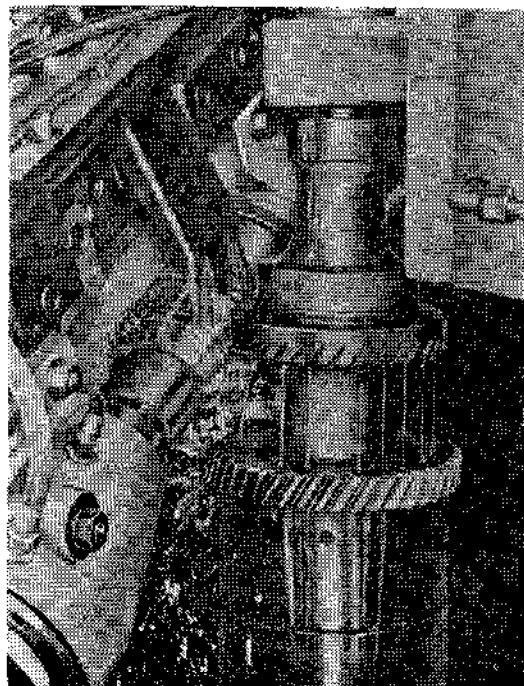
このホブシフティングは、1サイクルごとに自動的に作動するが、押ボタンによる単独操作も可能である。また

プログラム制御のサイクルに組込むことも勿論可能である。シフト量は0.05mm以上任意の量を選ぶことができる。

本ホブ盤のタンジェンシャル送り量はF P 250, F 400形で130mm, F P 400, F 600形で180mmもあり、組立ホブのような長いホブを使用するのに充分の余裕がある。

3・8 2段歯車切削装置 (第7図)

ネジレ角が同じで、しかも一つのホブで切削できるが歯数のみ異なる二つの歯車の歯切に対して、本装置は1回



第 7 図

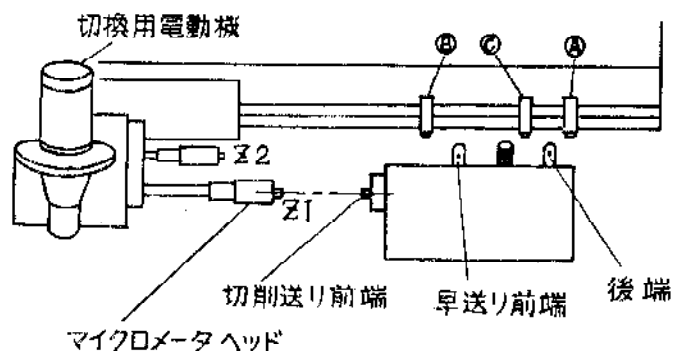
のサイクルで加工を完了することができる。したがって自動車のトランスミッションなどにおいて使用される2段歯車（クラスタギヤ）の歯切作業に最も有効である。

このサイクルにおいては

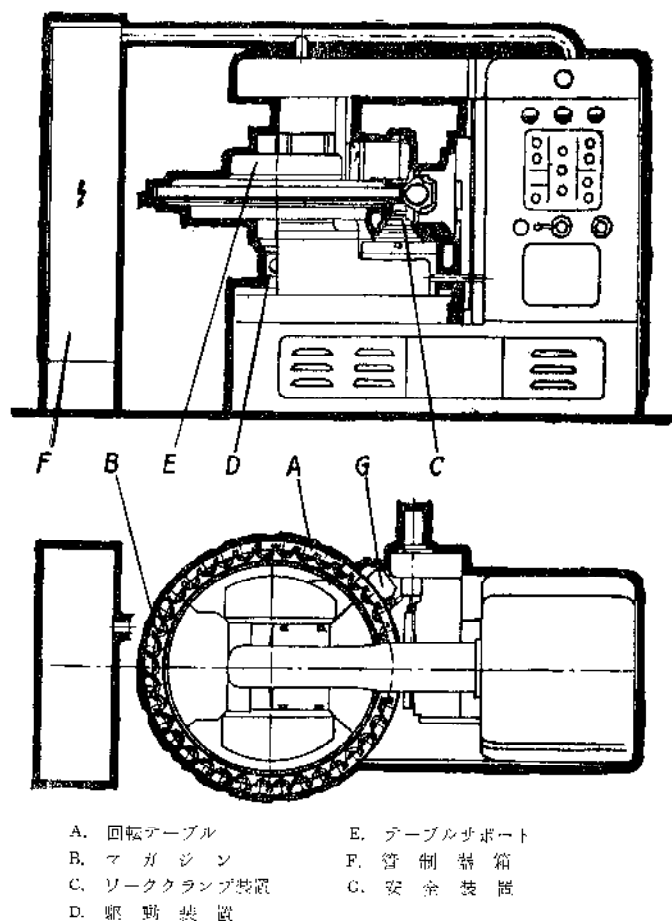
- a 割出換歯車の交換と
- b ワークサドルのインフィード量の切換え

の2動作が必要である。

まず割出換歯車の交換は、あらかじめセットした所定の換歯車を、油圧ピストンでシフトすることにより行い、またインフィード量の切換えは、第8図のごとき2個のマイクロメータヘッドを電動機の駆動によつて行う。これらのサイクルはプログラム制御により自動的に



第 8 図



第 9 図

操作される。切換の範囲は標準形で被削歯車外径差 50mm である。

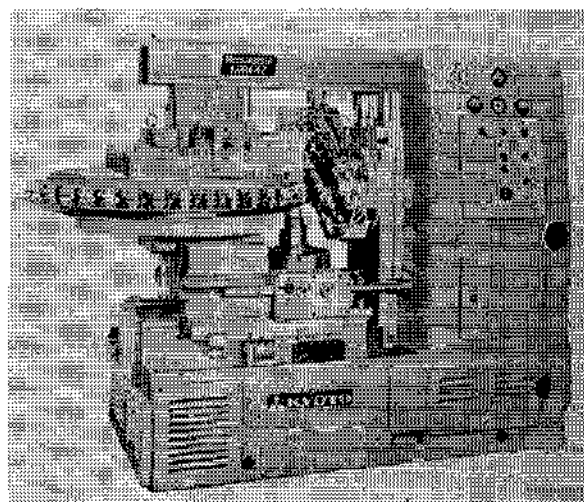
3・9 オートマチックローダ（第9、10図）

自動車工業などにおける最近の歯車量産工場では、ホブ盤にオートマチックローダを取付けるのが常識化してきているが、本ホブ盤には標準のオートマチックローダが設計されており、ワークサドルの上部に簡単に取付けることができる。

この装置は第9図のように回転テーブル式の割出盤を主体とした機構のもので、マガジンには標準で36個の加工物が乗り、加工物油圧クランプ装置、油圧ライブセンタ等と併用して簡単に確実な作動を行う。歯車素材は軸もの、穴もののほか、2段歯車の歯切も勿論可能である。

この装置はプログラム制御により完全に自動化される。すなわち、マガジンに加工物をのせて機械を始動させると、ローダの回転テーブルにより加工物は自動的に割出されてワークアークバにクランプされる。歯切工程は選択されたプログラムに従つて1サイクルを終了する。加工終了のサインで再びローダ機構が作動して、回転テーブルは1ピッチ移動し、加工された歯車はワークアークバからはずされ、新しい素材が切削位置に固定される。これらの各動作は順次的にインタロックされている。またローダ上に未加工の歯車素材がなくなつた場合は安全装置が働いて機械は自動的に停止する。このほか、切削された歯車の個数を数えるカウンタなどの装置が附属する。

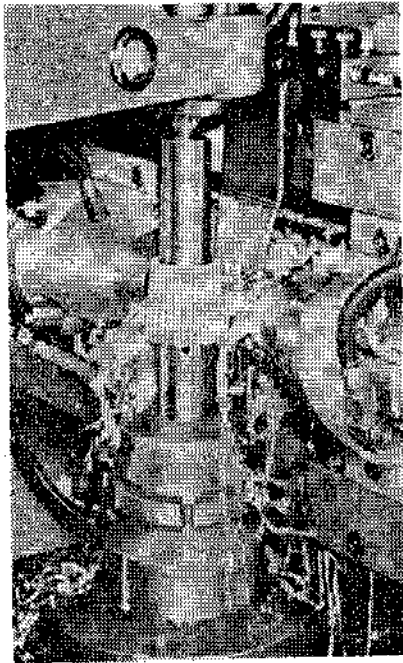
このオートマチックローダ付ホブ盤を使用すると、ほかの歯切工程との間にトランスファ装置を取付けるだけで、歯車のトランスファマシンを作ることにも容易となる。



第 10 図

3・10 テーパギヤ切削装置 (第11図)

ラジアル送りとアキシアル送り機構の間に換歯車を置



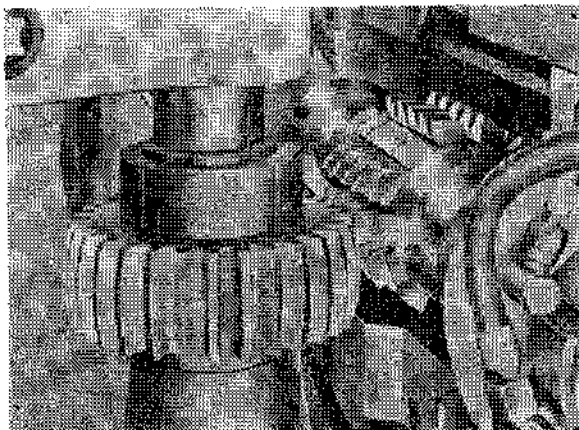
第 11 図

くことにより、ゆるい勾配のついたテーパギヤを歯切りすることができる。

3・11

ナライ削り装置 (第12図)

特別装置として、ナライ削り装置がある。ナライ装置は電気式で、トレーサヘッドはワークサドルに取付ける。球面歯車、クラウニングそのほか軸と平行でない歯車の切削が可能である。



第 12 図

3・12 素数歯切装置

標準の附属換歯車を使用すれば、100枚以下の素数歯を持つ歯車を切削することができる。100枚以上のものについては差動歯車機構を使つた。この素数歯切装置によつて任意の素数歯を切削することができる。

3・13 手動割出装置

ホブ使用しないで歯切加工する場合、手動割出しにより1ピッチ毎に割出して切削する装置がある。

3.14 ダイアゴナル歯切装置

アキシアル送りとタンジェンシャル送りを同時に働かせて切削する、いわゆるダイアゴナル歯切りは、歯数の多い歯車の切削に対して、最近よく使用されている。

本ホブ盤は特別装置として、この装置を附属させることができる。