

始



フ ラ イ ス 作 業 入 門

機 械 工 作 技 術 研 究 會 編

三 省 堂



932  
72



532.4  
KI 21



フライス作業入門

機械工作技術研究会編



三省堂



932

72

## 序 文

フライス削り作業の重要性は改めて述べる迄もない。

本書は、フライス削り作業に従事せんとする若い技術者諸君の爲に、必要不可欠の基本的知識を出来る丈わかり易く平易に述べたものである。

若いフライス作業技術者諸君が正しい作業を行ふのに、本書が必ず役立つことを信じてゐるが、また経験者と雖も本書によつて、一層容易に、一層正しく、一層精度の高い作業をなす事が出来たら編者は望外の喜びでもある。

フライス盤で歯車を切る作業は本双書中の「歯切法入門」に於て述べるから重複を避ける爲に、本書では省くことにした。この點特にお断りして御了承を乞ふ次第である。

昭和十七年三月一日

編 者 識



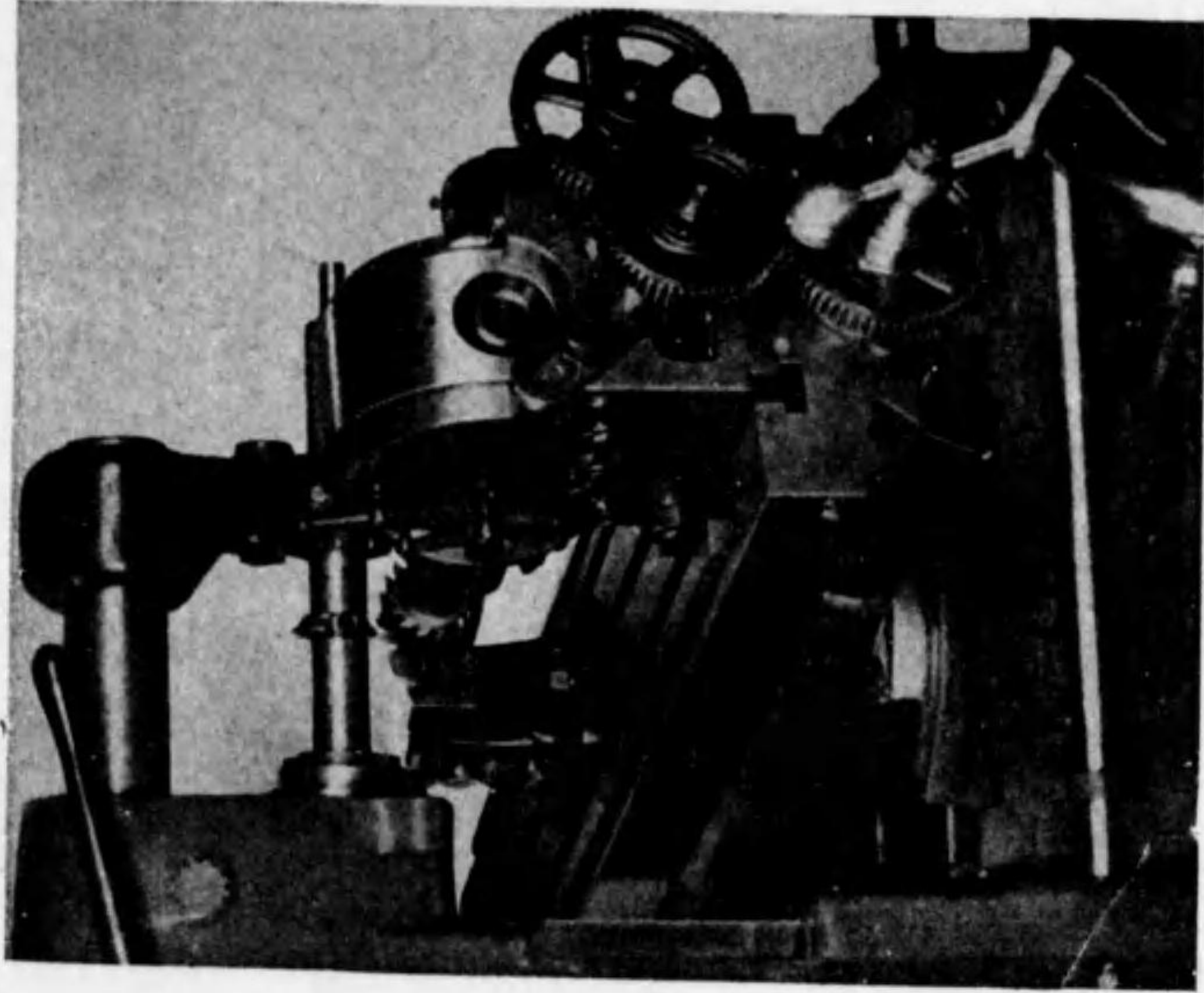


圖 I 山形カッタ(第20圖)を使用して螺旋カッタの溝を削つてゐる所。

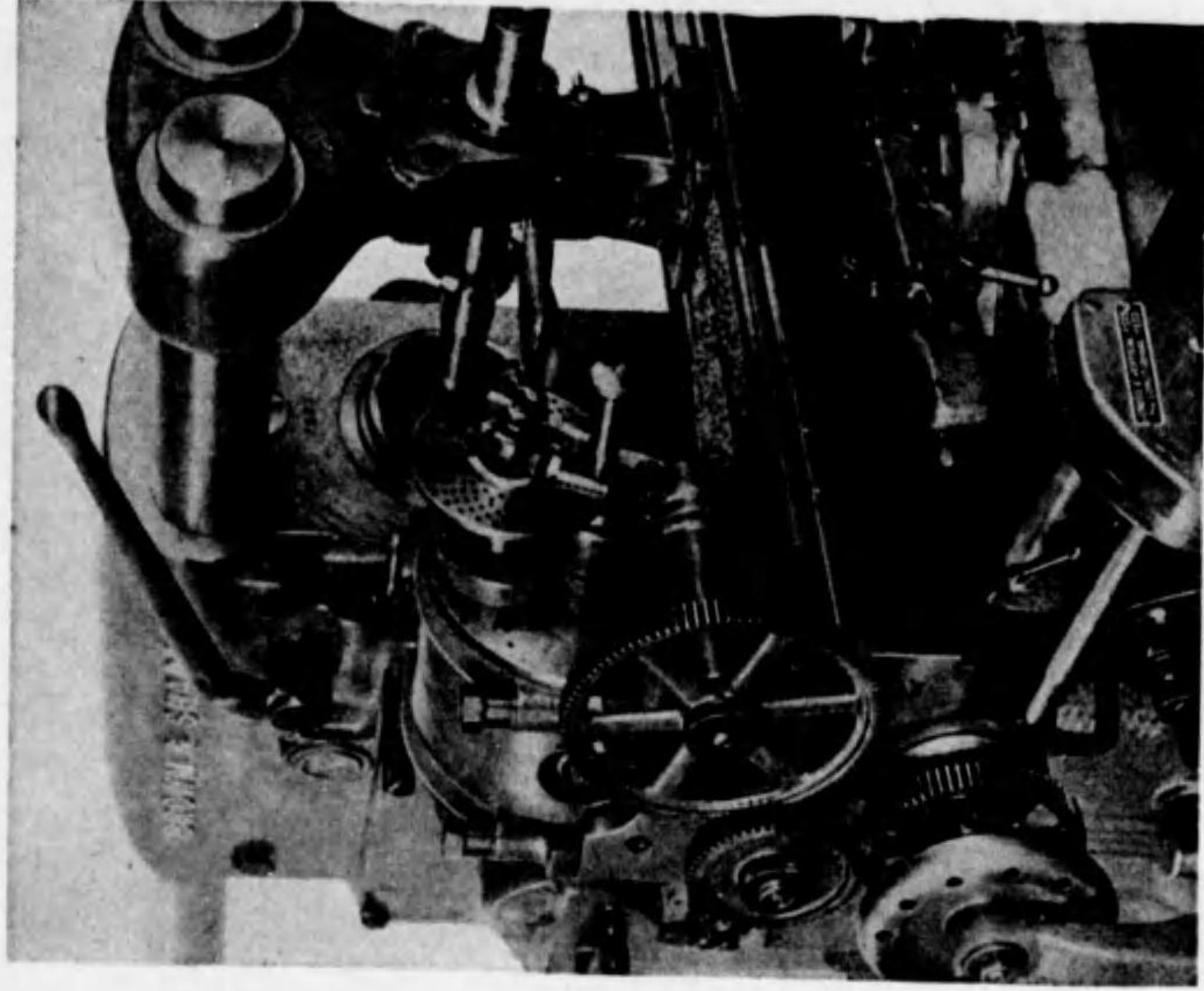


圖 II 總形カッタ(第22圖)を使用してねがれ雫の溝を削つてゐる所。(ねがれ雫はセンダ間に支持する。わづかなテーパーを切削する標に主軸臺と受心臺とを装束する。)



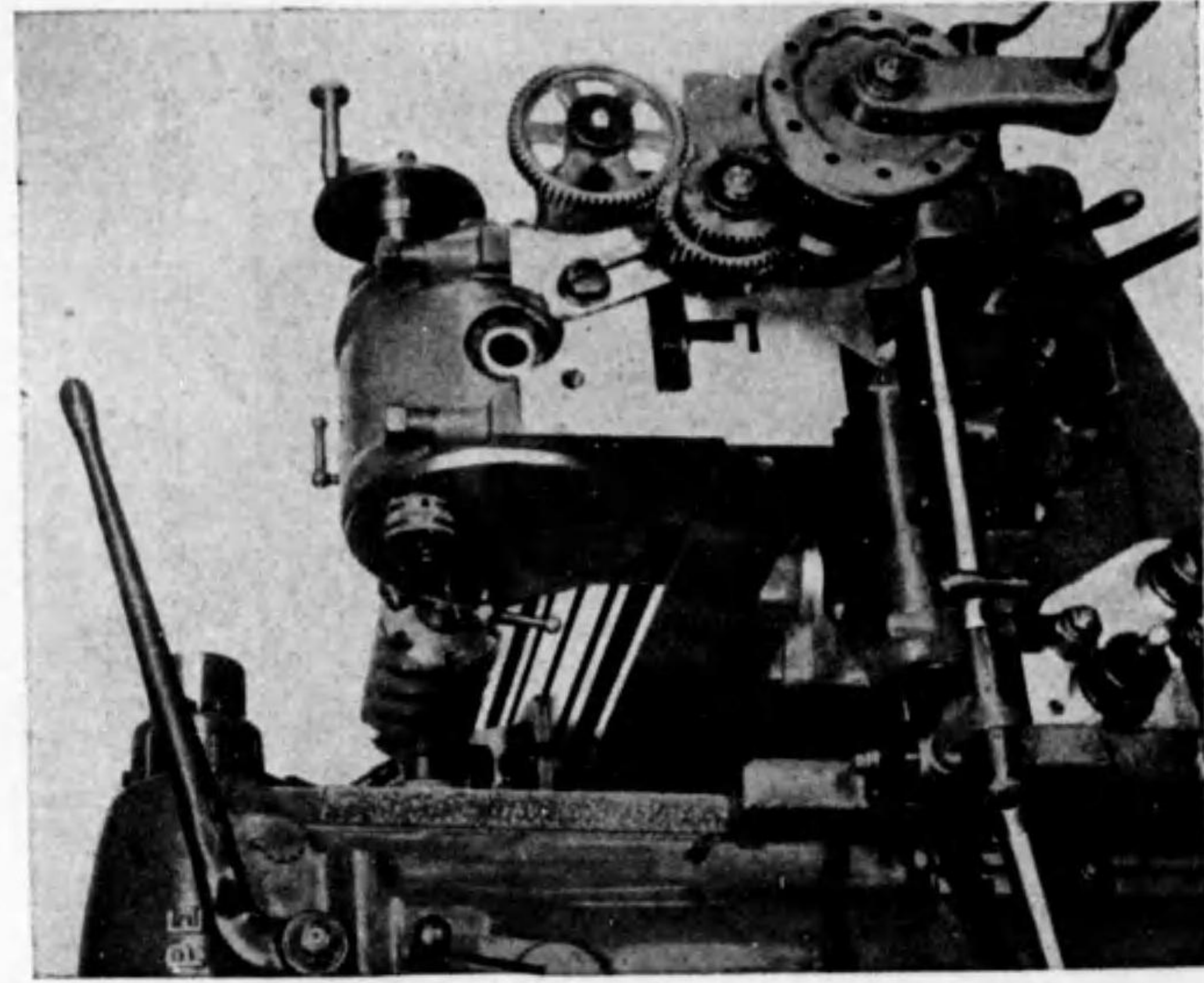


図 Ⅱ 底双カッタ(第5圖)を使用して螺旋の溝を削つてゐる所。

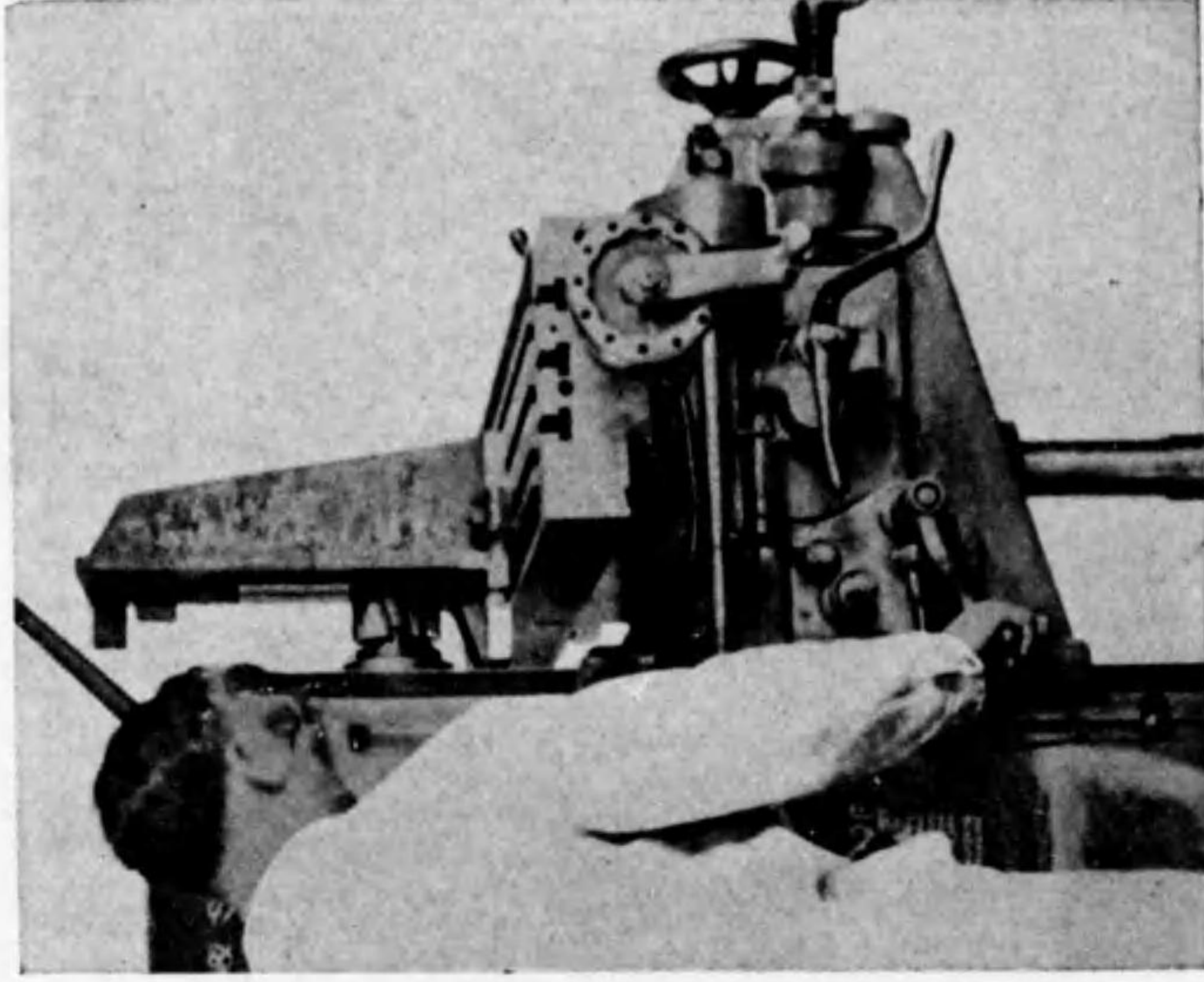


図 Ⅳ 筒型底双カッタ(第28圖參照)による平面のフライス削り。

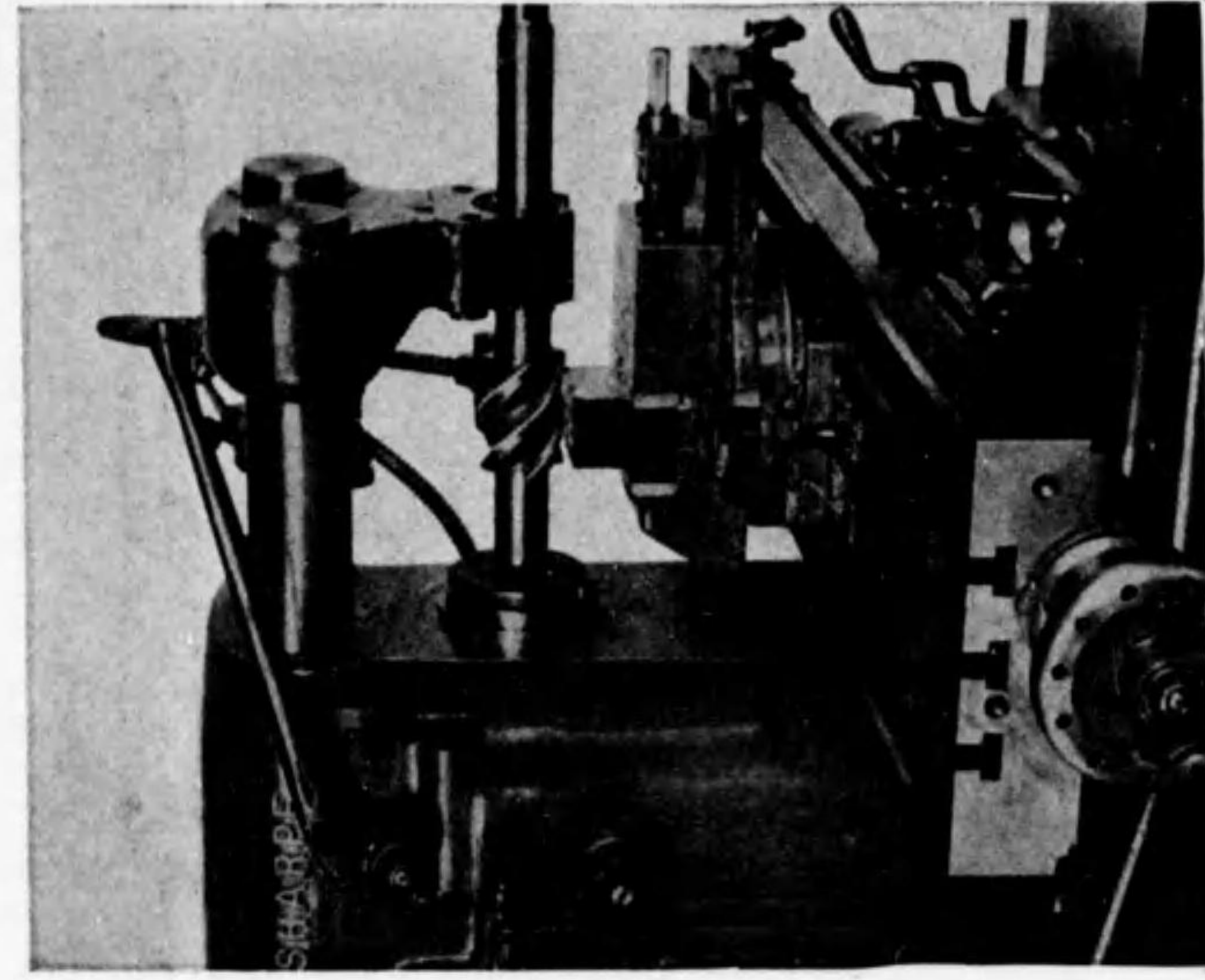


図 Ⅴ 孔型振れ平削りカッタ(第13圖參照)を使用する端面削り。(工作物は平行量で支持し、萬力に頼り付けてある。仕上削りでは、螺旋平削りカッタを使用し木方がよい。)

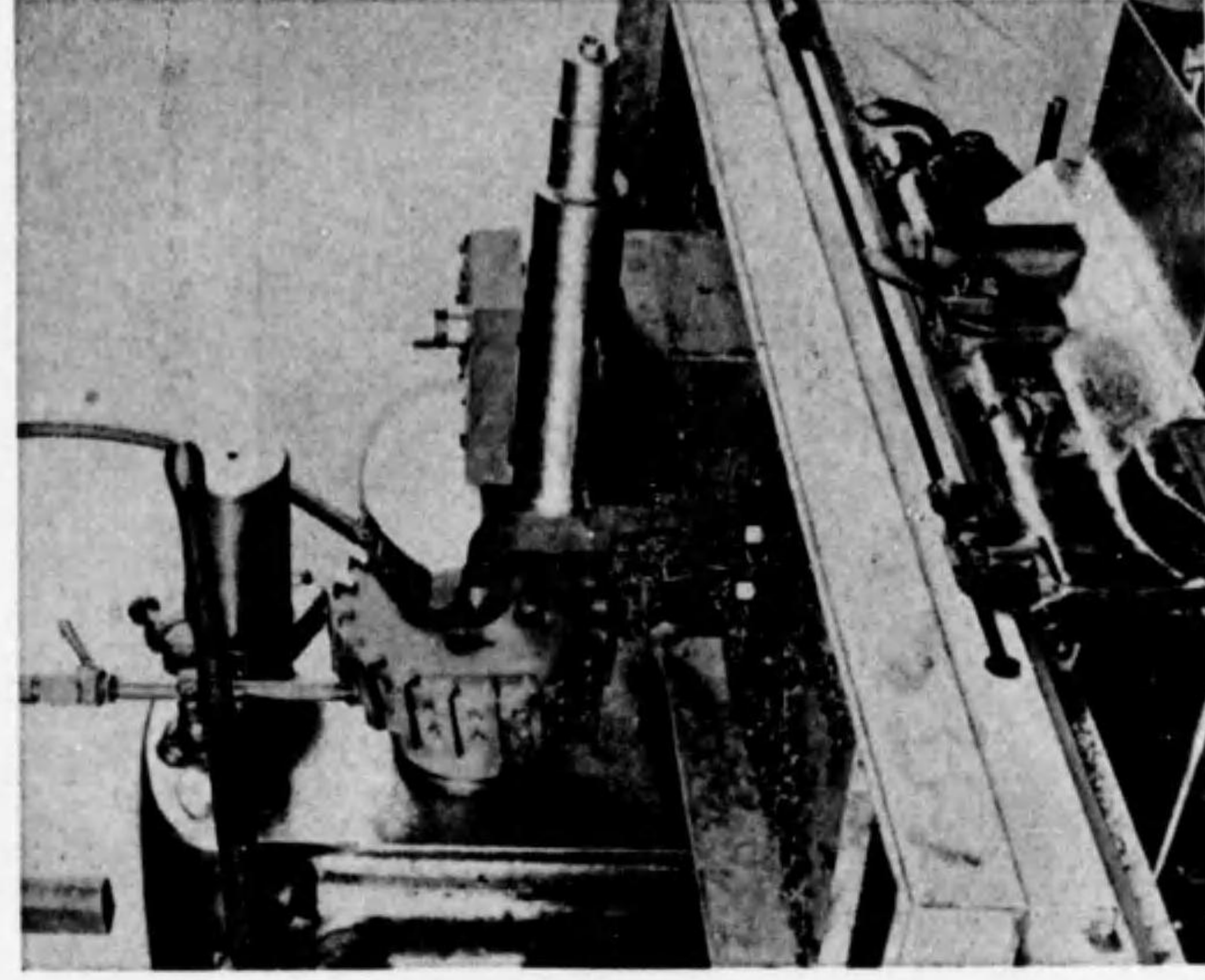
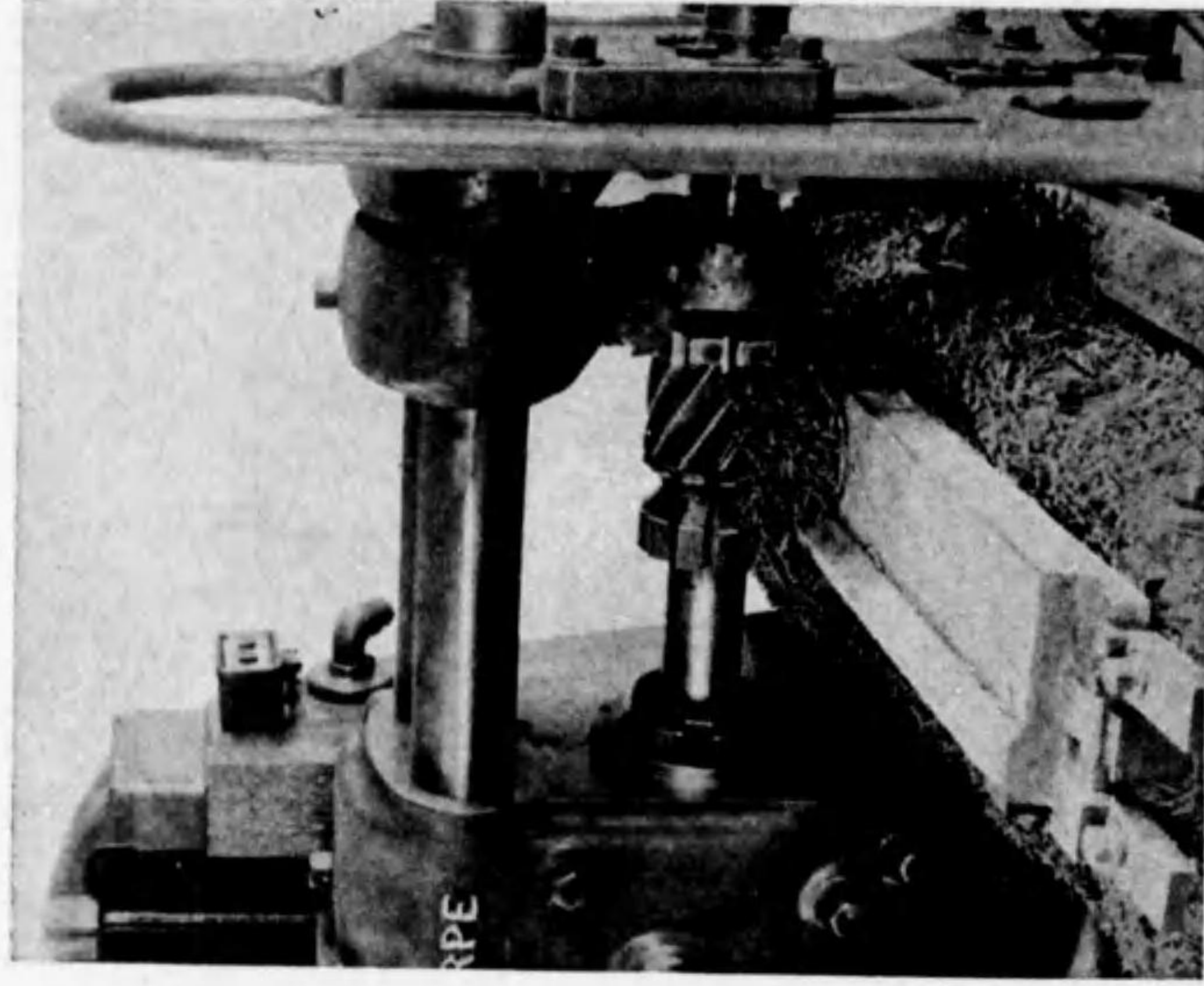
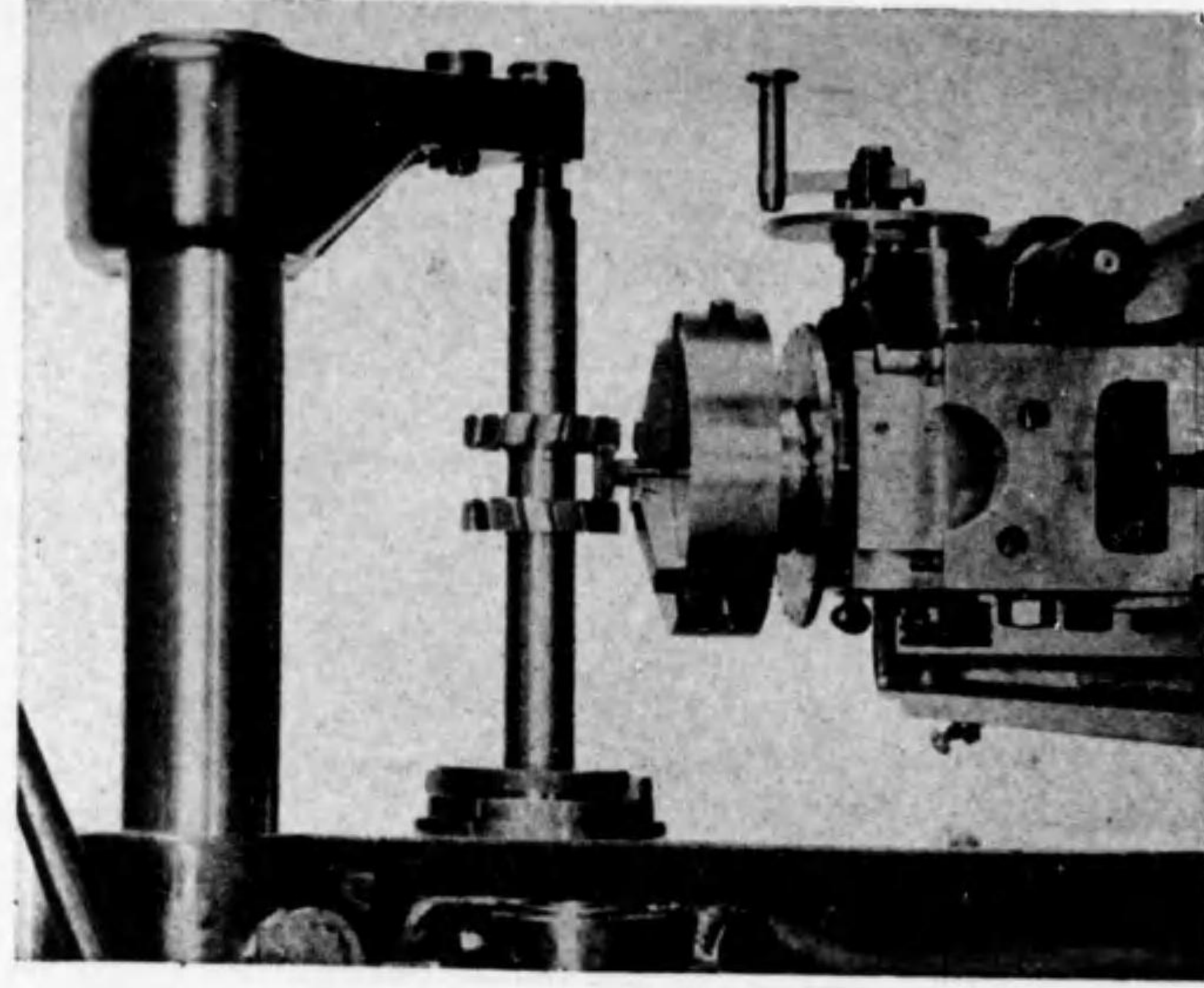


図 Ⅵ 正面カッタ(第2圖參照)によつて、飛行機のクランク・シヤフトの端面をフライス削りしてゐる所。(標準主軸端に正面カッタを直接取付ける。カッタと工作物に冷却液をかけ、初層皿をテールにのせてある。)





Ⅵ 図 跨りカッタを使用してボルトヘッドを切削する。



Ⅶ 図 粗削り作業。(工作物は研削盤の旋回テーブルである。使用カッタは鏝形カッタである。)

## 目次

序文	1
第1章 フライス盤の種類	
第1節 動膝型フライス盤	1
第2節 単動型フライス盤	6
第3節 単動平型フライス盤	6
第2章 カッタ	
第1節 カッタ材質	7
第1項 炭化タングステン	7
第2項 ステライト	8
第3項 粗双カッタの特徴	8
第4項 カッタの隙間	9
第2節 カッタの種類	10
第1項 平削りカッタ	10
第2項 側双カッタ	12
第3項 山形カッタ	14
第4項 正面カッタ	14
第5項 總型カッタ	15



第6項	舞ひカッタ	16
第7項	底双カッタ	16
第8項	T溝カッタ	18
第9項	金 鋸	18
第10項	溝切りカッタ	19
第11項	齒切りカッタ	20
第3節	カッタ心棒	20
第4節	アダプタ	22
第5節	カッタ寸法の選び方	24
第6節	カッタ取付けの注意	25
第3章 切 削 法		
第1節	概 説	26
第2節	切削速度	27
第3節	切削速度の計算	29
第4節	送 り	30
第5節	送りの条件	31
第6節	切 込 み	33
第7節	仕上削り	34
第8節	カッタ切削油	34
第9節	カッタの送り方向	35

第1項	上向きカッタ	35
第2項	下向きカッタ	36
第4章 工作物の取付と取付具		
第1節	工作物の取付法	38
第2節	フライス盤の取付具	39
第1項	概 説	39
第2項	萬 力	40
第5章 フライス削り序説		
第1節	工作物の取付	42
第2節	削り 過 ぎ	43
第3節	完全停止器	44
第4節	方形工作物の切削	44
第5節	端面の直角切削	45
第6節	正面 切 削	46
第7節	キー溝の切削	46
第6章 フライス盤附属装置		
第1節	割 出 臺	48
第1項	直接割出法	48
第2項	單式割出法	50



第3項	差動割出法	52
第2節	カム切削装置	53
第1項	カムの種類	53
第2項	カム切削	54
第7章 割出基本作業		
第1節	四角形又は六角形の割出作業	56
第1項	底双カッタを使用する場合	57
第2項	跨りカッタを使用する場合	58
第2節	リーマとタップの溝切り	60
第3節	試験切削法	60
第4節	けがき法	62
第5節	不等間隔割出切削	63
第8章 振れフライス作業		
第1節	概説	65
第2節	螺旋	66
第3節	螺旋のリード	66
第4節	螺旋削り	66
第1項	歯車装置	67
第2項	右振れ及左振れ螺旋	67

第3項	テーブルの装備	67
第4項	カッタの形状	68
第5項	圓刻み, 垂直刻み	69
第5節	螺旋削りに必要な換歯車	70
第6節	螺旋削りの換歯車計算	72
第7節	螺旋の角度	76
第8節	急角度螺旋の削り方	78
第9節	螺旋カッタの例	78
第10節	複角度カッタを使用する理由	79
第11節	螺旋削りカッタの装置	80
第9章 フライス作業安全心得		
第1節	概説	83
第2節	危険防止	84
第10章 フライス盤の給油法		
第1節	概説	86
第1項	最も適当な潤滑油	86
第2項	潤滑油の粘度	87
第3項	潤滑装置	87
第2節	フライス盤各部給油の実際	89



## 附 録

単純割出及び差動割出(ブラウン・シャープ・フライス盤).....	91
標準割出板の割出(シンシナチ・フライス盤).....	99
大きい数の割出(シンシナチ・フライス盤).....	100
各種リードに対する換歯車の表.....	104
直径を1とした時の與へられた角に対する蔓巻のリード	114

## 第1章 フライス盤の種類

フライス削り(Milling ミリング)とは、廻轉する刃物(Cutter カッタ)に依り、工作物を色々な形状に切削する機械仕上作業である。フライス盤(Milling Machine ミリング・マシン)の型式は甚だ多いが、最も普通のものは

動膝型フライス盤

單動型フライス盤

自動型フライス盤

組合せ型フライス盤

平削型フライス盤

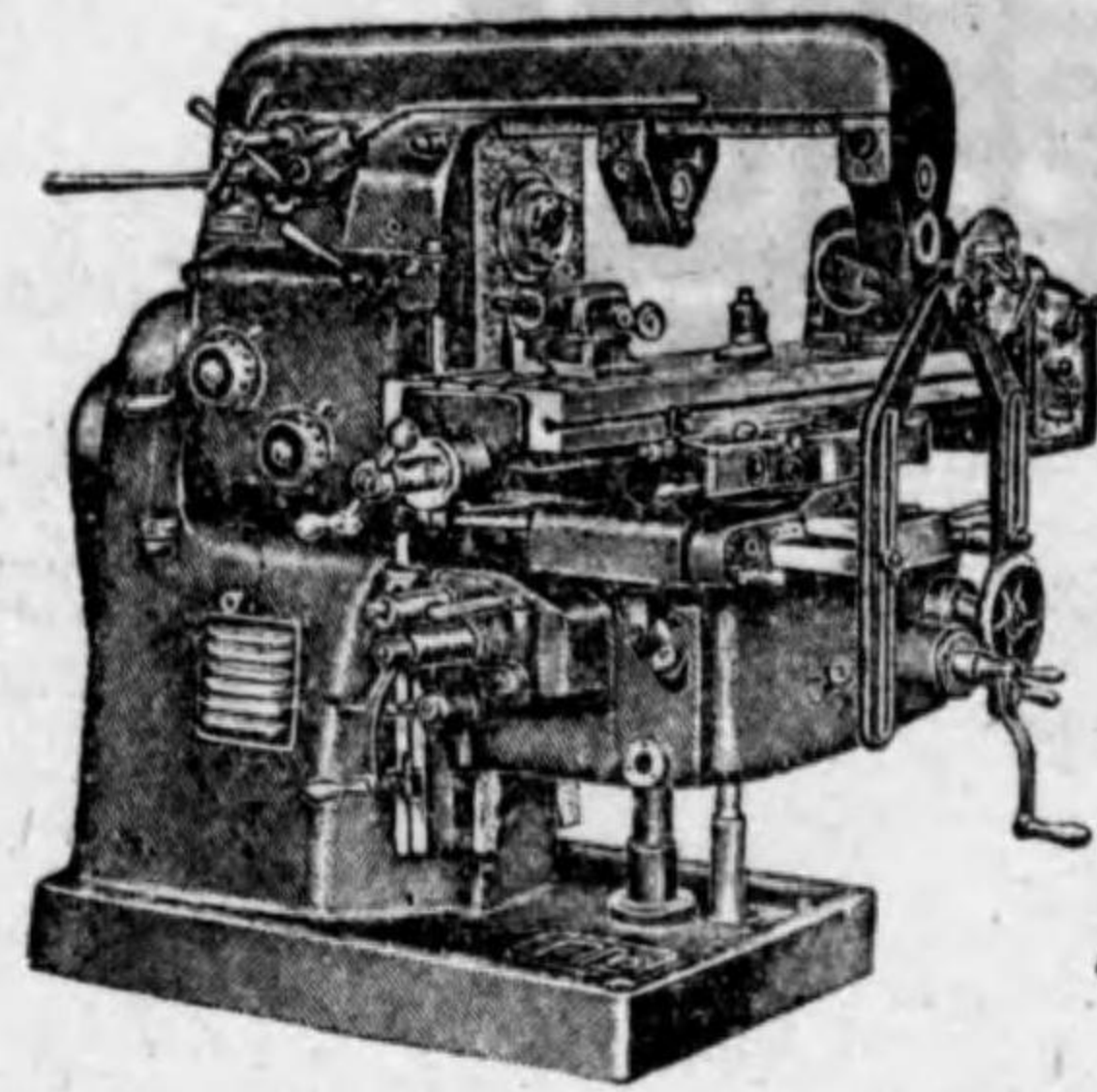
等であつて、夫々特殊な目的の装置を有する。最新式のものには、テーブル送り、速度、主軸運動其他の操作が一切電氣的に動くやうに改良されたものもある。

フライス盤の原理は全部に共通であるから、本書には、動膝型と單動型に就いて述べる。

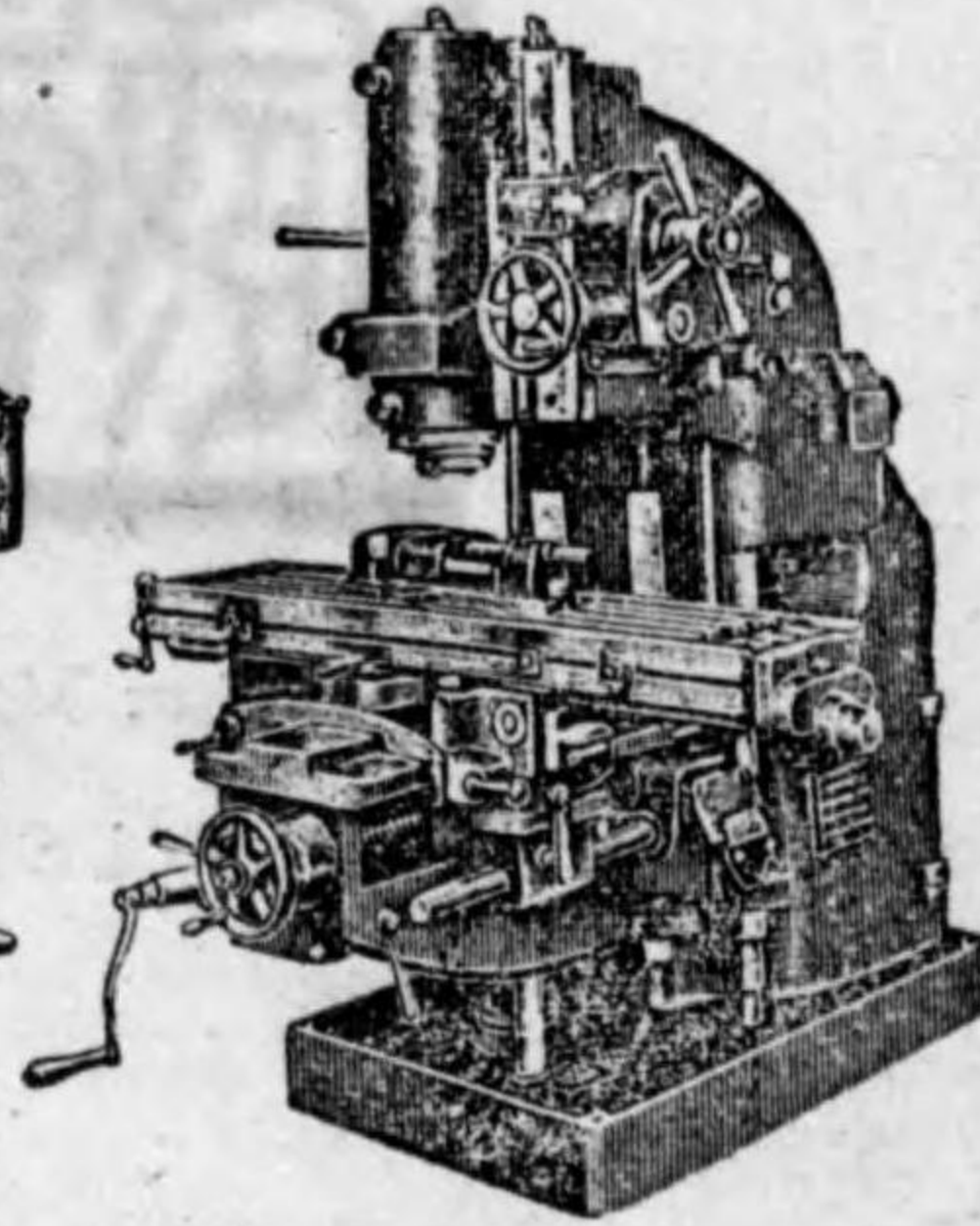
## 第1節 動膝型フライス盤

動膝型フライス盤(Column and Knee Milling Machine コラム・アンド・ニー・ミリング・マシン)には主軸(Spindle スピンドル)を取付けた丈夫な圓柱(Column コラム)と上下に調節

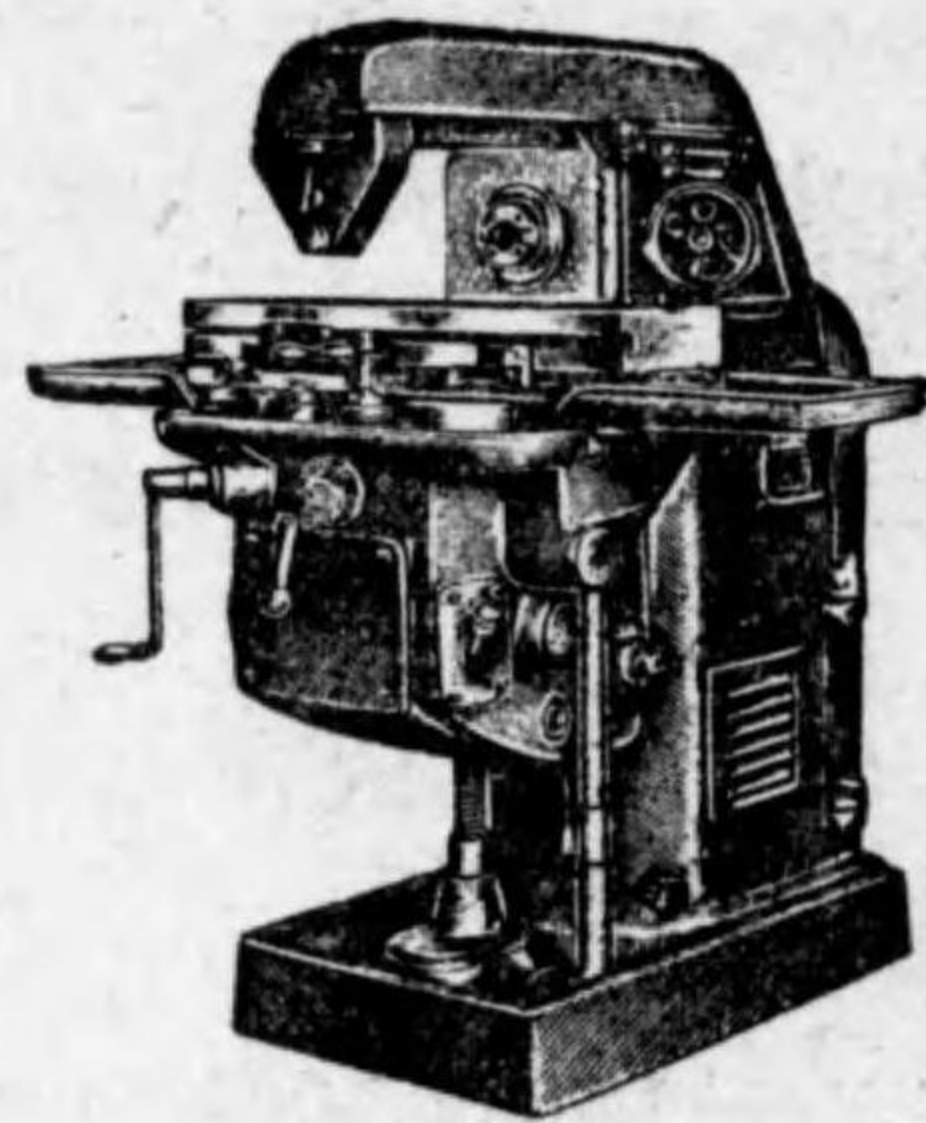




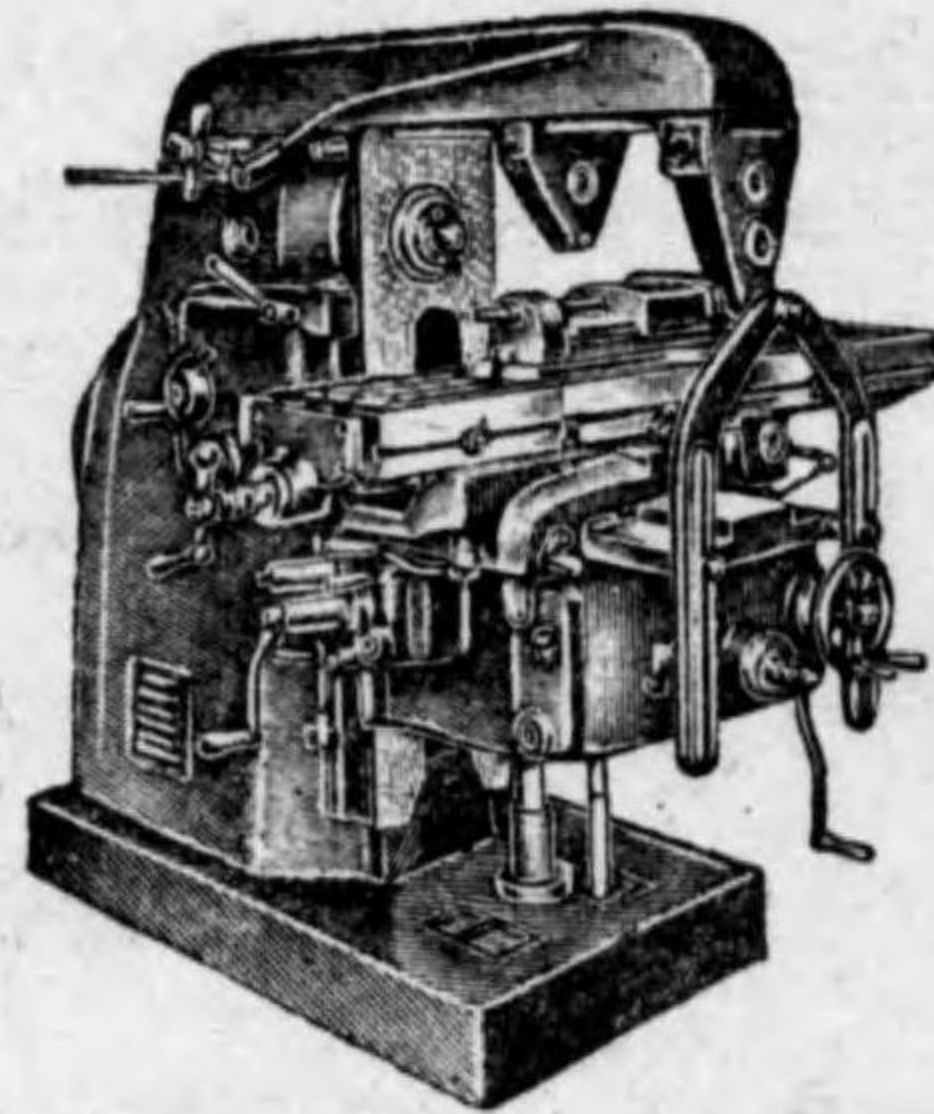
第1圖 萬能フライス盤



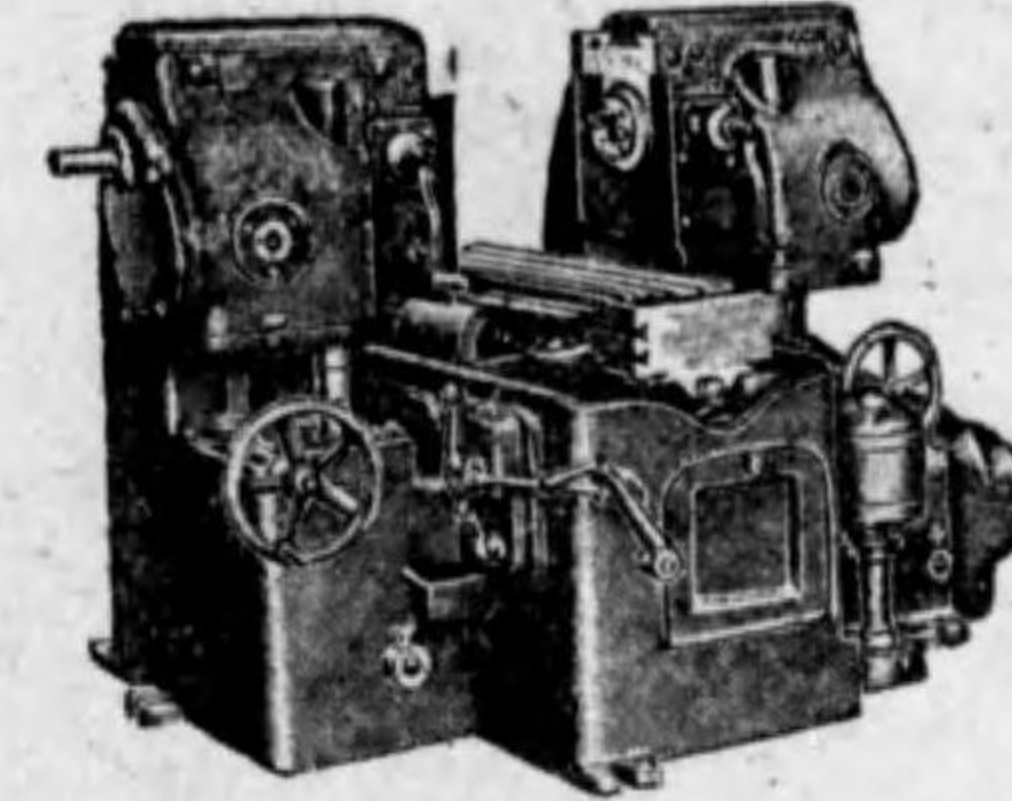
第2圖 堅フライス盤



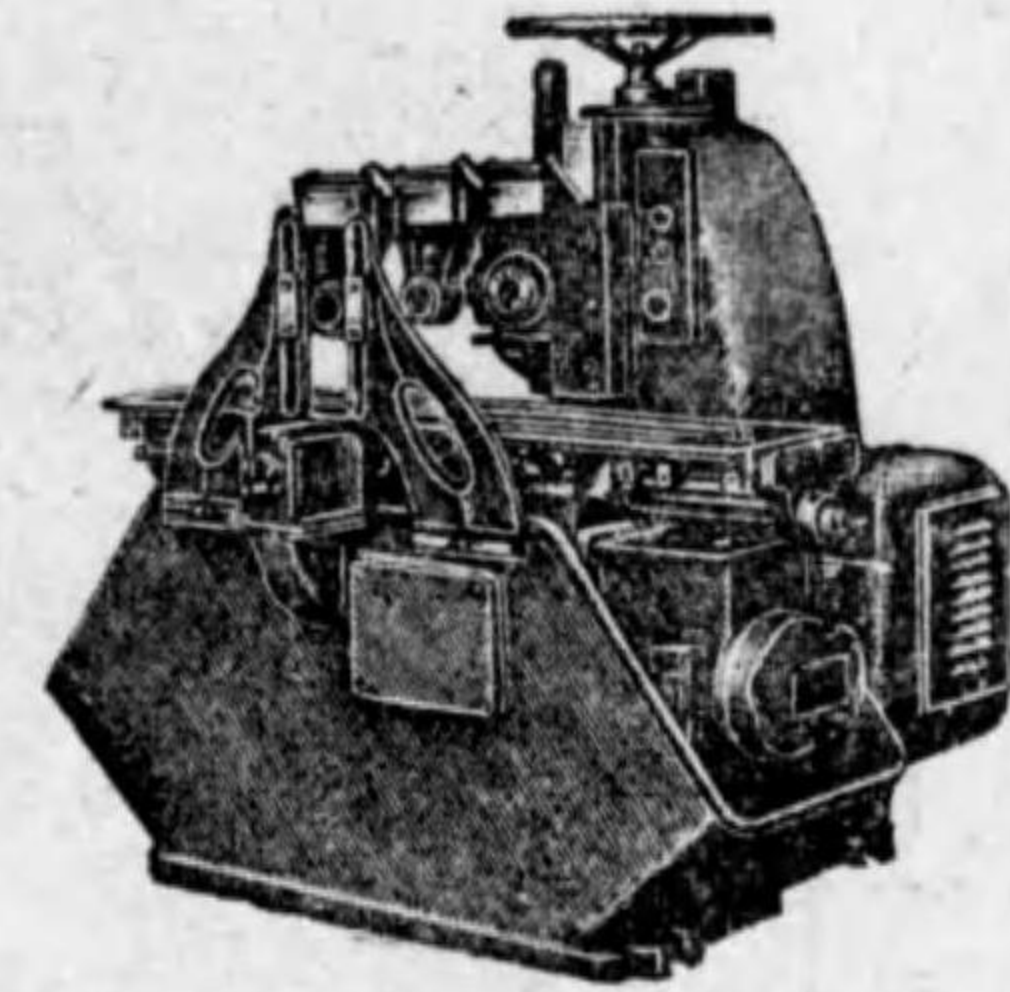
第3圖 自動フライス盤



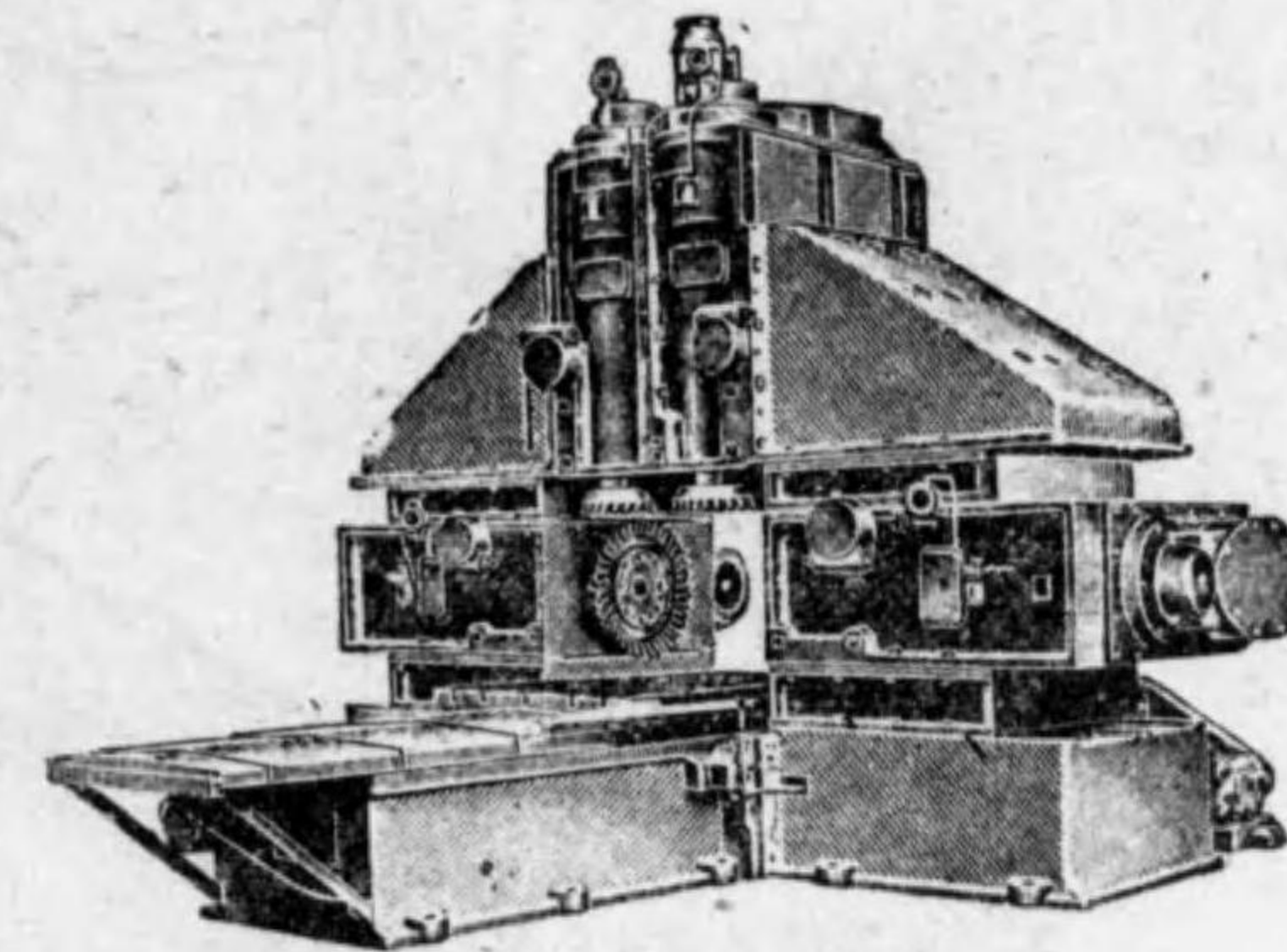
第4圖 横フライス盤



第5圖  
組合せ型フライス盤

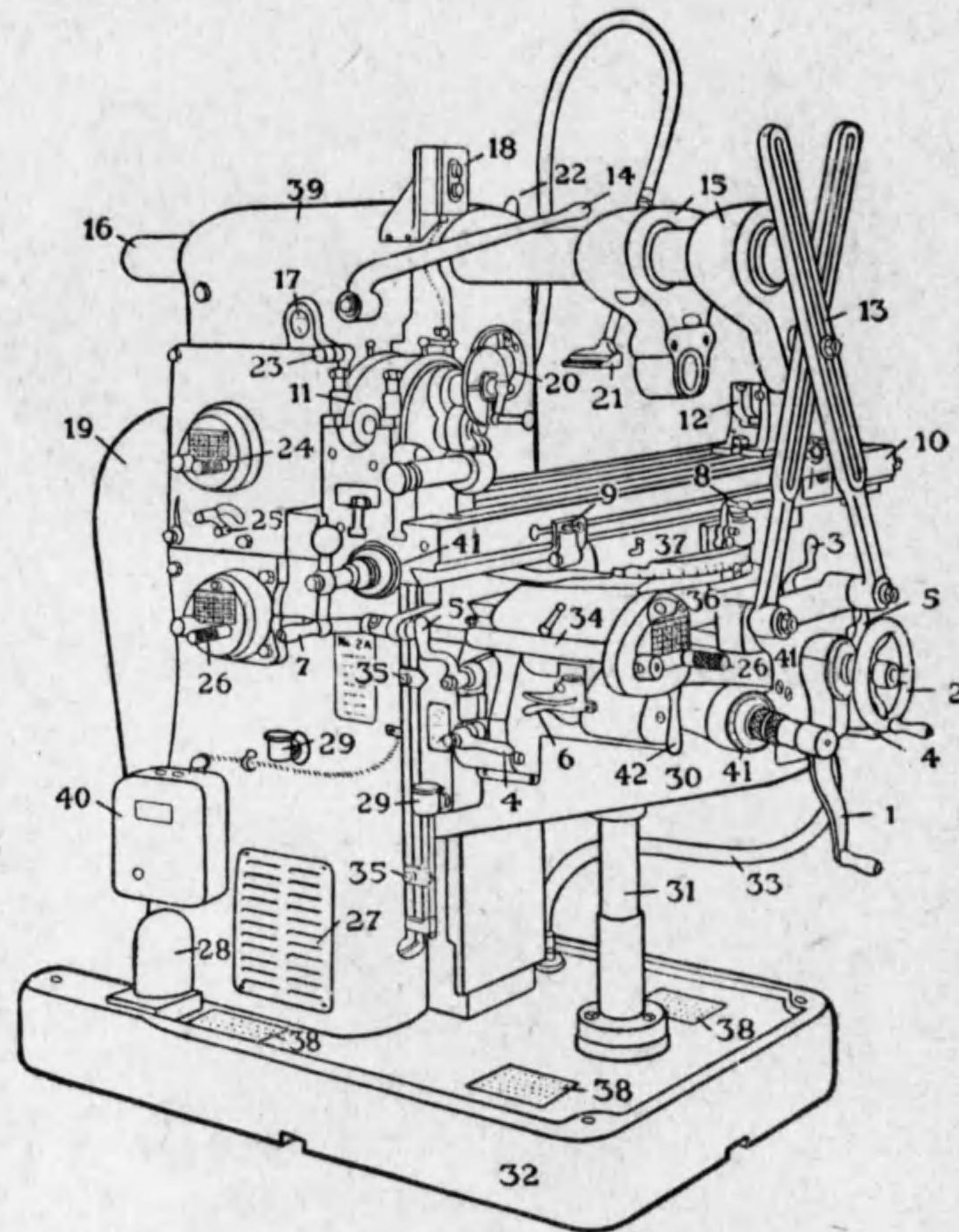


第6圖  
リジッド型フライス盤



第7圖 平削型フライス盤





第8圖

電動式萬能フライス盤の各部名稱

- |                  |                   |
|------------------|-------------------|
| 1) 上下調節用手動クランク   | 22) オーバー・アーム締付レバー |
| 2) 横方向調節ハンドル車    | 23) 後列歯車レバー       |
| 3) 自動縦送りレバー      | 24) 主軸速度変換レバー     |
| 4) 自動上下送りレバー     | 25) 主軸逆轉レバー       |
| 5) 自動横送りレバー      | 26) 送り変換レバー       |
| 6) 横及上下送り締付      | 27) 電動機箱空気抜き      |
| 7) テーブル縦送り手動クランク | 28) 電動機鎖調整車覆      |
| 8) テーブル縦送りレバー    | 29) 油溜孔詰物         |
| 9) テーブル送り止め金     | 30) 膝             |
| 10) テーブル         | 31) 膝上下用ねじ        |
| 11) 割出臺          | 32) 臺             |
| 12) 心押臺          | 33) 冷却液戻り自在管      |
| 13) アーム・ブレース     | 34) 送り変換軸         |
| 14) 始動レバー        | 35) 上下送り止め金       |
| 15) オーバー・ヨーク     | 36) 鞍             |
| 16) オーバー・アーム     | 37) 廻り臺           |
| 17) 給油器壓力計       | 38) 油濃過網          |
| 18) 電動用スイッチ      | 39) 栓             |
| 19) 安全覆          | 40) 電動機制御器        |
| 20) 標準主軸端        | 41) 手動調整ダイヤル      |
| 21) 冷却液配給ノズル     | 42) 膝固定レバー        |



出来る膝 (Knee ニー) に支へられたテーブル (Table) がある。テーブルは主軸と平行に、或は主軸と直角に、水平運動をする。テーブルが上下、横及び縦に動くやうになつてゐるのは、此の型の特徴である。並 (Plain プレイン)、萬能 (Universal ユニバーサル)、堅 (Vertical パーチカル) 及び自動 (Automatic オートマティック) 型等の種類がある。

### 第2節 単動型フライス盤

このフライス盤の特徴は、テーブルの高さが固定してゐる點である。主軸臺は上下に調節出来るし、横動きも多少出来る。構造が堅牢で操作が簡易な點がよい。リンカン型 (Lincoln type リンカン・タイプ)、兩頭型 (Duplex type デュプレックス・タイプ) 及び自動型 (Automatic type オートマティック・タイプ) がある。

### 第3節 単動平型フライス盤

この型では、テーブルの送り (Feed フィード)、速度 (Speed スピード)、及主軸運動等一切が、電氣的に操作されるので、比類なき速度及正確度が得られる。送り及速度の範圍が非常に廣い爲に各種の作業に適し、テーブルの自動的戻り運動は、必要に応じて粗削りと仕上切削を二倍の送りと速度とを使用して一回の取付で爲すことが出来る。

## 第2章 カ ッ タ

### 第1節 カ ッ タ 材 質

フライス盤用カッタ (Milling Cutter ミリング・カッタ) の型式は、フライス削り作業の目的に従つて、非常に種類が多い。普通カッタの材質は、炭素鋼か高速度鋼かである。高速度鋼は高價ではあるが、耐久力が勝れてゐるので、廣く使用されてゐる。大型カッタは、機械用鋼又は鑄鐵の圓筒に高速度鋼の刃を植えつけて製作する。

#### 第1項 炭化タングステン

炭化タングステン (Tungsten Carbide タングステン・カーバイド) はタンガロイ、トリディア、キゲタロイ、ウィディア、カーボロイ、等の商品名で市場にある。之は、タングステン (Tungsten)、炭素 (Carbon)、コバルト (Cobalt) の合金で、カッタ材としては比較的新しいものである。非常に高價なので普通鋼製の柄 (Shank シヤンク) の末端に矩形状のものを植え込んで用ひる。炭化タングステンは亦、カッタの直徑が比較的小さくて植込刃が困難な場合には、硬質カッタ刃として先端に鑲附した所謂附刃カッタとして使用する。稍脆い爲にカッタの刃先は補強する必要がある。炭化タングステン附刃カッタは、概ね鑄鐵及び非鐵金屬の切削に使



用する。このカッタは高速度鋼以上の高速度で操作出来る。

炭化タングステンにタンタラム又はチタニウムを加へると、カッタに依る金属の過度の窪みや盛りや高い磨擦熱等が防止出来る。

炭化タングステンは極度に硬質の爲、仕上げは研磨以外では不可能であり、而も特殊砥石車を用ひる。

### 第2項 ステライト

ステライト (Stellite) はクローム及びコバルトにモリブデン或はタングステンを加へた非鉄合金である。研磨以外では、鍛造又は切削が出来ないが、鑄造は容易に出来る。ステライト製附双カッタは高温度に於ても、切削能力を少しも失はないので、高速度鋼カッタ以上の高速度廻轉に堪える。小型カッタは、普通全部ステライト製であるが、大型のものは、鋼製圓筒にステライト製の刃を植えつける。

ステライト植刃カッタは自動車エンジンの鑄造物のフライス削り作業等の如き多量生産に適してゐる。

### 第3項 粗双カッタの特徴

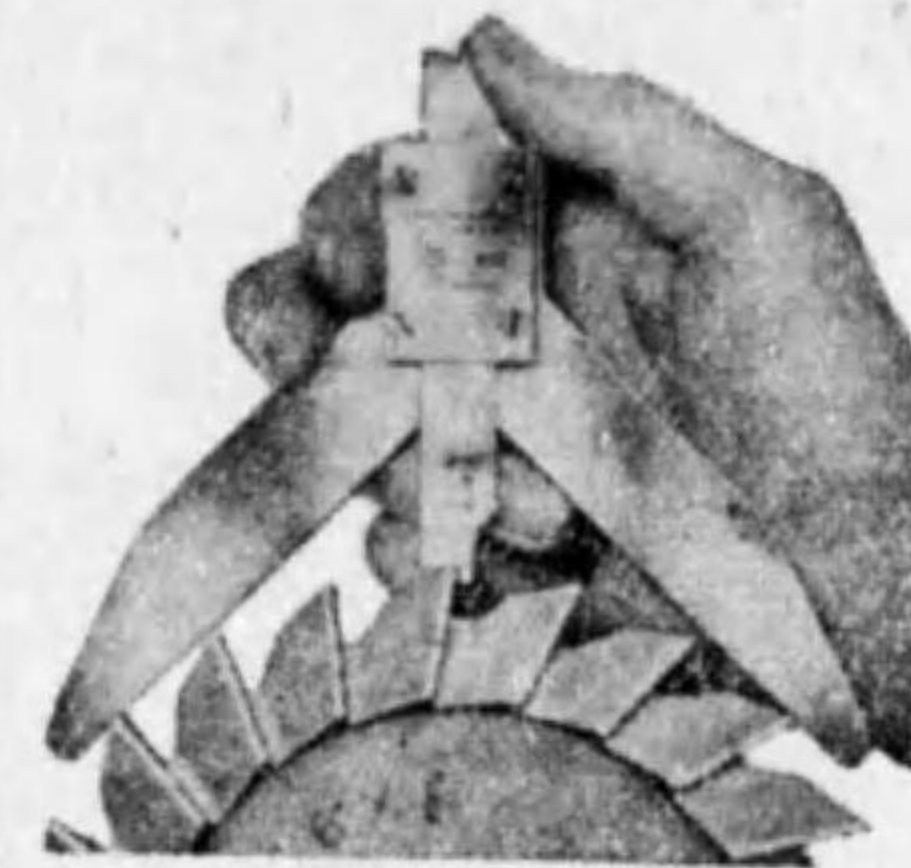
粗双カッタ改良進歩の目的とする所は工作物の精度を失はないで切削作業をすこぶる自由になし得る點にある。このカッタは、一定時間内に、カッタを磨耗せず且フライス盤に過重な抵抗を與へずに相當量の金属切削が出来る。

刃と刃の隙間の広いカッタでは、刃先を十分に補強出来るが、

刃と刃の隙間 (Clearance クリヤランス) が狭いと之は困難である。故にこのカッタは、深くて急速な切込みが出来る様に作つてある。

### 第4項 カッタの隙間

カッタを研磨するときには、第9圖に示した如く、必ず隙間 (Clearance クリヤランス) を考慮せねばならない。カッタ隙間即ち逃れ (Relief リリーフ) とは、刃先の背面から削り取つた分量を言ふ。隙間は、刃先が切削をした後に工作物の仕上面を引搔かない爲に作つてある。總型カッタ (Formed Cutter フォームド・カッタ)



第9圖  
カッタ隙間ゲージを使用して隙間の検査をする

及齒切りカッタ (Gear Cutter ギヤ・カッタ) では、再び研磨する場合には、隙間を考慮する必要がない。刃面を半径方向に研磨すると、隙間はいつも一定に保たれる様に齒の形が作つてある。

隙間の角度は、カッタ直径に左右され、小型カッタでは大型カッタよりも角度が大きくなければならない。平型フライス型のカッタ刃の隙間角度は、直径3吋以上のカッタでは  $4^\circ$ 、直径3吋以下のカッタでは  $6^\circ$  とする。刃の先端、ランド (Land) は隙間を研磨する前に、0.3~0.5 吋の中を必要とする。尙、小型の底双カッタ (End Mill エンド・ミル) 及其他の小型カッタの場合は、研

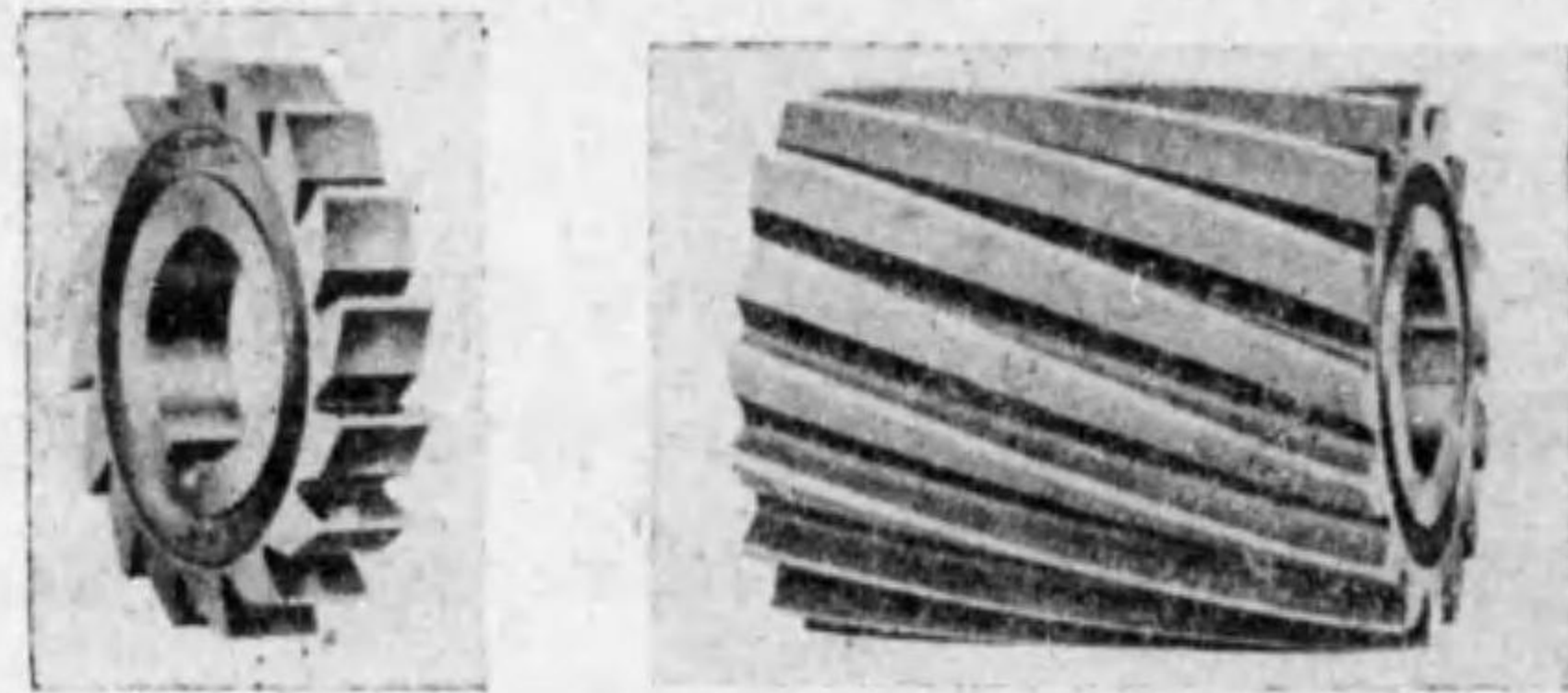


磨したランドの脊隅 (Back Corner バック・コーナー) を、カッタの刃先より低くするために、 $6^\circ$  以上にすることが多い。底双カッタの底刃 (End Teeth エンド・ティース) の隙間は約  $4^\circ$  とし、歯は稍凹形にして、外側よりも中心近くに於て 0.001 又は 0.002 吋低くすることが必要である。さうすると、刃の内側の端が工作物に引つかゝることがない。カッタ研磨盤のスキベル (Swivel) は  $90^\circ$  より少し大きく取付ければよい。カッタの隙間が大き過ぎると、操作中振動が生じ易く、ためにカッタは直立が出来ない。

## 第2節 カッタの種類

### 第1項 平削りカッタ

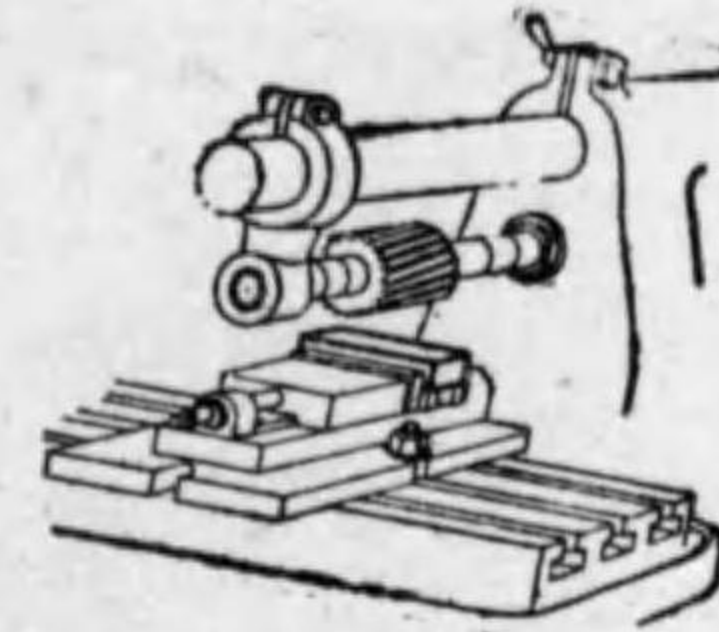
第10圖に示す平削りカッタ (Plain Milling Cutter プレイン・



第10圖 平削りカッタ

ミリング・カッタ) は平面の切削に使用する。巾  $\frac{3}{4}$  吋以上の平削りカッタ (第10圖右) は刃が捩れ刃 (Spiral スパイラル) に切つてある。捩れ刃は、切削が容易で、フライス心棒 (Arbor アーバ

ー) を振る傾向が少い。一つの刃の一部分が、常に工作物に接觸して居るから、均等した切制作業に役立つのである。



第11圖  
平削りカッタの使用例



第12圖  
粗双平削りカッタ

捩れ平削りカッタ (Helical Plain Milling Cutter ヘリカル・プレーン・ミリング・カッタ)

この新型カッタは深い切込みに、ビビリも伴はず、立派な仕上削りをする獨特の性能をもつてゐる。孔型、軸型の二種がある。



第13圖

錐揉みした孔を仕上げる場合、又は 捩れ平削りカッタ (孔型) 工作物の一端から直接孔あけする内面仕上削り作業には、軸型捩れ平削りカッタが適してゐる。捩れ角の大きなカッタは剪断作用を生じ、之は切削を容易にし 仕上げを良くさせる。切込み刃は切削を圓滑にする。



第14圖 捩れ平削りカッタ (軸型)



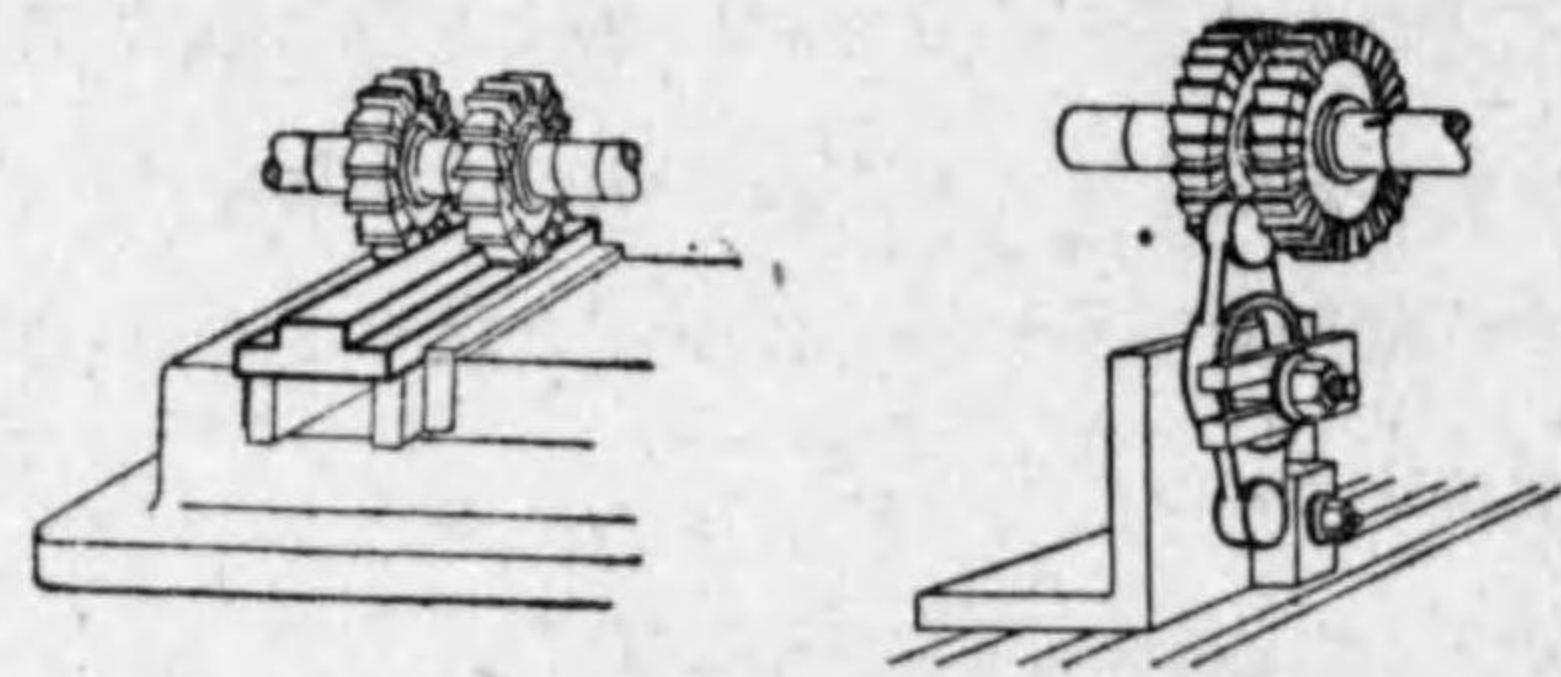
## 第2項 側 双 カ ッ タ

側双カッタ (Side Milling Cutter サイド・ミリング・カッタ) はカッタ軸と垂直な側面を切削りする場合に使用する。第15圖



第15圖 側双カッタと其の使用例

に示す如く兩側面と周圍に刃を有するもので、多く、ナット(Nut)、ボルトの頭(Bolt Head ボルト・ヘッド)の如き工作物を切削する場合には一對にして用ひる。即ち中間に空間を作つて二個の側双カッタを装置したものを跨りカッタ (Straddle Milling Cutter ストラドル・ミリング・カッタ) と言ふ。跨りカッタは第16圖に示してある。



第16圖 跨りカッタの使用例

波形側双カッタ (Staggered Tooth Side Milling Cutter)

第17圖の如く刃は左右交互に振れ、切込(Undercut アンダ・カッタ)に相當の角度がつけてあるから、このカッタは激しい振動やびびりもなく切削操作も大きく出来、大量の金屬を切削出来

第17圖  
波形側双カッタ

る。而も仕上がりがよい。切削運動が自由であるから、速度と送りを増大することが出来る。故に普通のカッタを使用しては困難な深い切込をこのカッタでは容易にすることが出来る。元來は鋼の深い切削用のものであるが、浅い切削にも適する。深さの違つた切込をする工作物には便利である。

片側双カッタ (Halfside Milling Cutter ハーフサイド・ミリング・カッタ)

このカッタ(第18圖)は車轂(Boss ボス)の仕上切削の如く、片側切削作業の全部に適する。同時に底仕上を要しない一定の巾を保持すべき溝 (Slot スロット) の切削に、一對にして使用しても良い。第8圖の先の披れと側面の切込に注意せられたい。之の爲に刃は能率のよい切削作業をする事が出来るのである。

第18圖  
片側双カッタ

抱合はせ側双カッタ (Interlocking Side Cutter インターロック



キング・サイド・カッタ)

第19圖は刃を抱合はせて作つたもので、片側双カッタの特徴即ち刃の捩れと切込による能率的な切削ばかりでなく溝巾を一定にすると同時に底を仕上げるのに適してゐる。



第19圖 抱合はせ側双カッタ

第3項 山形カッタ



第20圖 山形カッタ

山形カッタ (Angular Cutter アンギュラー・カッタ)

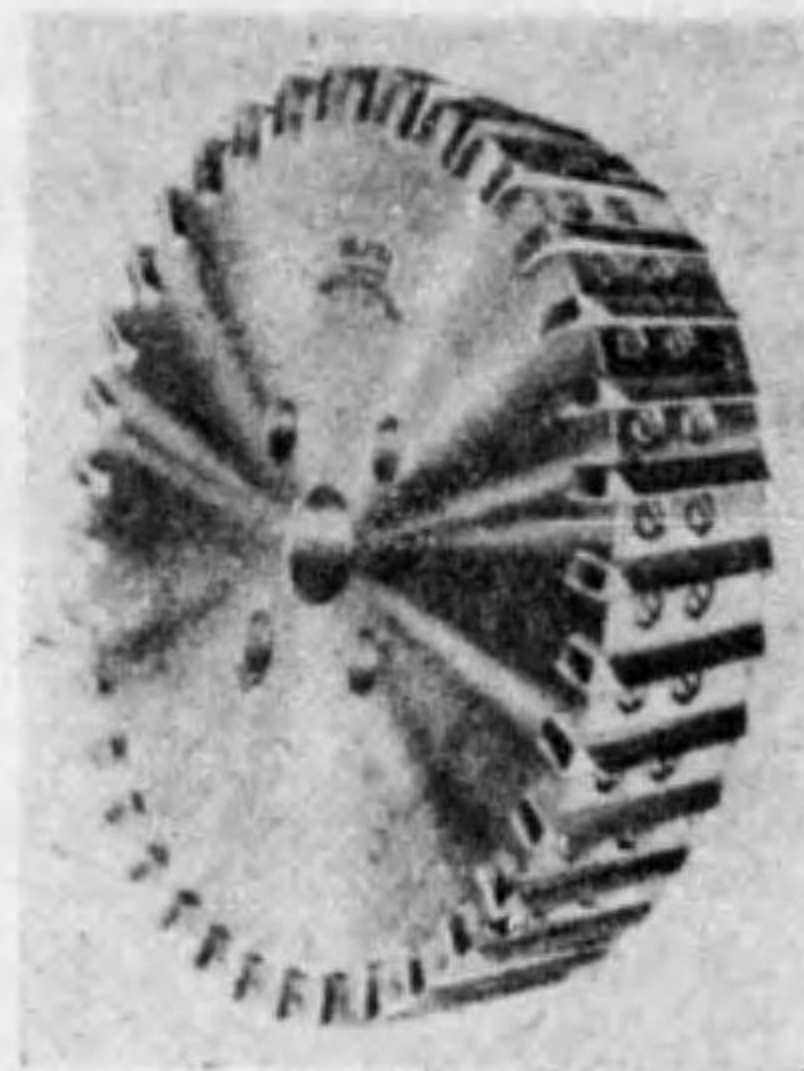
は第20圖の如く、一定の平面を切削する場合、例へばカッタミル (Mill) の刃などを切削するとき使用する。角度は通常 45° か 60° で、左勝手、右勝手の二種がある。複山形カッタ (Double Angle Cutter ダブル・アングル・カッタ)

もあるが、之は 45°, 60°, 90° の角度をもつ。

第4項 正面カッタ

植込み双カッタ (Inserted Tooth Milling Cutter インザーテッド・ツース・ミリング・カッタ)

直径8吋以上の大型カッタは、通常植込み双カッタである。(第21圖) 鋼製カッタ胴體の外周の溝に刃を植



第21圖 植込み双正面カッタ

え込んで作る。刃の材質は炭素鋼又は高速度鋼で、時にステライトか炭化タングステンで刃先を鑢付することもある。

大型正面カッタと側双カッタは、多く植込みカッタである。

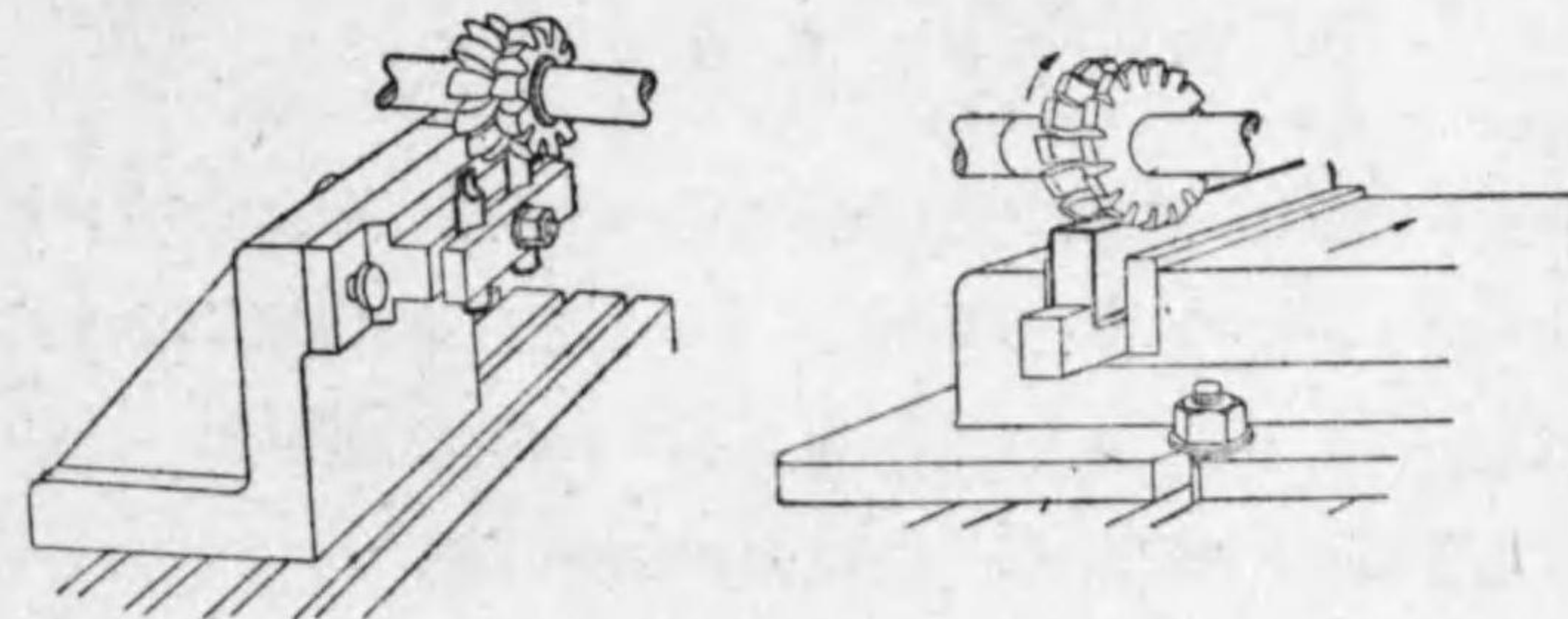
第5項 總形カッタ

總形カッタ (Formed Milling Cutter フォームド・ミリング・カッタ) は、曲面又は不規則な面の切削に使用する。タップ (Tap)、リーマ (Reamer) 及披れ錐 (Twist Drill ツウィスト・ドリル)



第22圖 總形カッタ

等に刃溝をつけ、或は鎖齒車 (Sprocket プスロケット) や齒車 (Gear ギヤ) の齒切り等、極めて用途が廣い。刃先は半径方向に研磨する。故に形状は決して變らないし隙間も同一である。これ



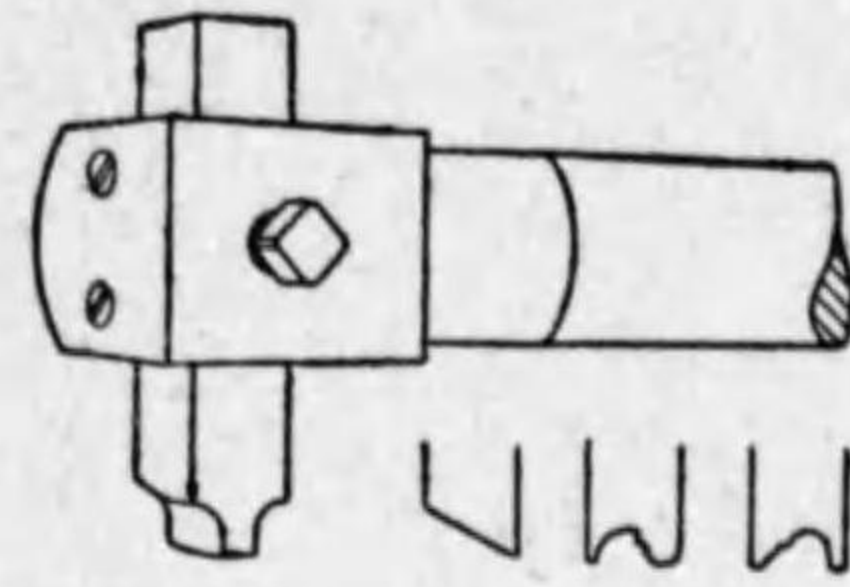
第23圖 總形カッタの使用例



は各刃先の二番取に依るものである。

### 第6項 舞ひカッタ

舞ひカッタ (Fly Cutter フライ・カッタ, Fly Tool フライ



第24圖

・ツール)は、一種變形カッタで、切削作業の必要に応じて其時々に対応して作る。即ち普通手造りの一枚刃で一個か二三個の工作物切削に使用する。舞ひカッタの利點は、容易に且經濟的に之を作り得る所にある。先づ必要な形狀に依り、適當な切削隙間をつけてその後、焼入れ、焼戻しをして刃を研磨する。

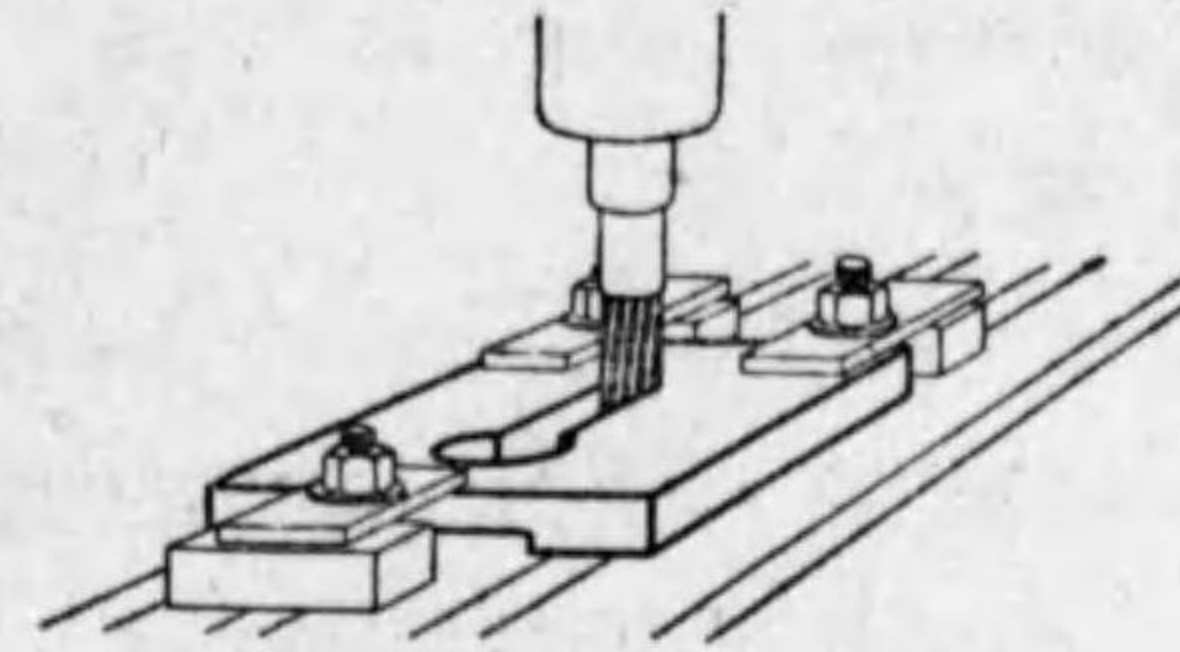
### 第7項 底刃カッタ

底刃カッタ (End Mill エンド・ミル)は外周と底面にも刃のあ

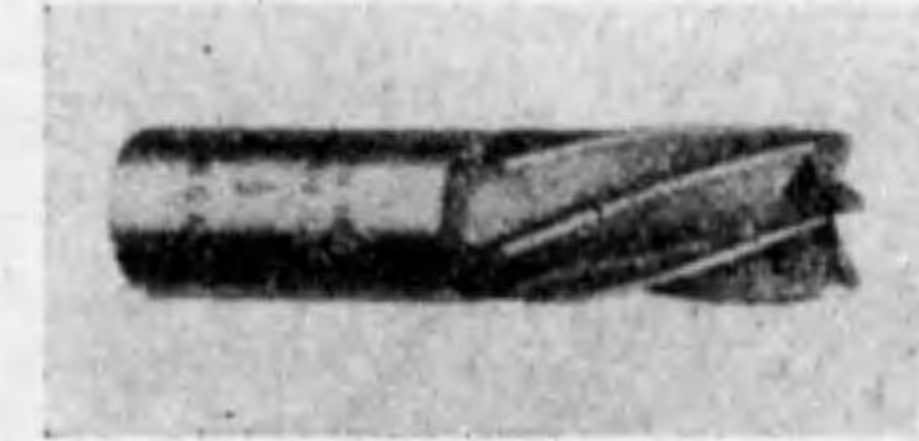


第25圖 換れ底刃カッタ

るカッタである。普通の型は主軸のテーパ孔に嵌るブラウン・シャープ・テーパ柄 (Shank シヤンク)と、タング (Tang) から成る。カム・ロック用の溝を有するフライス盤用標準テーパ柄附底刃カッタと同様に、直柄 (眞直な柄) 底刃カッタ及びモールス・テーパ柄附底刃カッタ、等色々な大きさのものを使用す

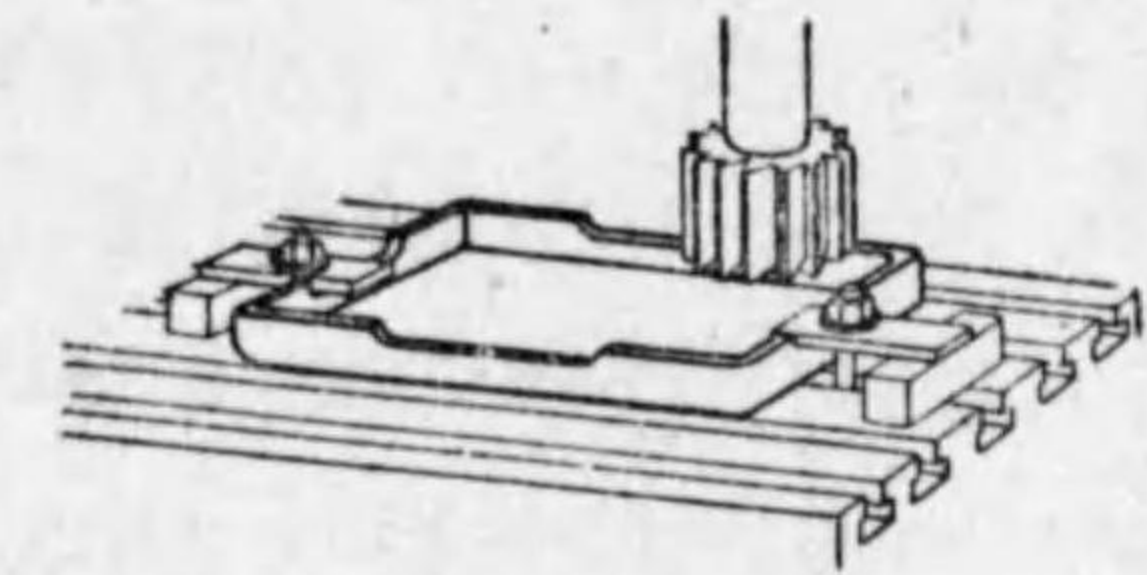
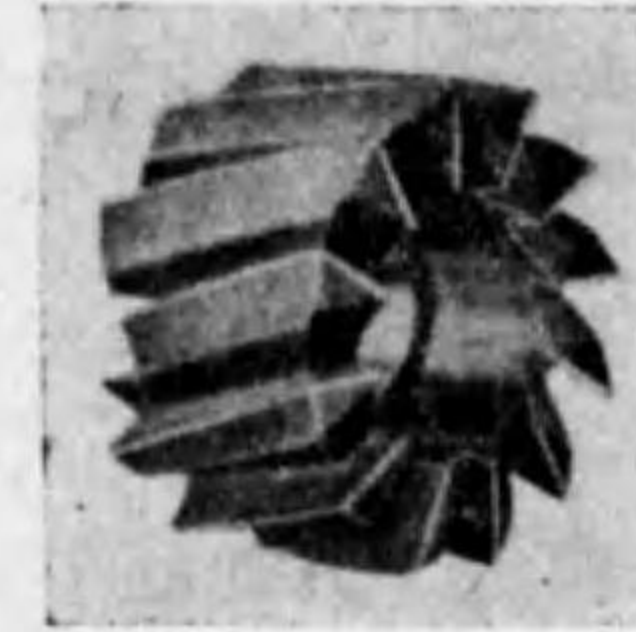


第26圖 底刃カッタの使用例



第27圖 直柄底刃カッタ

る。底刃カッタは概ねその端面で、カッタ軸に直角に切削作業をする。筒型底刃カッタ (Shell End Mill シェル・エンド・ミル)には孔があり、特殊な軸を用ひる。



第28圖 筒型底刃カッタとその使用例

二枚歯底刃カッタ (Two Lipped End Mill ツー・リフト・エンド・ミル)

この底刃カッタは、金屬に溝を切削する場合に用ひる。この場合には、溝を完成する前に豫め數箇所を孔を穿ち數回にわたり切削する。之は高速度廻轉を必要とし、切込みは最も深い所はカッ



第29圖 二枚底刃カッタ



タ直径の二分の一迄金属片から削り取る事が出来る。

第8項 丁溝カッタ

丁溝カッタ (T Slot Cutter テー・スロット・カッタ) は主として丁溝切削に使用する。柄 (Shank シヤンク) に小型の互ひ違

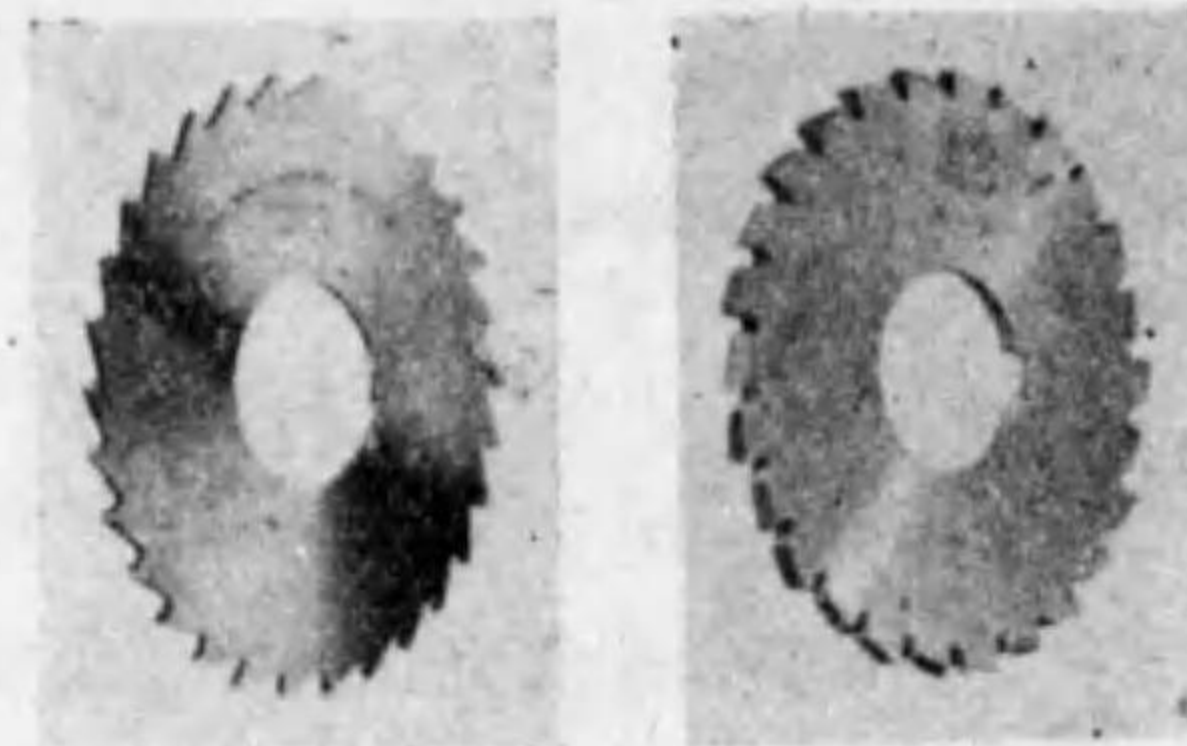


第30圖 丁溝カッタとその使用例

ひカッタを附したものである。切込みは軸に直角である。

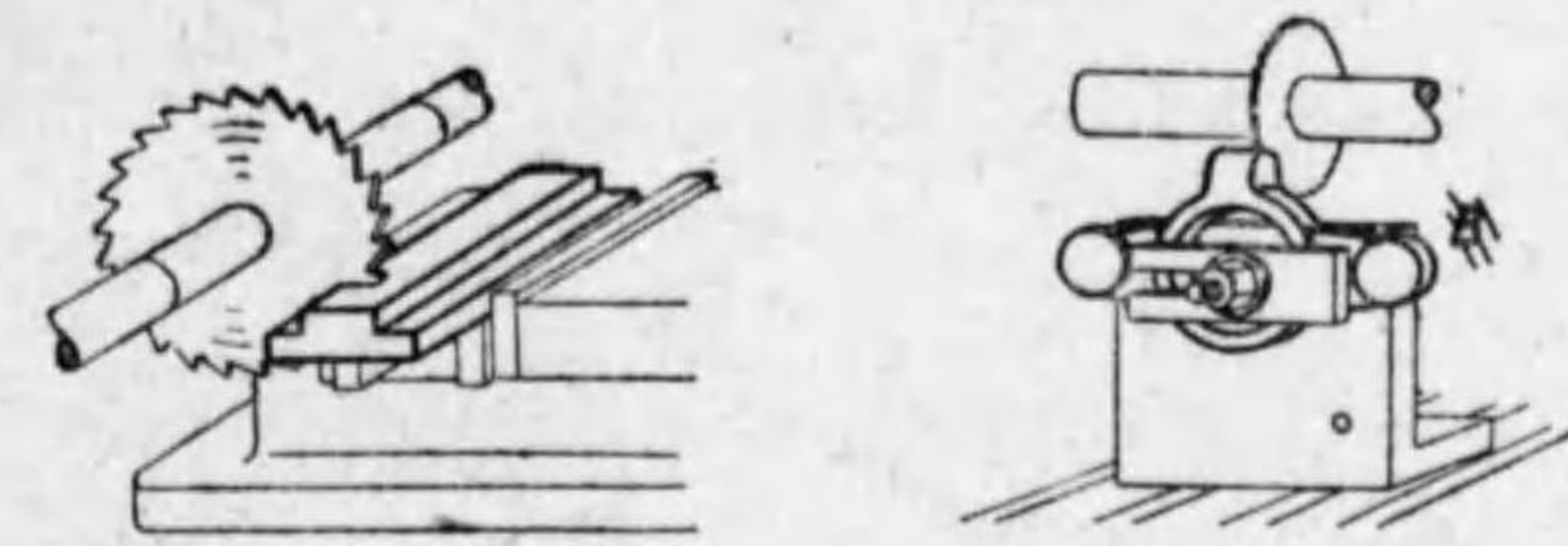
第9項 金 鋸

摺割金鋸 (Metal Slitting Saw メタル・スリッティング・ソー) は圓板状の薄いカッタである。(第31圖) 側面を研磨し深い



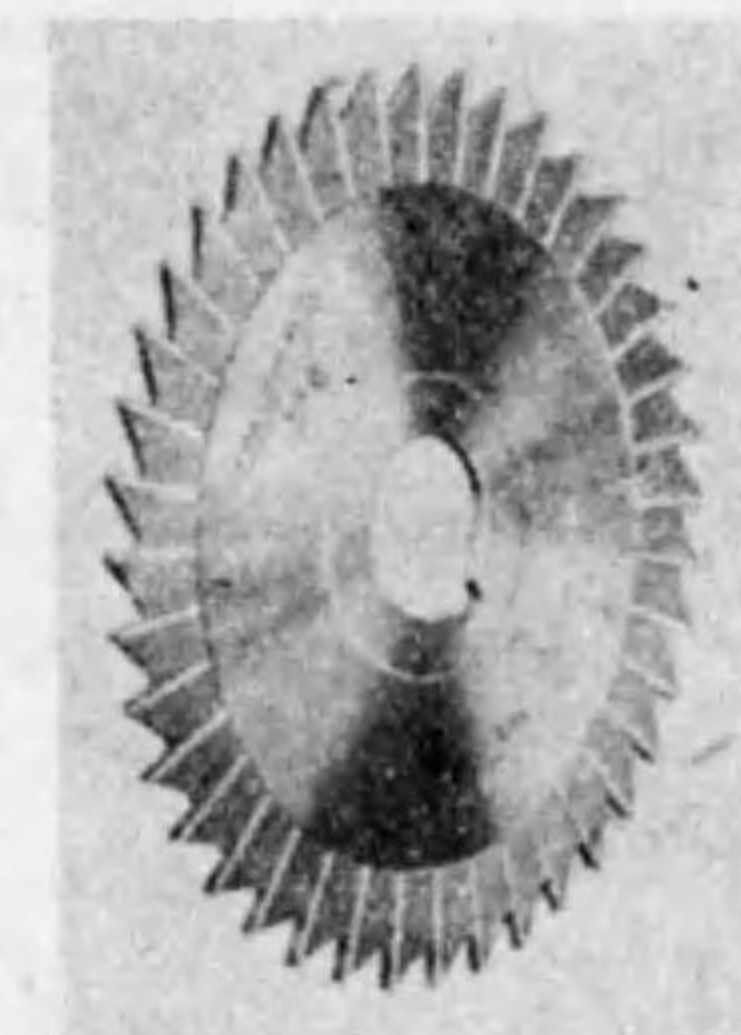
第31圖 摺 割 金 鋸

切込みをするには、適当な隙間(Clearance クリヤランス)を與へる爲、中心部よりも外側の肉が厚目に作つてある。或る種の鋸(第33圖)は、サイド・チップ・クリヤランス(Side Chip clearance)



第32圖 金鋸の使用例

のある刃で出来、鋸屑を切り散らし抵抗を除く。鋼及軟金属を挽く鋸は面取りした交互に對ひ違ひの刃を有するカッタ型か、又は各交互の刃がV型をなし、刃の先端が直刃の刃先迄伸びてゐる總形カッタ型がある。

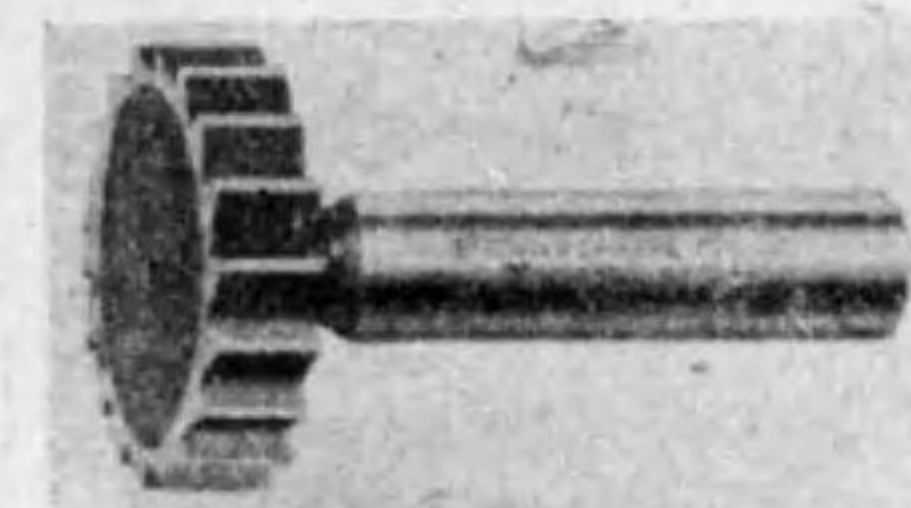


第33圖

サイド・チップ・クリヤランス付金鋸

第10項 溝切りカッタ

普通の溝切りは、平削りカッタを使用するがウ



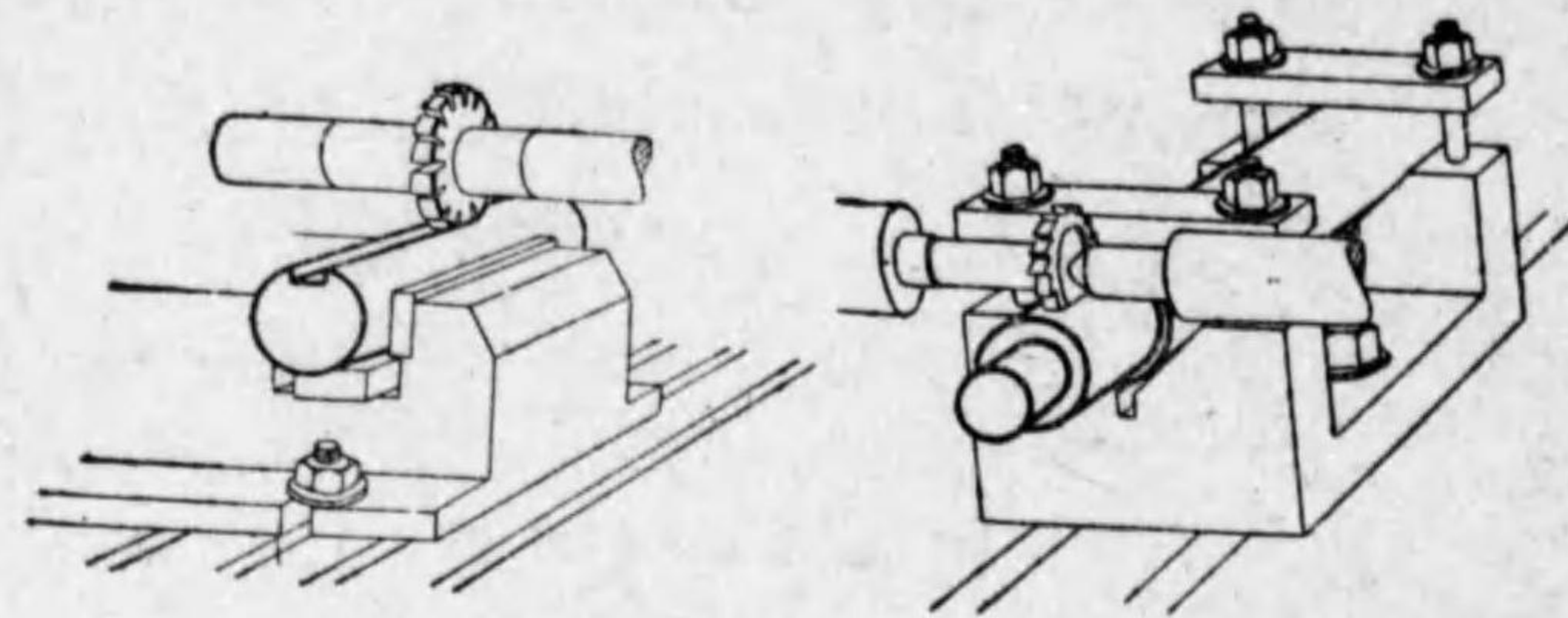
第34圖

ウッドラフ溝切りカッタ

ッドラフ溝切りには第34圖の如き特殊溝切りカッタがある。小型のものは柄がついてゐるが大型のものは、心棒 (Arbor アーバー) に嵌めて使用し、且波形刃をもつて

ゐる。





第35圖 溝切りカッタの使用例

### 第11項 齒切りカッタ

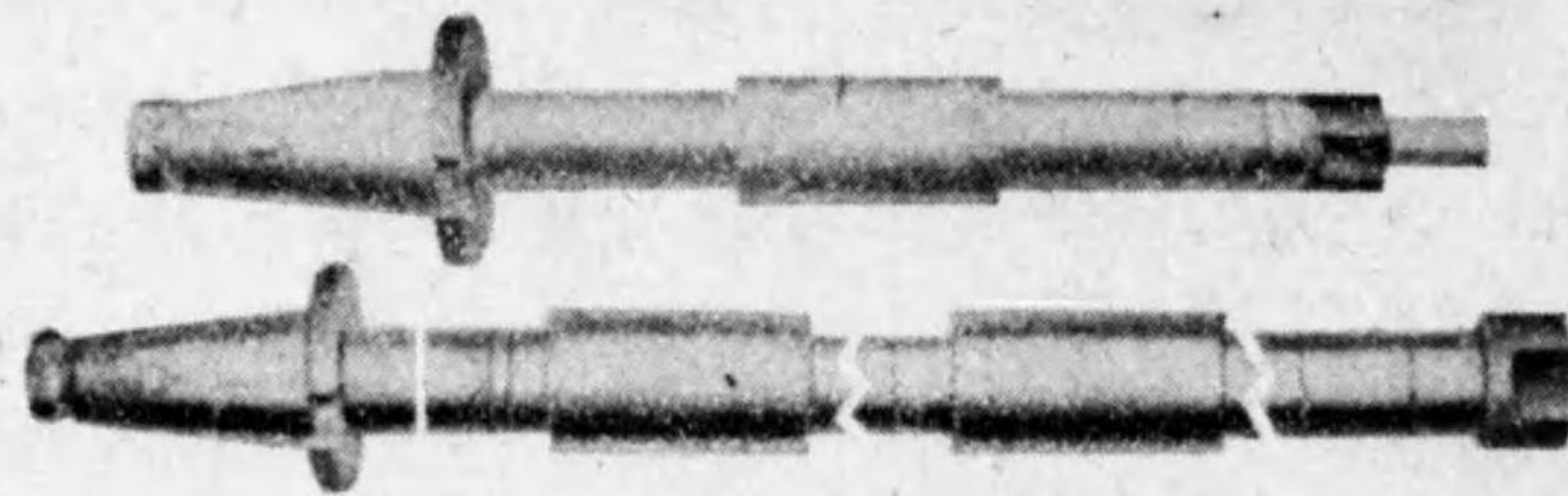
これは齒車 (Gear ギヤ) を切削する特殊カッタで、齒溝の形狀をなしてゐる。齒切りカッタ (Gear Cutter ギヤ・カッタ) には普通8種類ある。



第36圖 齒切りカッタ

### 第3節 カッタ心棒

第37圖はカッタ心棒 (Arbor アーバー) である。フライス盤主軸にあるテーパ孔に嵌る様なテーパの柄を一端に有する心



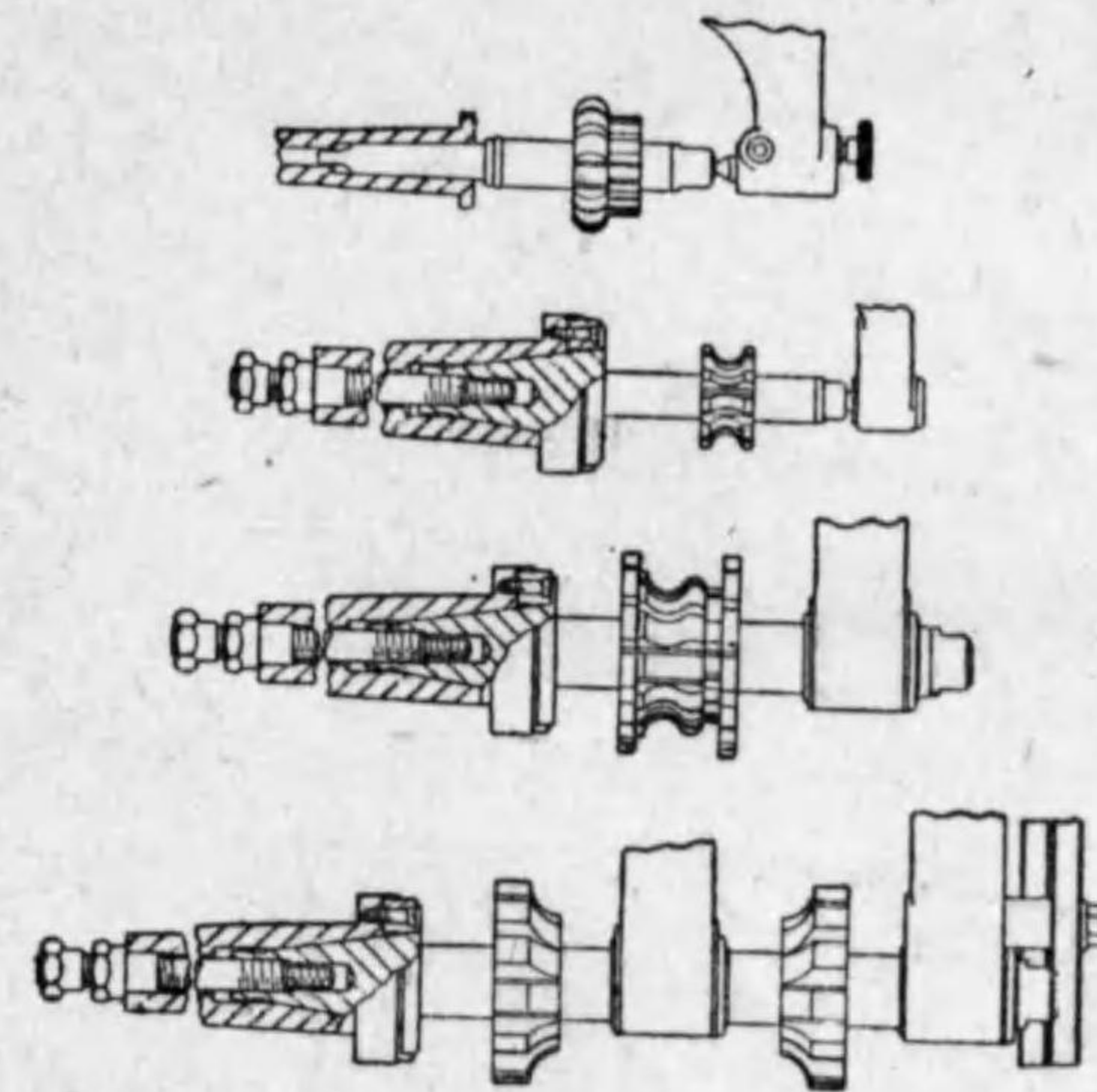
第37圖 カッタ心棒

棒で圓嚙形突起を有し、カッタの孔に嵌まる。又各種の厚みの鋼環を具へて居り、他端にある止めナットが、カッタに對し鋼環を締めつける。

大物工作用の心棒には、軸受 (Bearing ベアリング) が備へ付けてある、又ナット (Nut) よりも先端部に小型の軸受を備へてゐるものもある。

小物工作用の心棒は、端をナットで締めつけて廻轉しないやうにしてある。心棒のキー溝にはまるキー (Key) があつていつも使用する。

心棒は主軸 (Spindle スピンドル) の突貫孔を通り後方から打ち出して外す。



第38圖 カッタ心棒の使ひ方

ち出して外す。大物工作用心棒は普通ボルト (Bolt) によつて主軸のテーパ孔 (Taper Hole テーパー・ホール) に嵌め込む。但しこのボルトは、主軸の孔の後方から通す。ボルトのねぢは心棒

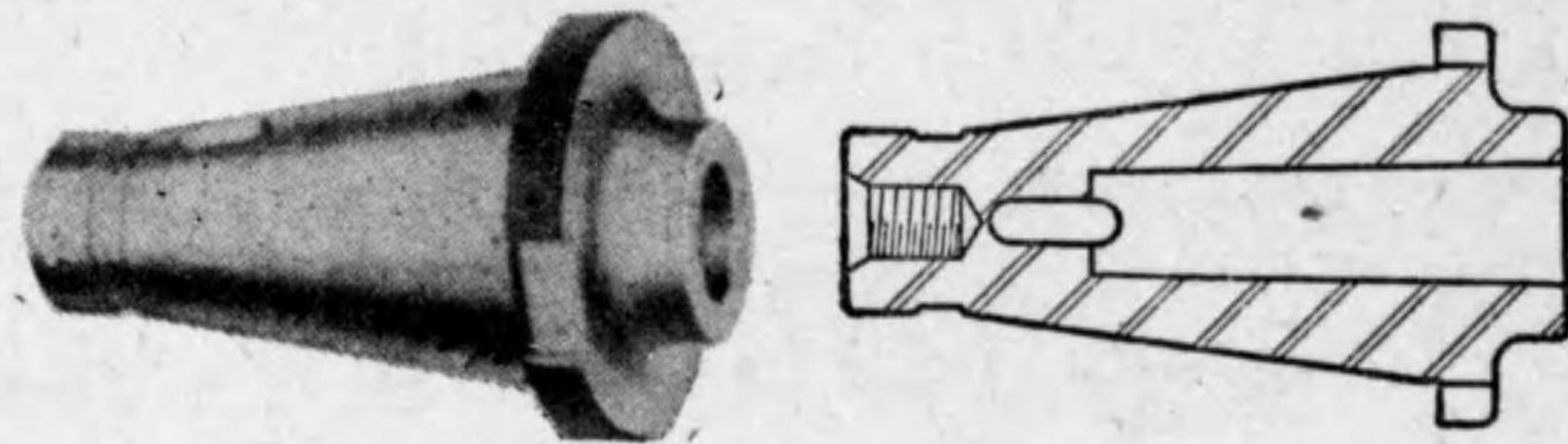
のテーパ柄のねぢ孔に噛み合ふ。心棒を外すには、ボルトを緩



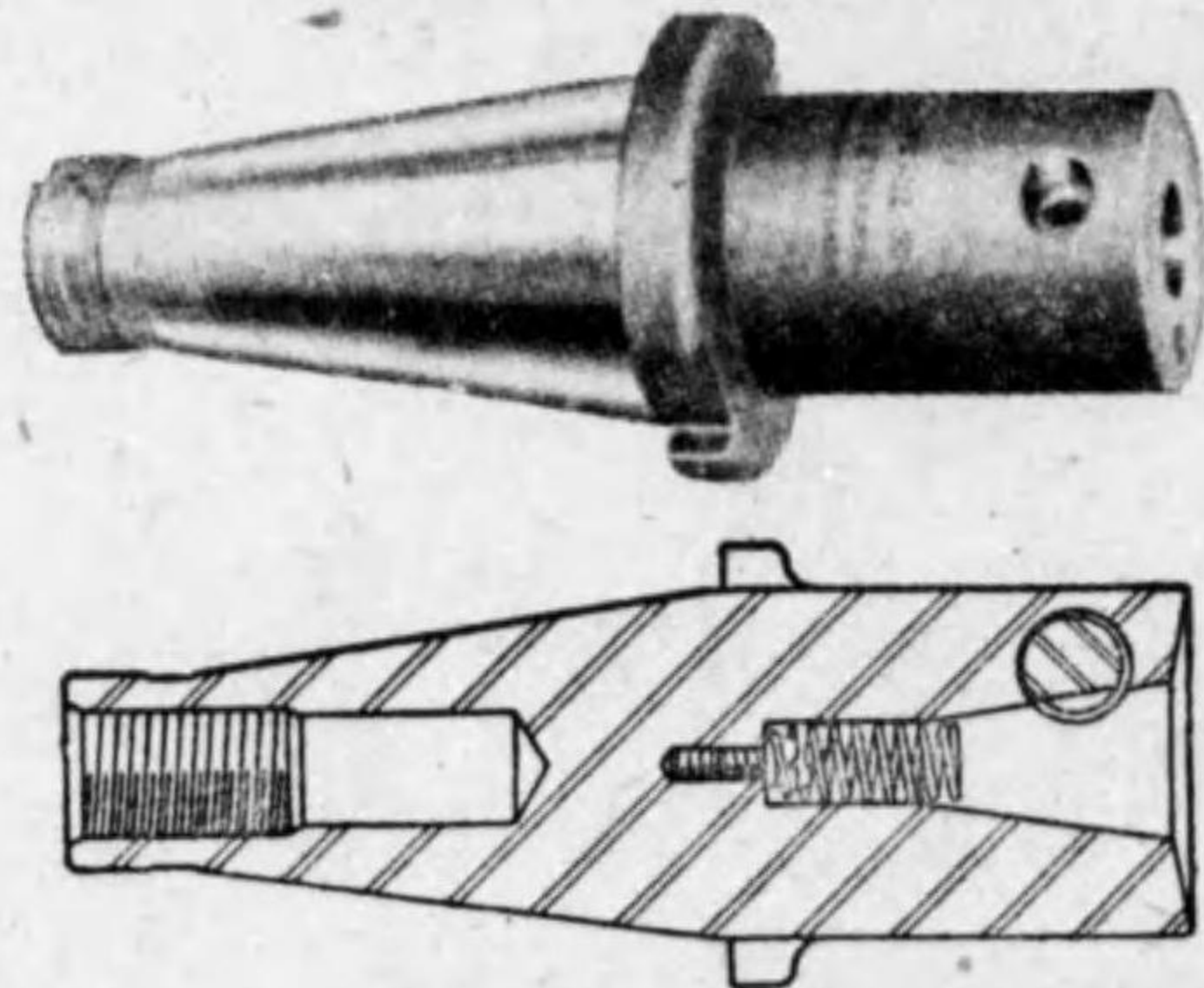
めてボルトの端をハンマで打てばよい。此のボルトが心棒のテーパー柄のねち孔から外れた時に、ねち山を損耗するからその端を打つてはならない。

#### 第4節 アダプタ

第39圖に示すアダプタ(Adapter)は標準主軸端を取付けたフライス盤に用ひる、ブラウン・シャープ、テーパー柄を有する心棒や底双カッタや他のアダプタに嵌まる標準スピンドル・エンドを

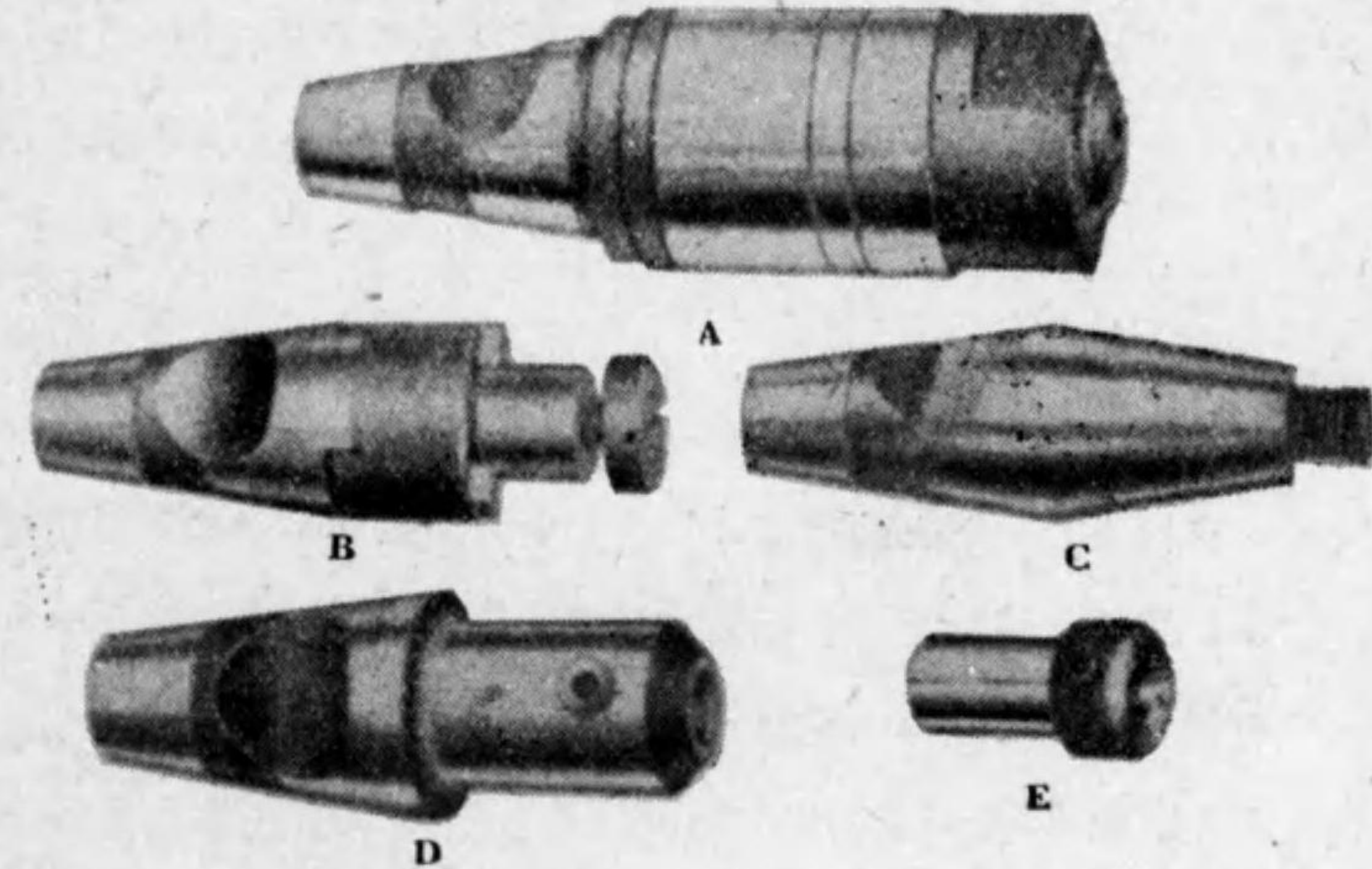


第39圖 アダプタ



第40圖 カム止め付カッタアダプタ

もつてゐる所のフライス盤に使用する。第40圖は、カム止め付アダプタで、底双カッタや心棒やアダプタを敏速に挿入したり取外したりする。第41圖はカムロック、カッタ、アダプタと共に使用



第41圖 カム止め付アパー及びカッタ

- A. カム止め付アパー
- B. 筒型双カッタ用アパー
- C. ねちアパー
- D. 直柄底双カッタ用アダプター
- E. 直柄底双カッタ用ブツシ

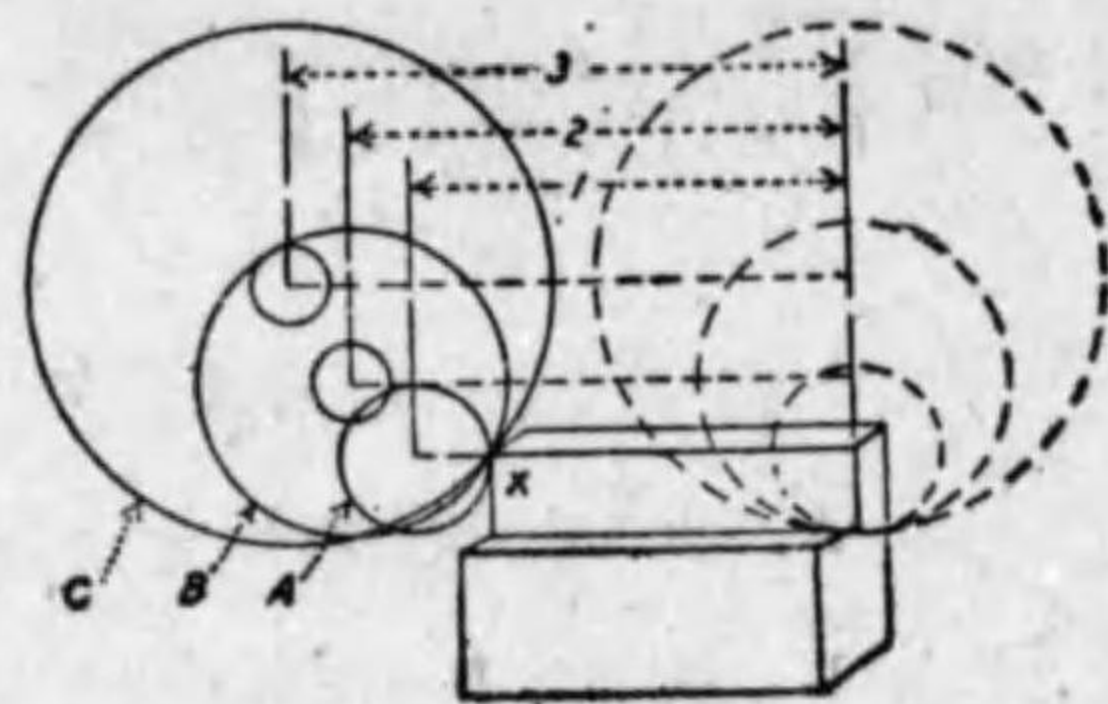
する心棒とアダプタである。カッタ、アダプタのブッシングは唯一個のアダプタで、直柄底双カッタのあらゆる種類のものを使用出来る便利がある。カム締め付カッタ・アダプタと共に使用する底双



カッタは、第41圖のAとBに示してある。第40圖でわかる様に、止めカムはカッタ又はアダプタ柄の溝に噛み合つて正しく其位置に誘導する。ねじ廻して一寸廻す丈で、柄を締めつけることも緩めることも出来る。此種アダプタは底双カッタ (End Mill エンド・ミル) と其他のカッタを取換へる時間が省けるので便利である。

### 第5節 カッタ寸法の選び方

カッタは正しい形と適当な大ききで十分鋭利なものを使用するがよい。鈍くなつたカッタを使用してはならない。大き過ぎるカッタを使用すると、時間の浪費を招く。第42圖に於ては、X面は仕上をする面であつて使用すべき適当なカッタはA位の直径を有つ底双カッタ (End Mill エンド・ミル) であるとする。Bは使用出来る最小の平削りカッタ (Plain Cutter プレイン・カッタ) の直径であるがこれは工作物の上を心棒 (アーバー) 及びカラー (Collar) が通り越えることが出来るものである。Cは非常に大き過ぎるカッタである。1, 2, 3, の送りの距離を比較すると直径の小さいカッタ程時間が短いことが明白になる。



第42圖 カッタ寸法の選び方

### 第6節 カッタ取付けの注意

主軸 (Spindle スピントル) のテーパー孔とコレット (Collet) は清潔であるか、切屑や埃がついてゐないか、十分拭いてあるかを確める。心棒のテーパー柄やコレット又はカッタに就いても同様である。テーパーに油がついてゐるとしつかり保持することが出来ない。心棒が引込ボルト無しにテーパー柄で支持され、回轉する時は、バビット・ハンマー (Babbitt Hammer) で打込んで主軸にしつかり嵌める。

心棒かコレット (Collet) を引込みボルトで取付る時は、全部を綺麗にし、且心棒がしつかり嵌つてゐるかどうか確める。

テーパー柄底双カッタ (End Mill) の多くは、バビット・ハンマーか銅棒を使用してコレット (Collet) の中に打込む。小型底双カッタは脆いから破損せぬ様に注意深く打込まねばならない。

心棒やカッターの側面も綺麗にして置く。

カッタを逆に回轉すると刃を毀すので、カッタが正しい方向に回轉する様に心棒に取付け主軸が同じ方向に廻轉する様にする。

カッタは出来る丈主軸に近く、外端の軸受 (Bearing ベアリング) は出来る丈カッタに近く取付ける。

心棒ナットがほんの僅かしか嵌つてゐない時、出来る丈固くするにはナットとアーバーの両方のねぢ山を締めつける。ナットの全長だけねぢ込むことが出来る様なカラーを選ばねばならない。



## 第3章 切削法

## 第1節 概説

種々な作業に適する速度を厳密に定めるのは困難である。色々な原因を考慮に入れなければならないし、異なる二つの作業を同一に取扱ふことは出来ない。フライス削りに於いても、他の機械工作に於けると同様に速度と送りに關し守るべき最上の法則は經濟、正確度、仕上げの三點に十分注意しつゝ最大の能率が何程であるかを試験に依つて發見すること以外には途がない。但し本書では比較参考のため普通の條件の下で適當と思はれる數種の相對的速度を述べる。

機械の出力は何よりも刃物の効率に依つて異なる。金屬を削り取るためには適當な切込み(Cut カット)、適當な切削速度(Cutting Speed カティング・スピード)と送り(Feed フィード)で機械を運轉しなければならない。故に仕事を始めるに當つて、最も適當な切削速度、送り及び切込みを決定しなければならない。

回轉中のカッタ(Cutter)に工作物を送ると、カッタの何れの刃も切屑を出す。一定時間に削り取る金屬の量は、切込みの幅と深さ、切屑の厚さ金屬を削る刃先の速度即ち切削速度に依つて異なる。切込みの幅と深さ、送り及び切削速度は一定してはゐない。

送りと切込みとは幾分判斷の問題であるが切削速度は實際に定つた條件によつてきまる。

## 第2節 切削速度

工作物を回轉中のカッタ(Cutter)に送られる場合にカッタが工作物から削り取る量を切削速度と云ふ。言ひ換へると、カッタ(Milling Cutter)の切削速度とは、カッタ刃先が毎分切屑を切り出す量を呎又は米で表はしたものである。

切削を行ふと、カッタと工作物との間に摩擦が起り、熱を發生する。カッタは過熱を受けると焼が戻り刃先が鈍る。發生する熱は切削されて居る材質の硬さと引張り強さに正比例する。金屬が硬ければ硬い程、且つ引張り強さが大きければ大きい程、より高い熱を生じ、従つて切削速度はそれ丈遅くしなければならなくなる。

高速度鋼カッタは特殊な性質によつて、炭素鋼カッタの2倍又はそれ以上の速度で回轉しても焼が戻らない。故にカッタ材質は切削速度を決定する上に非常に重要である。

切削速度は

I 工作物の材質

II カッタの材質

に依ると云ふことがわかる。

一般機械工場のフライス削り(Milling ミリング)では、高速度



鋼カッタを用ひ、切削速度 (Cutting Speed カッチング・スピード)、送り (Feed フィード) 及切込み深さを適當に撰擇するのがよい。

各種鑄物や、鋼はその硬さが異なるから平均切削速度以外に切削速度表を作ることは不可能である。或る種の工具鋼に安全と思はれる速度でも、別の工具鋼にはすぐにカッタを臺なしにしてふ例がある。高速度鋼製カッタで切削作業をする時に使用される平均切削速度を次に示す。

工作物の材質		切削速度(呎/分)
硬	鋼	70
軟	鋼	90
鑄	鐵	90
黃	銅	200

炭素鋼製カッタは上記の約半分である。

切削するとき遅い速度から始め、次第に速度を増して行くのがよい。

カッタの切削速度表 I

工作物	鑄鐵	鋼	黃銅	燒鈍した工具鋼
炭素鋼カッタ (呎/分)	40~60	30~40	80~	20~30

カッタの切削速度表 II

工作物	鑄鐵及鋼	燒鈍したる工具鋼
高速度鋼カッタ (呎/分)	80~100	60~80

カッタの切削速度表 III

材質 切削	鑄鐵		可鍛鑄鐵	鋼						鑄鋼	青銅	黃銅 = アルム					
	普通	硬質		30~40 kg/mm <sup>2</sup>			50~70 kg/mm <sup>2</sup>		80~90 kg/mm <sup>2</sup>								
	炭	高炭	炭	高炭	炭	高炭	炭	高炭	炭	高炭	炭	高炭	炭	高炭			
荒削	10	12	6	8	10	12	16	18	12	14	8	10	12	10	12	18	20

切削速度(米/分), 炭=炭素鋼カッタ, 高=高速度鋼カッタ

### 第3節 切削速度の計算

求める切削速度を與へるカッタの回轉數は、カッタの周邊の長さによつて決る。與へられた切削速度に對して、カッタは小さければ小さい程早く回轉しなければならぬ。

カッタの切削速度の單位は毎分呎(F.P.M)或は毎分米(M.P.M.)で表はす。之は次の如く容易に計算出来る。

カッタの直徑を吋で表はし、これを3.1416倍すれば、カッタ外周となる。之にカッタの一分間に於ける回轉數を乗じ12で割れば、求める切削速度の毎分呎數となる。

カッタ周邊の長さが1呎で速度毎分40呎がであると假定すると、カッタは毎分40回轉する事になる。この周邊の長さが1/2呎



ならばそれは毎分 80 回轉する。どちらにしてもカッタの周邊を呎又は米で計つて切削速度に合せる。

機械作業ではカッタ (Cutter) やドリル (Drill) の周邊は與へられてはゐない。大いさを表はすには直徑が使はれて居り、直徑は吋或は耗で表はす。直徑が吋で與へられてゐるカッタの周邊の長さを呎で知るには直徑を 3.14 倍して求めた値を 12 で割ればよい。直徑を 3.14 倍して 12 で割るのは直徑を 0.26 倍するのと同じである。即ち  $3.14 \div 12 = 0.26$  だから、いつでも直徑を 0.26 倍すれば計算が早い。又 0.26 は  $\frac{1}{4}$  に極めて近いので實地には毎 0.25 分の回轉數は次の如く計算する。

$$\text{公式 毎分回轉數} = \frac{\text{切削速度}}{0.25 \times \text{直徑}}$$

**例題** 軟鋼を直徑 2 吋のカッタでフライス削りするのに、切削速度を毎分 35 呎とすれば、カッタの毎分回轉數は何程か。

$$\text{解答 毎分回轉數} = \frac{35}{0.25 \times 2} = \frac{35}{0.5} = 70 \text{ 回轉 / 毎分}$$

主軸の速度を出来るだけ 70 回轉に近くする。

#### 第4節 送 り

I カッタの送りとは、カッタの刃に對する削り屑の厚さの割合、即ちカッタの刃に向つて工作物が進む距離である。

II 段車仕掛フライス盤では送りは主軸速度に關係し、時には主軸回轉についてのテーブル運動の距離で云ひ表はす。

III 全齒車仕掛フライス盤では、普通、送り機構はカッタの回

轉數には關係無く、送りは毎分の一定の距離だけテーブルが移動する仕掛になつてゐる。そこで普通 1 吋送りとか、10 吋送りと云ふ。

#### 第5節 送りの條件

刃のピッチ (Pitch)、切屑隙間 (Chip Clearance チップ・クリヤランス) の大小、工作物と据付強さ、機械の出力と強さ並に必要な仕上げ程度はカッタの送り速度を左右する。カッタの送りは、一廻轉につき 0.002 吋 ~ 0.250 吋である。この中、どの送りが適切であるかは、カッタの直徑、工作物の材質、切削の幅及深さ、フライス盤の性能及び構造に左右される。カッタの損耗は、早目の送りに原因するといふよりは、刃先が鋭くなつて居らぬとか、廻轉速度が大き過ぎるとかに依る方が多い。經濟的な作業をする爲にはカッタを常に鋭い状態に保ち、且出来る限り直徑の小さいカッタを使用すべきである。

尙、荒削りか仕上削りかと云ふ事も頭に入れ、切込みの深さと幅、換言すれば削り取られる金屬の量、及形狀が要素ともなる。更にカッタの直徑 (Diameter ダイアメーター)、カッタの刃數、直徑に對する厚さの割合、カッタの回轉速度、カッタの取付方法、フライス盤の出力と剛さ、及び工作物の材質等はすべて効果的な送りを得るためには考慮に入れなければならぬ要素である。次に送りの條件を分解して見よう。



I 如何なる金属の切削でも、切削する工作物及びカッタ自身に對して適當な抵抗力が平等に働く。且削り取られる金属の量即ち送りと切込みはこの力に比例する。故に適當な切込み深さ (Depth of Cut) と適當な送り (Feed) は、他のものゝある大きさに關係を有し、更に兩方共フライス盤自身の出力と剛さとに關係する。

II 正しい切込み深さ (Depth of Cut) とは、カッタの強さ及びカッタが保持される力、それから工作物の硬さとそれが保持される方法とに關係する。例へば弱い底双カッタ (End Mill) や摺割金鋸は強力な切削が出来ない。この場合は工作物が弱いか或は強い切削 (Cutting) 又は送り (Feed) を受けた時に跳ぬ上るか、又は歪む様な方法で工作物を支持しなければならぬ。

III 粗双カッタの刃は、細かい刃のカッタよりも比較的強いので切屑を早く出す。切削油 (Lubricant ルーブリカント) で刃先も冷却する。故に大量の切削をするには粗双カッタを使用する。

IV 金属を粗い送りでより早く削り取る場合は、表面の外観と正確度は、あまり良くない。従つて仕上削りには細かい送りを使用する。

次にカッタの作用を示すに役立つ例を擧げる。直径が3吋で毎分35呎削るカッタは、 $35 \div (3 \times 0.26) = 45$  即ち毎分45回轉する。このカッタが12枚の刃を有するならば、一回轉につき12の切屑が出る譯である。即ち毎分45に12を乗じた540の切屑が出る。送り

(Feed) が6吋で、毎分540の切屑が毎分出ると、その切屑の刃一枚の送りは何れも0.011吋である。これは計算であつて、この様に正確に作用するカッタはない。而して厚さが $\frac{1}{64}$ 吋以上の切屑は恐らく無いと思はれる。

普通のフライス削りでは、形状の正しい炭素鋼カッタで軟鋼を削る場合、切屑の排除が良好であると毎分4~5吋の送りは多過ぎはしない。粗孔螺旋カッタでは毎分6~8吋の送りは過剰でないし、恐らく更に増加出来る。鑄鐵には切削油を使用しないので送りは $\frac{1}{3}$ に減少する。炭素鋼カッタの2倍の切削速度を有する高速度鋼カッタは、炭素鋼カッタの送りの2倍に耐へる。

カッタの送り表 単位:米/分

材 質	鑄 鐵	鋼	鑄 鋼	黃銅・青銅
送 り	50~100	50~100	50~100	100~150

## 第6節 切 込 み

フライス作業には二種の切削作業、即ち粗削りと仕上削りがある。仕上削り若しくはそれ以上の切削作業が必要になつた場合には、粗削りはフライス盤、カッタ、それから工作物が耐へ得る最大の粗い送りと切込みを用ひる。

形削盤と平削盤作業では、鑄鐵を切削する際に切削の終りで縁が仕上面以下に破壊されぬ様に注意せねばならない。生産型フラ



イス盤取付具や萬力顎等は切削の終點で工作物を保護する様に工夫してあり縁が破壊されるのを減少してゐるが、特殊な作業では、切削の終點に近づいた場合は注意深く手送りをするがよい。

### 第7節 仕上削り

カッタ双先は鋭利にして置かねばならない。鋭利なカッタで削つた表面は、鏝をかけて磨いた表面と同様に正確である。フライス削りは、磨き仕上げよりも容易に且早く出来る。

粗削りしてから仕上削りする場合には、少くとも  $1/64$  吋を仕上削りのために残すがよい。

フライス削り作業には歪みが働く。カッタを回轉させたまゝ、そして下に工作物を置いたまゝ送りを停止すると表面には削り過ぎが出来る。仕上削りでは、送りを掛け放しにしてはならぬ。工作物を後戻りさせる時は、カッタをその前に止めるか、工作物をすこし下げるがよい。

### 第8節 カッタ切削油

鋼又は鍊鐵のフライス削りには、切削油 (Cutting Oil カティング・オイル) を使用する。切削油は切屑を洗ひ流し、よりよき仕上が出来、カッタの摩擦熱を除いて双先の壽命を永くする。良質の豚油 (Lard ラード) が最適である。しかし市場には幾種類もの特製切削油 (溶解性の油) が販賣されてゐて、豚油よりも廉價

であり、大抵の目的に役立つから便利である。

普通フライス盤には豚油其の他の切削油を蓄へる装置があり、油を反覆使用することが出来る。生産型フライス盤には循環ポンプ (Pump) を備へてあるが、小型又は萬能フライス盤はこのポンプを備へてゐない。そこで切削油は小さな罐に入つて居り、パイプ (Pipe) を通じてカッタの上に滴下する仕掛になつてゐる。

鑄鐵、黃銅、及び合成物は普通乾燥で切削する。溶解油は靖防止の性質の爲に用ひ、使用量は場合により異なる。切削化合物は經濟的で、高い熱傳導性をもつ。硫基性油は、仕上削りに用ひる。但し、これは銅及び黃銅には腐蝕を起させる。

豚油 (Lard Oil ラード・オイル) は特にねち切り用ひ、久しい以前から使用されてゐるので、現在でも、幾多の切削油に混合して用ひる。

カッタの切削油

鑄	鐵	鋼	黃銅・青銅	アルミニウム
乾	燥	機械油・曹達水・乳化油	乾	燥
			乾	燥
			乾	燥

### 第9節 カッタの送り方向

#### 第1項 上向きカット

上向きカットは、カッタの廻轉方向が送り方向と反對の切削である。上向きカットは工作物を引き寄せるバック・ラッシュの影響を避ける。

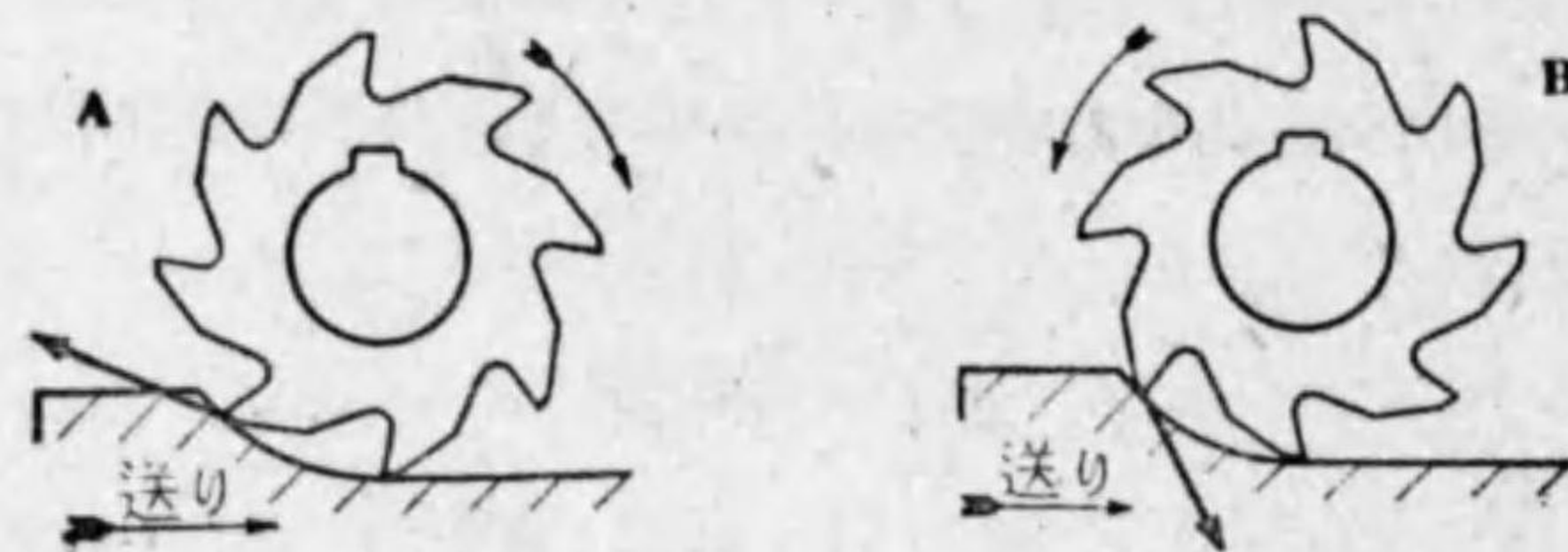




## 第2項 下向きカット

之は新しい方法ではなく以前は極く浅い切削に限つて用ひ且テーブルの送り装置其他に緩みがないフライス盤にしか用ひなかつた。最近ではフライス盤が十分剛く、バック・ラッシュも免れるやうになつたので能率的に下向きカットが出来るやうになつた。典型的なフライス盤は焼入れ研磨したテーブルねじと二個のナットを使用してゐる。バック・ラッシュ防止装置は二個のナットを別々に締めつけ、バック・ラッシュを防止し、ナット磨耗を自動的に避ける。

急速移動を助長し、磨耗を避ける爲に、二個の向合つたナット壓力はテーブルの急速移動が起ると同時に自動的に緩められる。



第43圖 カッタの送り方向

A 上向きカット

B 下向きカット

第43圖の矢印が示した力は、下向きカットの利益を示してゐる。B圖でわかる如く、下向きカットの時はカッタが工作物をテーブル上に押へつける。A圖の上向きカットの場合は、カッタが工作物をテーブル又は萬力から持ち上げようとする力が起る。この下に

押しつける力は、切削にあつて、支持しにくい工作物、即ち、薄いもの、細いもの、脆いもの、形の複雑なもの等を切削するのに便利である。

多くの経験から、次のことが発見された。即ちカッタは上向きカットよりも下向きカットの場合が多量生産に適してゐる。薄刃の鋸を使ふには切口を通して押すよりも引く方が容易である。鋸切斷に下向きカットを使へば、溝の工合が宜い。上向きカットと下向きカットを併用するフライス盤は、二個取付具工作に最も適してゐる。この場合カッタがテーブルの一端の工作物に上向きカットを爲し、他端工作物に下向きカットをなすのである。一方の取付具にある工作物が切削されてゐる間に、他方の取付具をすることが出来る。取付に時間がかかる作業では、この二箇取付具型が、生産力の増進に適してゐる。

下向きカットフライス盤に依れば多くの場合、荒削りの後、萬力から外さずに直ちに仕上削りにかゝる事が出来る。下向きカットで荒削り進行中に、カッタとアーバー (Arbor) が千分の二乃至三吋歪む。荒削りが終了すると、テーブルを反対に送り、カッタは荒削りの時の歪みで残された千分の幾つかを除きつゝ、工作物をカッタの方に引き寄せる。下向きカットでは押すので、工作物や萬力がテーブル上で滑るのを防ぐエンド・ストップ (End Stop) やクランプ (Clamp) を取付けるのは極めて肝要なことである。



## 第4章 工作物の取付と取付具

### 第1節 工作物の取付法

テーブル全長にわたる数條のT溝(T Slotテー・スロット)は、テーブルの動きと完全に平行してゐる標準幅に仕上げてある。このT溝は工作物を置いて締付けるため、又は工作物を取付けるために作つたものである。フライス盤に於ける工作物の取付法を次に掲げる。

工作物をある特殊な取付具で支持する。

工作物を直接テーブルにクランプする。

工作物をアングル・プレートに取付ける、これと同様な工具でテーブルに支持することもある。

工作物を萬力に支持する。

工作物を割出臺のセンタと心押臺センタとの間に支持する。

テーパー柄(Taper Shank テーパー・シャンク)が有るならば割出臺主軸又はそれに嵌るコレット(Collet)で支持する。

工作物を割出臺主軸にねぢ込んだチャックで支持する。或は割出臺主軸のテーパー孔に嵌るドリル・チャック(Drill-Chuck)又は特殊チャックで支持する。

工作物を割出臺主軸上にねぢ込んだ面板(Face Plate フェイ

ス・プレート)で支持する。

工作物を割出臺に支持するのは普通圓周を等分するためである。割出臺及び割出作業は第6章で述べる。

### 第2節 フライス盤の取付具

#### 第1項 概 説

同じ品物を多量に生産する場合には、取付具で工作物を支持する。フライス削りに於ける取付具は、普通テーブルに締付ける。

取付具は各種の工作機械作業に於て工作物を支持する爲に作つたものであるが、フライス作業に最も多く使用される。取付具の目的は作業者が工作物を迅速に正しい位置に支へるためである。

取付具は、位置を適當にしたり、支持したり締付したりする外、工作物の支持又は測定の際、或はこの兩方に非常に重要なものである。これは平削盤やフライス盤、その他の工作機械で取付具を使用した時に、取付具のある面を工作物の削られる面に一致させて置き、不變の姿勢にして置けば、刃物を取付けたり、工作物を測定したりする時に時間と労力を大いに省くことが出来る。そしてカッタを取付ける時に切込む傾向を避けるために、調製片、幾分小型に作つてある適當な隙間ゲージを利用してもよい。

取付具は特殊な平行片、適當なブロック、又は特殊な形の萬力類から非常に高價な複雑な機械装置に至る迄、その設計に色々あ



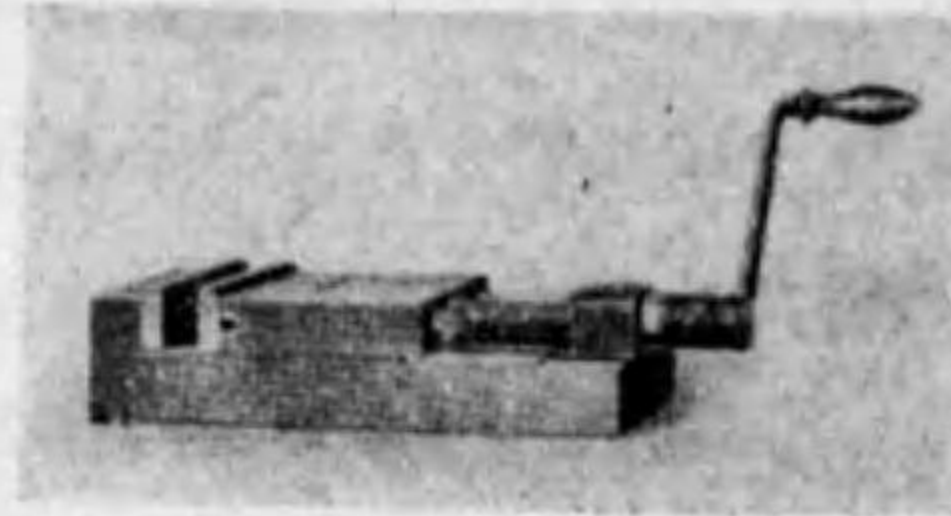
る。

工作物を直接テーブルに締付ける時のこつは平削盤、ボール盤の場合と同様である。

### 第2項 萬 力

工作物の取付けには大抵萬力 (Viseバイス) を使用する。萬力は機械の大きさに合て種々の大きさに作つてある。

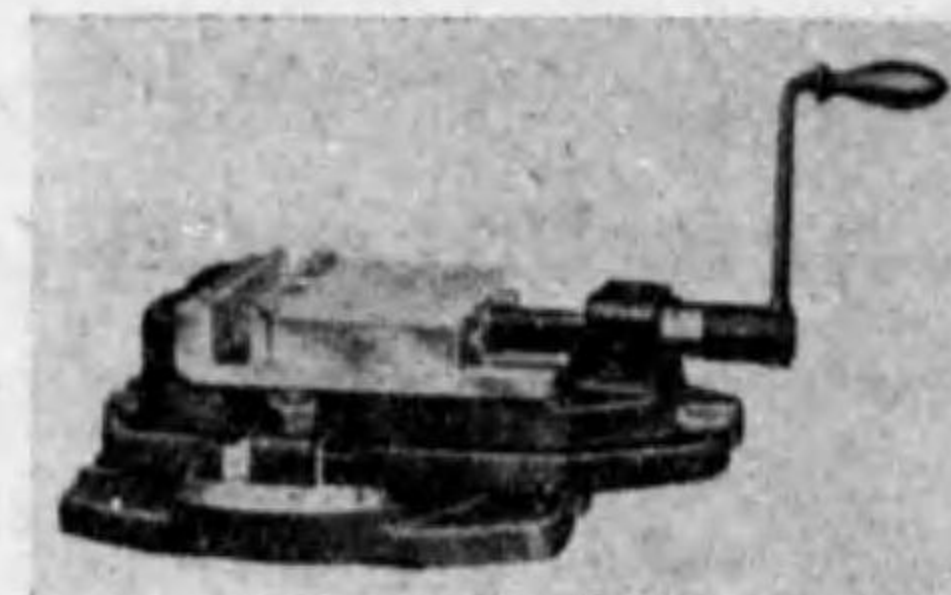
平行萬力 (Plain Vise プレイン・バイス) (第44圖) 工作物の長さに平行したフライス削り、又はそれに直角な面の切削にはこの萬



第44圖 平行萬力

力が一番よい。これは簡単であり、工作物をテーブルに直接取付けることが出来る。直角のキー溝及び移動出来るキーが備へてあつて、その作用に依つて萬力はテーブル上に縦又は横に正確な取付けが出来る。必要な止めピン、又は装置ピンを持ち或は又切削外形と一致する従断面を持つ所の顎 (爪) があれば、非常に有効な取付装置を安價に作る事が出来る。

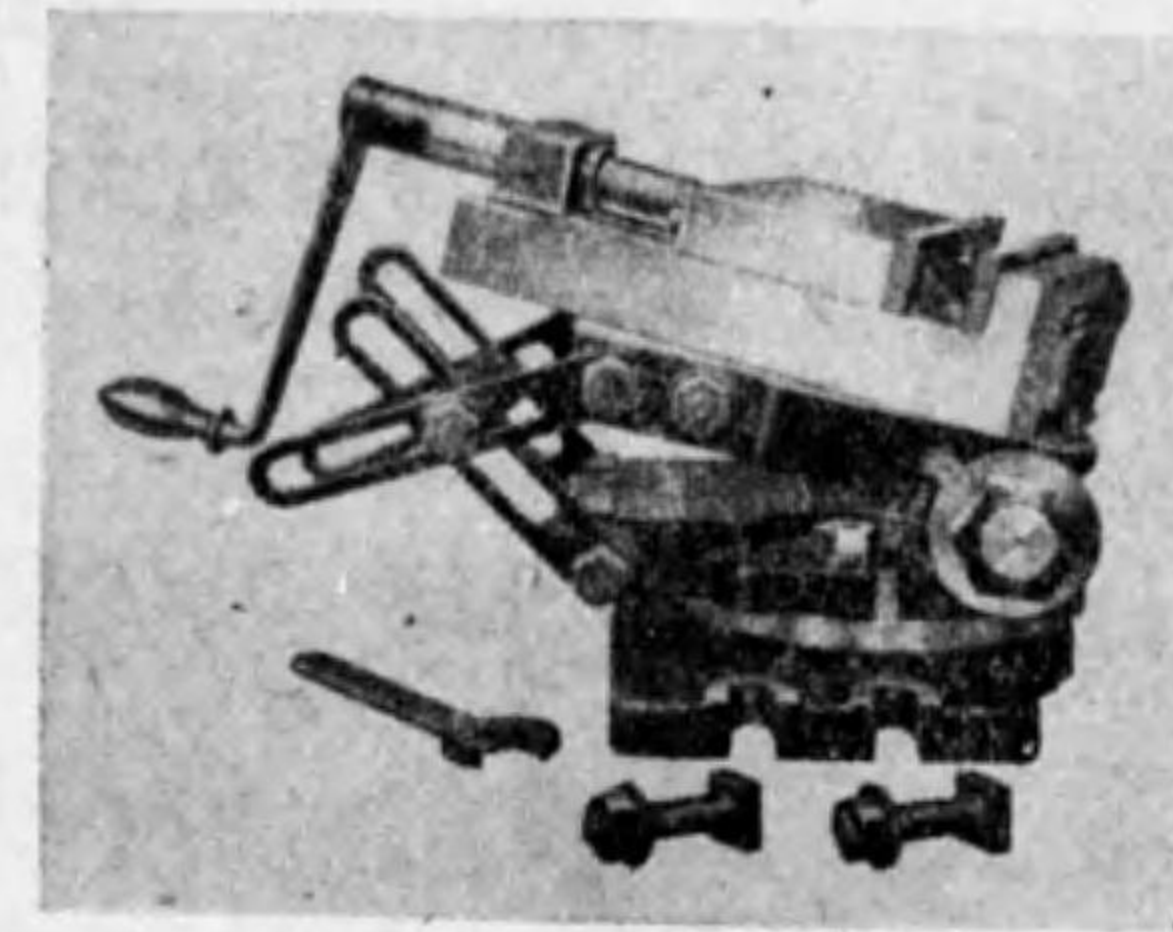
旋回萬力 (Swivel Vise スキベル・バイス) (第45圖) この萬力は一層便利である。如何なる角度にも旋回することが出来、目盛板の示す位置にベース上に固くクラン



第45圖 旋回萬力

プされる。これは非常に便利であるが平行萬力程しつかりしてはゐない。

萬能萬力 (Universal Vise ユニバーサル・バイス) (第46圖) この萬力は調整することの出来る蝶番膝



第46圖 萬能萬力

によつて獨立した2個の圓周旋回部があり三者とも位置を示す様に目盛がしてある。従つてテーブル又は機械の主軸に對して如何なる角度にも据付けられ、しつかり締付けることが出来るが、強力切削には向かないのが缺點である。



## 第5章 フライス削り序説

### 第1節 工作物の取付

振動があると、どんな仕上機械でも良い工作は出来ないし生産能率も上らない。振動は亂暴な使用よりも一層双物を鈍くするのである。最高級のフライス盤の第一条件はその剛さにある。他の工作機械中、研磨盤 (Grinder グラインダー) を除けば、振動の影響はフライス盤が一番顯著である。他の工作機械に於ける双物の研磨に要する失費はフライス盤程大きなものではない。

工作物は出来るだけ強固に取付け、どんな場合でも工作物は安全に堅く保持せねばならない。工作物を締付ける時に跳ね出したり、又は切削壓力で跳ね上つたりする様なことがあつてはならない。

テーブル (Table) は出来る丈柱に近づけるである。取付中は膝及鞍の締付ねちを少し緩めてをく。縦送りか横送りを使用する場合は別であるが、それ以外は膝と鞍の兩方の締付をしつかりと締めてから仕事にかゝる。

底双カッタ (End Mill エンド・ミル) 又は正面タッタ (Face Cutter フェイス・カッタ) を使用する場合は、先づカッタ (Cutter) を取付け、次に工作物をカッタの位置に一致する様に取付け

る。この場合工作物の位置はカッタが突出してゐる距離によつて決定する。一般に取付は必要なだけ強固にする。しかしカッタをアーバー (Arbor) に取付ける時は工作物はカッタの取付けより前に取付けねばならぬ。先づ第一に出来るだけ動かぬ様にテーブルを柱の近くまで移動させる。次に何んな方法で支持するにしても、工作物を柱に近い位置に取付ける。それからカッタとカラーをアーバーに装置するのであるが、カッタはその位置にそして外端の軸受カラーを出来るだけカッタに近づけて取付けねばならぬ。

### 第2節 削り過ぎ

カッタはどんなに注意深く研磨されてゐても回轉して見ると正確に動くものはない。アーバーに取付けたカッタは特にさうである。又どんなによく取付けてあつても、切削壓力のために歪む傾向がある。切削の途中で送りを止め放しにして置くとカッタがその點だけ深く切込み過ぎる。仕上削りでは僅か0.002吋~0.003吋の削り過ぎでも、非常に目立つから、これは仕上削りでは重大な過失である。テーブル (Table) を上げなければ、カッタを何回通しても、削り過ぎは除去出来なくなる。仕上削り中に必要があつて仕事を停止しなければならぬ事があれば、必ずカッタを停止しなければならぬ。決してカッタを回轉したまゝ送りを止めてはならない。



カッタが急に強い切削をしなければならない場合は、削り過ぎは一層甚だしい。このやうな面を仕上げるのに最もよい方法は、強い削りの約  $\frac{1}{16}$  吋手前で自動送り外しをかけ、削り終りには完全停止をかけることである。自動送りを外す一寸前に送りをキャッチする準備をして完全停止までを手で送る。強い削りとなつたらテーブルを低くしてもよい。

### 第3節 完全停止器

手で送りかける時、ある正確な點で送り始め、或は停止したいことがあるがこの時は完全停止器を取付ける。或ひは又、例へばリーマに溝を切る時に、動力送りを止めた後、約  $\frac{1}{16}$  吋の手送りで仕上げをする方がよい場合もある。

また時には回転中のカッタの中へ、テーブルを上げることにより、工作物を持ち上げて削りを開始する事が必要な場合もある。この時は送りねちの中のガタによつてカッタが切込む傾向がある。これは完全停止で防ぐことが出来る。

機械を離れる時テーブルの軸受に締付けられてゐる舊式停止器をゆるめることを忘れてはならない。

### 第4節 方形工作物の切削

これは最も簡単な作業の一つであるが、細心な注意を拂はなければならぬ。最も広い面を蔽ふ丈の幅を有する螺旋カッタを使用

する。適当な高さの平行臺を選んで、工作物が顎の上に餘り突出しない様にし、そして工作物をしつかり締付け、その後でそれが固く取付けられてゐるか否かを確かめるために、バビット・ハンマーで軽く叩いて見る。

次に正しい切削速度、送り、切込みを與へる様に機械を装備し、カッタを回転し始め、次にカッタに近づくまで工作物を移動し、更に注意深くカッタに接觸させ、はじめて送りをかける。送り外し金を装置して削り終つた時に送りを停止する。送りの外し方については、工作物を送り外し装置のしてある削り方のやうに、すべて連続切削の端を同じ相對的位置に持つて來る様に置く。

### 第5節 端面の直角切削

短かい工作物の端面は、螺旋カッタで削る。萬力の底と仕上げた表面とが合てゐる時は、萬力の顎は切削の方向又は工作物の送られる方向に直角に装置する。工作物が萬力の顎から突出過ぎてゐると、歪んだりガタガタしたりする。そこで大抵の端面切削は工作物を平に横たへて萬力或は他の支持具から突出ても構はないで、底刃カッタ又は側刃カッタで行ふ。広い面は正面カッタで仕上げる。工作物が取付具の外へ兩端を突き出す程長い時は、側刃カッタの一對即ち跨がりカッタ (Straddle Mill) を使用して、同時に兩端面を削る。この様な装置に於ては加減出来るカラーが非常に有用である。しかしこの様なカラーが利用出来ない場合は、



カッタ間の正確な距離を得るため銅、黄銅等の薄板で作ったカラーを使用する。

直角切削や、正面切削作業に於ては、出来るならば切削圧力が工作物のシートに向ふ様送りをかけるのがよい。でなければ工作物はシートから外れて壊れることがある。

### 第6節 正面切削

正面削りとはカッタ、アーバに直角に表面を仕上げることである。正面切削は底双カッタ、正面カッタ、側双カッタを使つてをなすことが出来る。鋭利な双はキサゲ掛け又は仕上削りの働をする。これ等の双が鈍く、又は表面が不適當に研磨されてゐると表面は粗悪になるか、あちこち抉られることになる。

正面切削に際してはカッタが正しい位置にあるかどうかを注意して見なければならぬ。又主軸はどこにも遊びがない様にしなければならぬ。カッタと同じ曲率の曲面を仕上げんとする時には、カッタ、アーバーに平行な送りに依つてなさねばならぬ。この場合底双が削りをし、周囲の双が仕上げをする。

### 第7節 キー溝の切削

フライス盤を使用して軸にキー溝を削るのには平削りカッタに依ると、底双カッタに依ると、コッタ・ミルに依ると、又はウイトニー・カッタ(ウツドラフ式)に依るとがある。軸の

取付にも種々の方法があり萬力の中に、Vブロックに、又はテーブル自體に締付けるか、又は割出センタの間に支持するか、或は割出臺チャックに支持する。キー溝を軸に平行にすることを忘れてはならぬ。

テーブルと工作物とを出来るだけ柱に近づけて装置しカッタを適當に装置しなければならぬ、テーパ柄の底双カッタは適當なコレットに挿入し、注意深く眞鍮棒で打込む。ウイトニー・カッタ(第34圖)を使用する時には、これをチャック(スプリング・コレット)のにしつかり保持せねばならぬ。アーバー上に摺割カッタを装置して使用する場合は、工作物上の正しい位置に近づけてアーバーに取付ける。

幅が正しいカッタを使用したとして、次のカッタが中心に来る迄は工作物を動かしてはならぬ。これをカッタの心合せと云ふが實際は工作物を正しい位置に置く方法である。



## 第6章 フライス盤附属装置

### 第1節 割 出 臺

歯車 (Gear ギヤ) を切削したり、リーマ (Reamer) やカッタ (Cutter) の溝を削る場合の如く、工作物の周囲を正確に等分するには、割出法 (Indexing インデキシング) に依る。これには、割出臺の中の機構を使用して行ふ。割出臺と心押臺とを一緒にして割出センタ (Index Center インデキス・センタ) といふ。

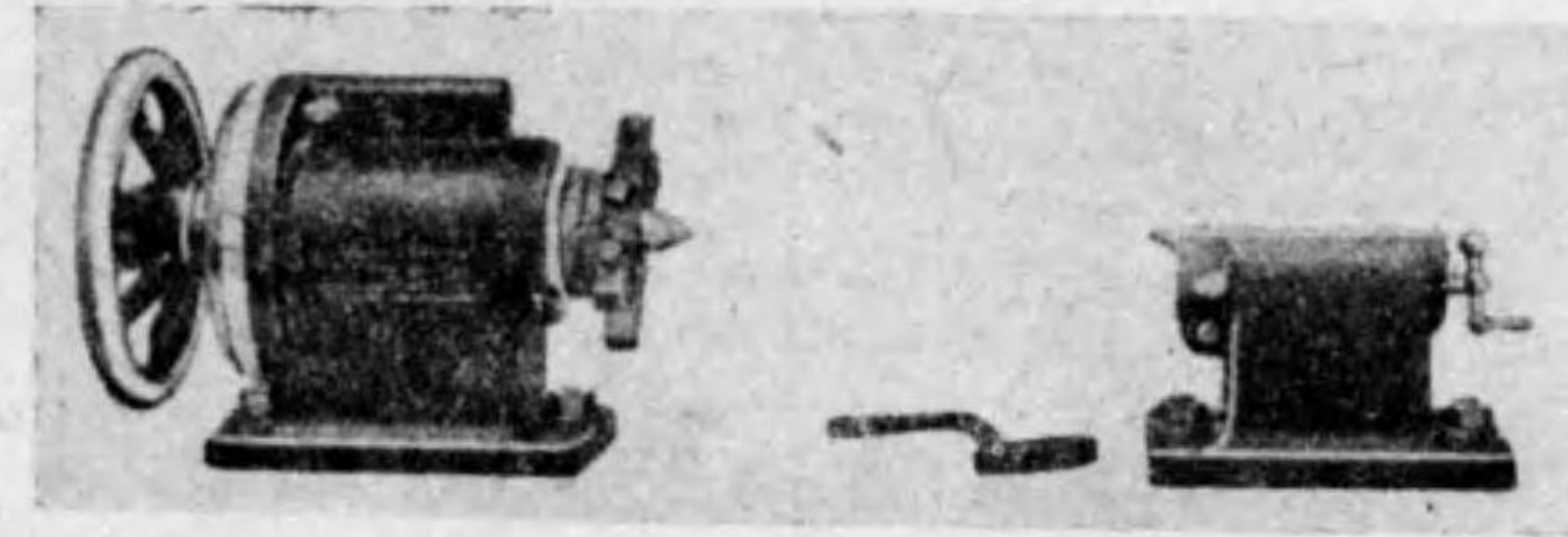
割出臺 (Index Head インデキス・ヘッド) の中には、主軸 (Spindle スピンドル) 及主軸に同轉運動を與へるウオーム (Worm) とウオーム歯車 (Worm Wheel ウオーム・ホイール) 等がある。主軸には活心 (Live Center ライブ・センタ) とかテーパ柄とかを嵌めるテーパ孔 (Taper Hole テーパー・ホール) があり、且つチャック (Chuck) 等がねぢ込める様に主軸の端にねぢがついてゐる。

主軸はしつかり嵌つた大きな支へ面を有して居る。また締金装置もあつて、強い切削にあたり精度と剛性を増すやうになつてゐる。

#### 第1項 直接割出法

直接割出法は一枚圓板割出センタ (第47圖参照) による。これ

は例へば、ナット (Nut) やボルト (Bolt) の頭を削つたりタップ (Tap) の溝を切削したりする場合の様に等分數が少い時に用ひる。兩センタ間に工作物を夾む方法は、旋盤のセンタ仕事、チャック仕事の場合と同様である。割出板 (Index Plate インデキス・プレート) を主軸 (Spindle スピンドル) に装備して、少くとも必要な割出しの數丈の孔は具へて居る事が必要である。普通割出板の孔の數が要求する等分の數の倍數であれば使用上差支へない。即ち 24 の孔を有する割出板は 24—12—8—6—4—3 又は 2 の等分に使用出来る。然し、工作物を多數切削する場合には、夫々要求する孔の數を正確に備へた割出板を使用する方が誤りがなくて一番安全である。



第47圖 一枚圓板割出センタ

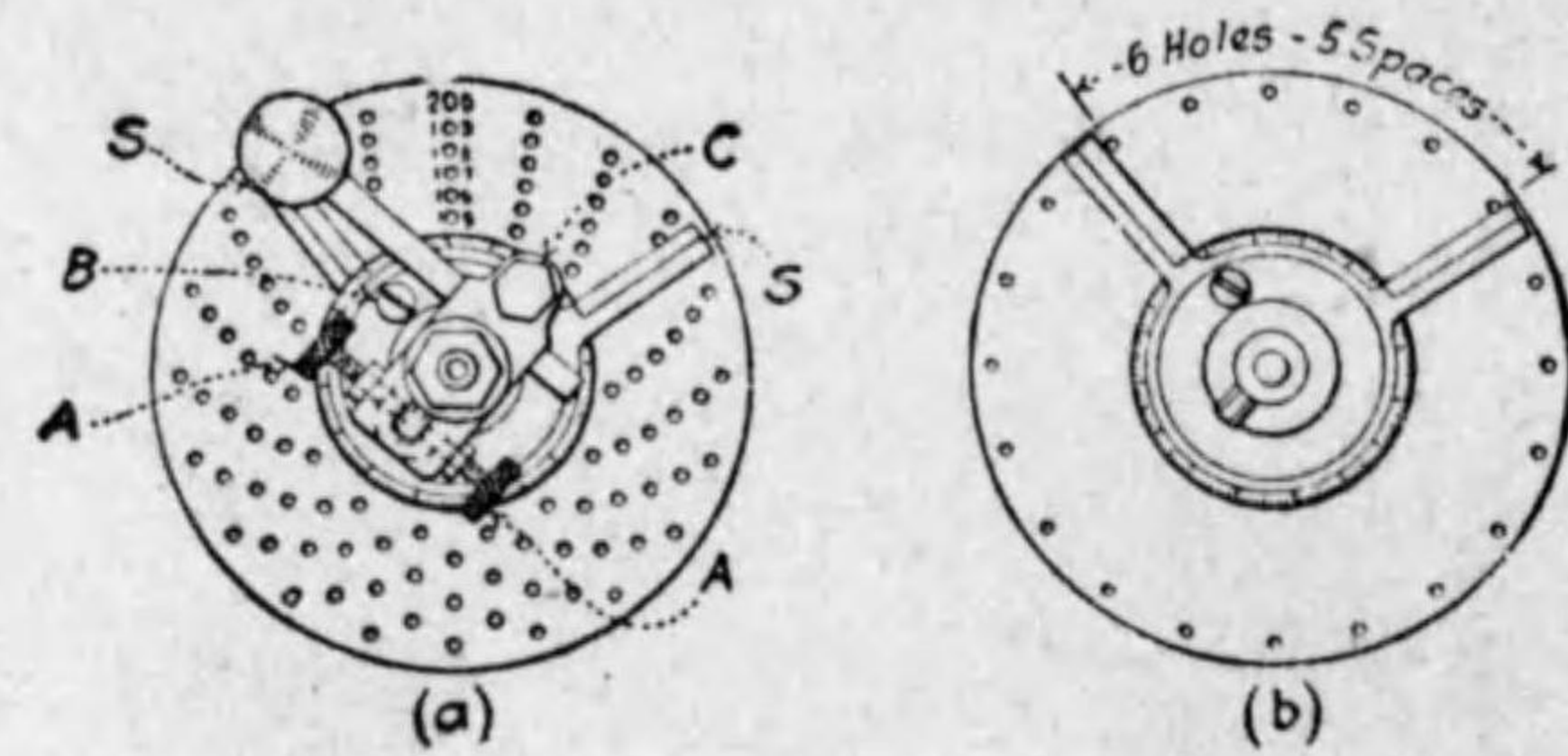
割出板の孔の數を要求する等分數で割つた商は各割出し毎に動かす孔の數を表はす。

例へば、上記の 24 孔割出板の場合に、六角ボルトの頭 (Bolt Head) を切削するとする。六角形は邊が六つであり、割出板は 24 孔であるから、 $24 \div 6 = 4$  となり、各切削終了毎に、板を 4 孔ずつ動かすのである。



## 第2項 単式割出法

単式割出法 (Simple Indexing シンプル・インデキシング) は割出センタによる。これは、ウオーム歯車によつて回轉する主軸 (Spindle スピンドル) を有し、ウオーム歯車の回轉軸に装置したクランク (Crank) のハンドル (Handle) がインデキス・ピン (Index Pin) になつて居る。割出を行ふには、割出板 (Index Plate インデキス・プレート) による。この割出板にはクランクのばね付ピ



第48圖 割出板とセンター

常備の割出板はブラウン・シャープ型では

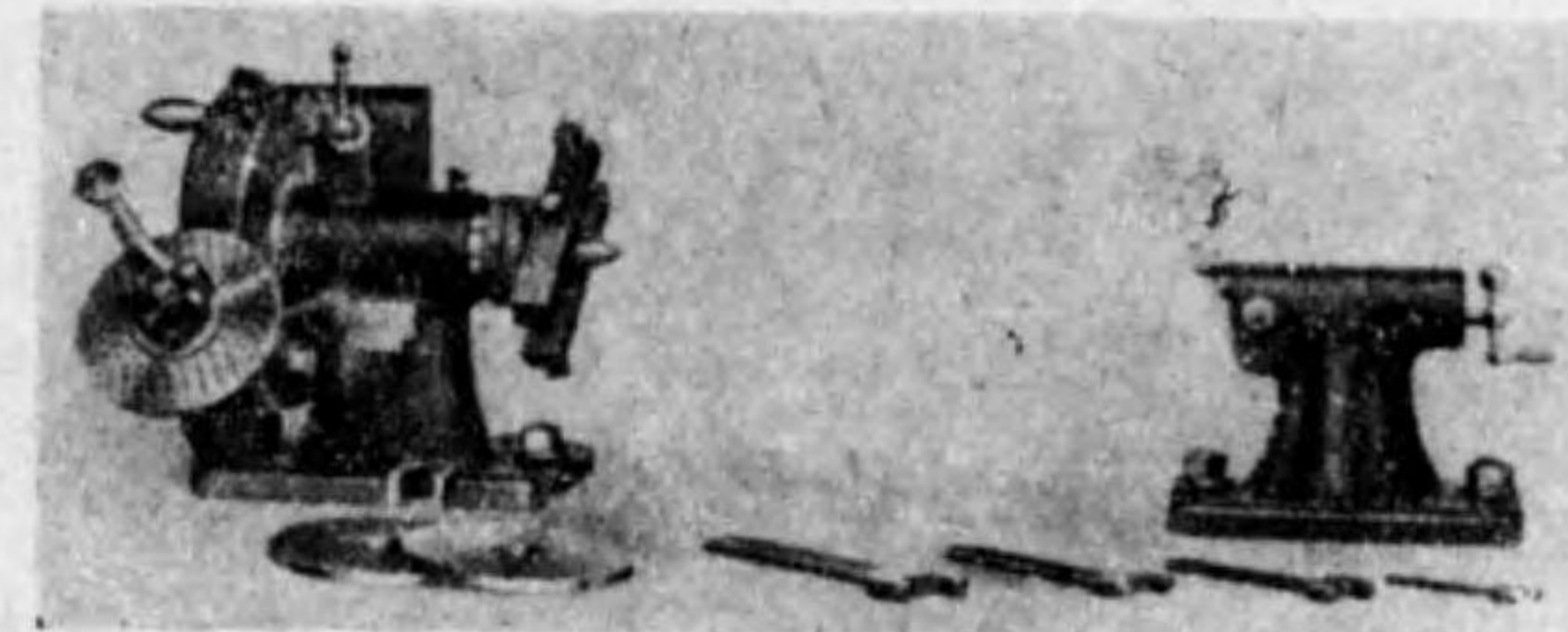
- 一番板 15, 16, 17, 18, 19, 20
- 二番板 21, 23, 27, 29, 31, 33
- 三番板 37, 39, 41, 43, 47, 49

シンシナチ型では一枚の両側に孔圓があり

- 第一面 24, 25, 28, 30, 34, 37, 38, 39, 41, 42, 43
- 第二面 46, 47, 49, 51, 53, 54, 57, 58, 59, 62, 66

ンが嵌まるいくつかの孔が圓形に穿つてある。クランクのハンドルが40回轉すると、ウオーム歯車は完全に一回轉する。そこで求める割出しの爲に、クランクのハンドルを何回と何分(ブ)回轉すべきかを決定するには、40を工作物の割出し數で除する。今、割出數で40を割り剰餘がない場合は、割出板のどの孔でもよいから孔の一つを用ひて、假りに割出しを20とすればクランクを二回回轉する。割出しが10ならば四回、割出し5なら八回回轉すればよい。

割出し數で40を割つて剰餘がある場合には次の様にする。割



第49圖 割出臺

出しを16とすると、 $40 \div 16 = 2 \frac{1}{2}$  となり、ハンドルを2回轉半すればよい。そこで同心圓に並んだ孔の數が2で割り切れるもの例へば16孔のものを用ひる。クランク (Crank) のピン (Pin) を此の圓形に並んだ孔の一つに嵌める。次にインデキス・セクター (Index Sector) は調整出来る輻射狀の二個の間隔用アームから成つてゐるが、このセクターを動かして、アームの一つをピンと向ひ合はせる。もう一つのアームを半回轉即ち16孔の場合は



その半分は8であるから8間隔を動かしセクターの締めねちを締めめる。割出し孔は間隔を意味するから。セクターの両アームの間には、計算で出た(或は割出表に現はれた)数よりも一個丈多い数の孔がなければならない。

先づ第一の切削を行ふ。クランクを二回廻轉し、更にセクターの両アームの間の8間隔丈廻轉する。

次に第二の切削を行ふ。第二の切削が終つたら、セクターを廻轉して、もう一つのアームが、ピンに觸れたら止める。そして前回と同様にクランクを二回轉と8間隔丈廻轉する。以下同様に行ふ。

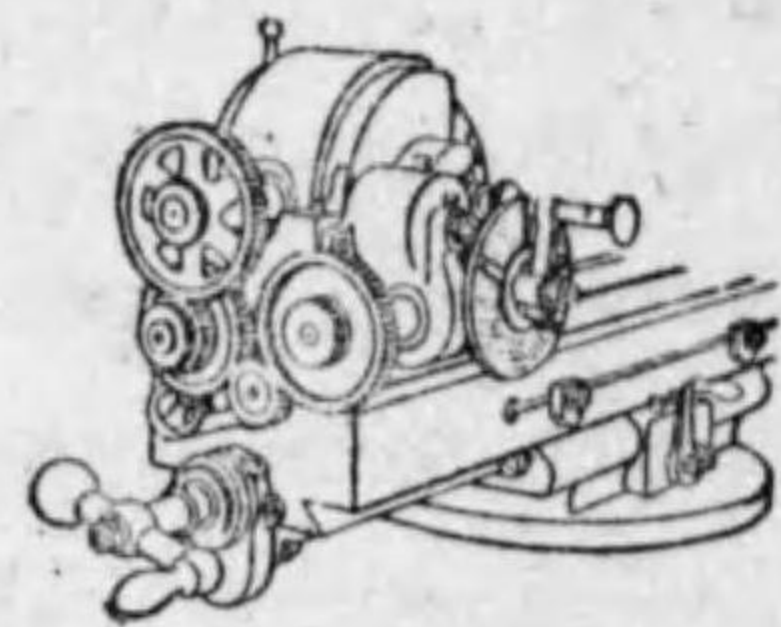
### 第3項 差動割出法

主軸の裏側に齒車 E を嵌める。齒車 E は齒車つながり (Gear Train ギヤ・トレイン) によつて F に導き、F は齒車 G によつて割出板 D に連絡する。クランク C を廻すと主軸が廻轉しこの廻轉は齒車つながりを経て割出板に表はれる。そこで割出數に應じてこの齒車つながりの組合せを變へる。換齒車は 24 (2 枚),

28, 32, 40, 44, 48, 56, 64, 72, 86, 100 の 11 種がある。

例へば 81 の割出數には、これに最も近い 80 を選ぶ。

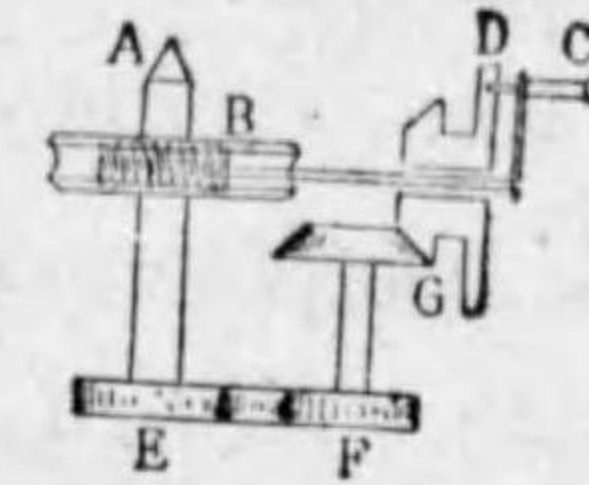
$$\frac{40}{80} = \frac{0}{20}$$



第 50 圖

即ち 20 の孔圓に 10 孔づゝ送れば良い。これを 8 回繰り返すと、クランクは

$$\frac{10}{20} \times 81 = 40 + \frac{1}{2}$$



第 51 圖 差動割出法

クランクの 40 回轉は主軸の 1 廻轉に相當するから、クランクが  $\frac{1}{2}$  廻轉進み過ぎたのは、 $\frac{40}{81}$  とすべき所を  $\frac{40}{80}$  とした爲である。そこでこの  $\frac{1}{2}$  廻轉の進み過ぎを齒車つながりですしづゝ是正し、81 の割出しを終ると割出板が  $\frac{1}{2}$  廻轉だけ逆廻りをする様齒車を選び實際にはクランクを 40 廻轉するのである。

主軸一廻轉に對し割出板が  $\frac{1}{2}$  廻轉丈逆廻りするやうに齒車をかけると

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} &= \frac{24}{48} \dots\dots\dots 2 \text{ 段掛} \\ &= \frac{24}{24} \times \frac{32}{64} \dots\dots\dots 4 \text{ 段掛} \end{aligned}$$

逆廻轉又は同方向廻轉とするには遊び車を 2 箇又は 1 箇とする。

### 第2節 カム切削装置

#### 第1項 カムの種類

圓筒カム (Cylindrical Cam シリンドリカル・カム) はまたバレル・カム (Barrel Cam) とかドラム・カム (Drum Cam) と呼ぶ。圓筒面に溝が切つてあつてローラー (Roller) と挺子 (Lever レバー) で軸に平行な平面上の運動を傳達する。溝の代りに圓



筒面に案内板を取付けることもある。(第52圖 A 参照)。板カム (Disk Cam ディスク・カム) はエッジ・カム (Edge Cam) とも言ひ、運動傳達は一方向丈である。重力又はばね (Spring スプリング) を用ひてローラーとカムの椽 (Edge エッジ) との接觸を保つ。正面カム (Face Cam フェイス・カム) では、ローラーの入る溝即ち通路が正面 (Face フェイス) に切つてあるので廻轉軸に直角の任意の方向に運動を挺子に傳達する。ローラーはカムの正面に切つてある溝に誘導され動いて行く。



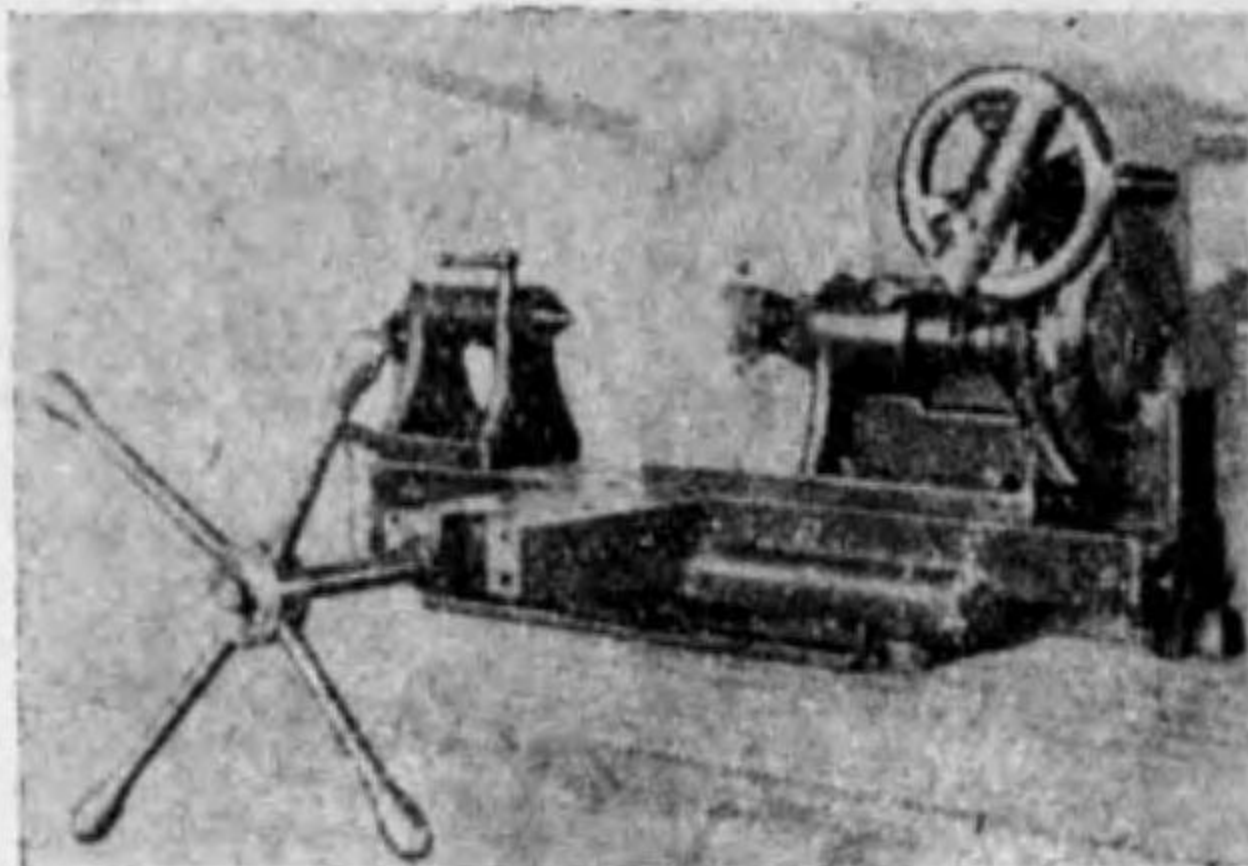
第52圖 カムの種類  
A: 圓筒カム B: 板カム C: 正面カム

### 第2項 カム切削

同じ型のカムを多数切削する場合には、このカム切削装置 (Cam Cutting Attachment カム・カティング・アタッチメント)

をフライス盤のテーブル (Table) に取付ける。第53圖に示すものは圓筒カム、正面カムが切削出来る。

切削作業中フライス盤のテーブルは固定した儘



第53圖 カム切削装置

で置き、廻轉運動及び縦方向運動は装置の中にある機構によつて行ふ。廻轉運動は、装置中の主軸 (Spindle スピンドル) に固定したウオーム・ホキール (Worm Wheel) を駆動するウオーム (Worm) による。時にまた自動送りも出来る仕掛になつてゐる。

圓筒カム (Cylindrical Cam シリンドリカル・カム) を切削するには、カム切削装置の主軸臺をテーブルに平行な床 (Bed ベッド) にボルトで締付ける。この心棒をカム切削装置の兩センタの間に狭んで廻轉し、心棒にカム素材を嵌める。テーブルを持ち上げ、センタの高さが、フライス盤主軸の高さと等しくなる様にする。

切削には、螺旋底双カッタ (Spiral End Mill スパイラル・エンド・ミル) を使用する。工作物に送りを與へる運動は切削装置内の機構によるもので、テーブルは一箇所に固定した儘で置く。



## 第7章 割出基本作業

### 第1節 四角形又は六角形の割出作業

四角形や六角形の寸法は一辺の長さで表はす。丸棒から四角形又は六角形を切削する場合、丸棒の直径はその四角形又は六角形の対角線に等しいのである。

一定の直径の丸棒から最大の四角形や六角形を切削するには先づ一辺の寸法を知らねばならない。丸棒の直径に 0.707 を乗すると、四角形の一辺の長さが求められる。また直径に 0.750 を乗すると、少しばかり大きな四角形が出来、其の四隅には圓周の一部分が残り、幾分丸味を持つ。タップ (Tap) やリーマー (Reamer) の柄の四角形を切削するには、柄の直径の  $\frac{3}{4}$  を一辺として四角形を作り、隅は稍丸くなつた儘にして置く。

ボルト (Bolt) や其他の丸棒等から四角又は六角を切削するには、長い工作物ならば割出臺と心押臺の兩センチ間に支持するか、一端をチャック (Chuck) でつかみ他端を心押臺センチで支持して垂直切削をする。然し出来ることなら、眞鍮棒かハンマ (Hammer) を使つて割出臺のセンチを引抜き、割出臺主軸を垂直に立て、主軸端のねぢ山を保護する爲のノーズガードを取り去つて、チャック (Chuck) を主軸にねぢ込み、工作物をチャックに鉛直

に支へるのがよい。(第54圖参照)

切屑が旋廻臺とベース・プレート (Base Plate) の間に溜まつて孔の中に落ち込むといけないから之を防ぐ爲に、主軸孔の奥底にキャップ (Cap) を嵌める。キャップが無ければ孔の中へボロを少し押込むとよい。チャックは主軸の肩迄しつかりねぢ込むがよい。

### 第1項 底双カッタを使用する場合

工作物を鉛直に支持すれば、正規のテーブル送りが出来て、切削作業が容易に行はれる。更に多數の工作物を切削する場合は、跨りカッタ (Straddle Mill ストラドル・ミル) を使ふ方がよい。一個のカッタ (Cutter) で切削する場合は、適當な底双カッタ (End Mill エンド・ミル) を用ふ。この場合、カッタの送りの方向はチャックのねぢ込みの方向に一致させ、チャックのねぢ込みの反対方向にならない様に装置する。

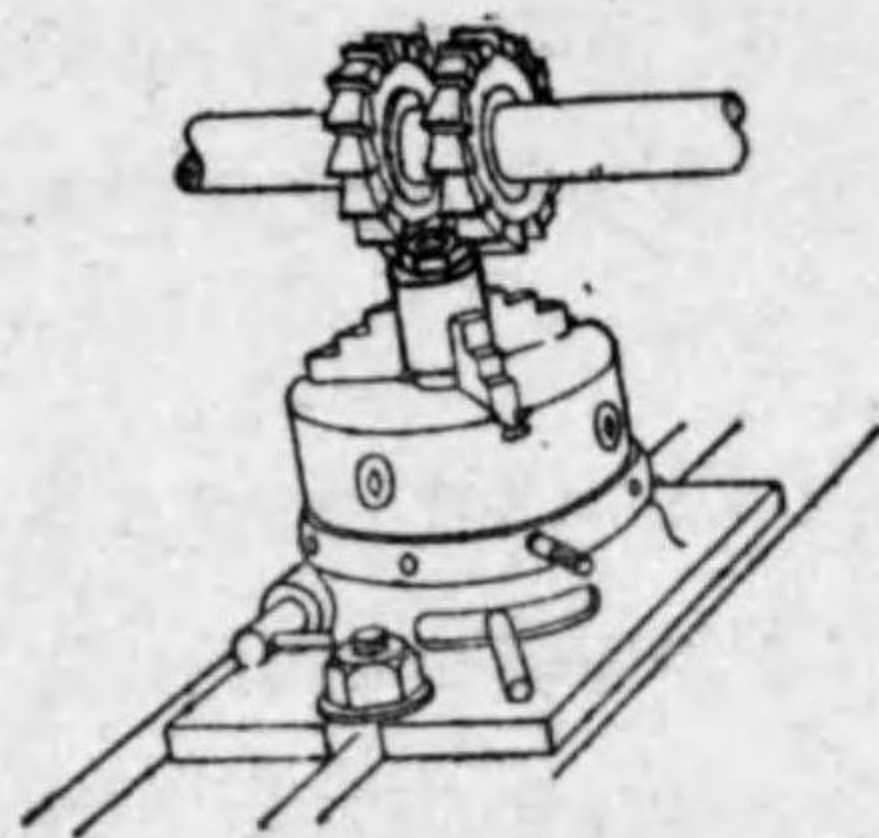
例へば、双物支持部 (Tool Post ツール・ポスト) のねぢ (Screw スクリュー) の丸棒の頭部を底双カッタを使つて四角に切削する場合、工作物の一つの側からカッタが切削する量は、その頭部の直径と四角形の一辺との差の半分に等しい。この場合は恐らく一度で切削が出来る。然し澤山の工作物の中の最初の工作物を切削する場合は、次の様に非常に注意深くするのが最も良い。先づ互に平行な二邊を荒削りして其の幅を測る。その幅と仕上げ



んとする四角形の一辺との差の寸法の半分丈工作物を動かして工作物の位置を決定する。こうすればカッタと工作物の位置が定まり次々に容易に切削が出来る。

### 第2項 跨りカッタを使用する場合

同一の工作物を多量に切削するには、跨りカッタ (Straddle Mill ストラドル・ミル) を使用する方が便利である。先づ直径の等しい2個の底双カッタを用意する。カッタの大きさは、その間にカラー (Collar) をアーバー (フライス心棒) に装置した時、工作物の上に隙が出来る様なものを選ぶ。テーブル (Table) が柱 (Column コラム) に近い場合には工作物の適当な位置にカッタが来る様にアーバー上のカラー (Collar) を按配する。跨りカッタの双先の間隔を正しくするには、カッタのハブの間隙間を満すやうなカラーがないときには、紙か薄い金属で作ったスペース (Space) を二つか三つ使つても良い。



第54圖  
跨りカッタに依る六角ナットの切削

先づ第一に跨りカッタが正しい間隔を有するかどうかを確かめ、次に工作物 (Workワーク) が正しく直角に装置されてゐるかどうかを確かめる。切削すべき工作物を傷けないために工作物と同じ位の大きさの小片をチャック (Chuck) で掴

む。工作物が中央に来る迄テーブル (Table) を横に手送りする。次に小片の上に  $\frac{1}{8}$  吋かそれより少し深い切込みが出来る迄上下送りをする。フライス盤の運轉を開始して一邊の長さを測る事が出来る迄小片の中に送りを入れる。それによつてカッタの間隔が大き過ぎるか、小さ過ぎるかを測定する。次にスペース (Space) を増すか、減すかして間隔を調整する、更に、結果を検査するためにもう一度切込みをする。入門者が正しい厚さを得る迄には三回乃至四回位行つて見なければならぬ。

正しい厚さに小片を削つたら、工作物を後方に戻して  $\frac{1}{2}$  丈割出して見る。即ち半回轉して兩方のカッタが削り屑を出さずに工作物がカッタの間を通過すれば、工作物は正しく中央にある譯である。工作物が中央になれば、一方のカッタが工作物を削り取つて頭の厚さを減ずる。いま一つのカッタではそれだけの量を移動する。工作物を正しく取付けるには、隙間が工作物との間に出来る厚さを測定し、それを先刻測つた厚さから引いて、金属を削りとつた方のカッタから工作物をこの差の半分だけ移動させる。正確を保つため再び検査して、その後で工作物をチャックでつかみ、テーブルを上下に調整して正しい深さに削られる様に加減する。工作物を連続して同じ形状に切削するために、チャックから同じ距離だけ突出する様に注意し又切削するボルト (Bolt) 或はねぢ (Screw スクリュー) の頭の下に自由に取付けられるカラーを使用されたい。



## 第2節 リーマとタップの溝切り

リーマ (Reamer) やタップ (Tap) の溝は特殊なカッタで削る。歯の数とランド (Land) の幅はカッタの大きさと使用の目的とによつて異なる。

リーマ、タップ、底双カッタ (End Mill エンド・ミル) 等の溝切りには、溝の両側を綺麗に削るから。ダブル山形カッタが最適である。

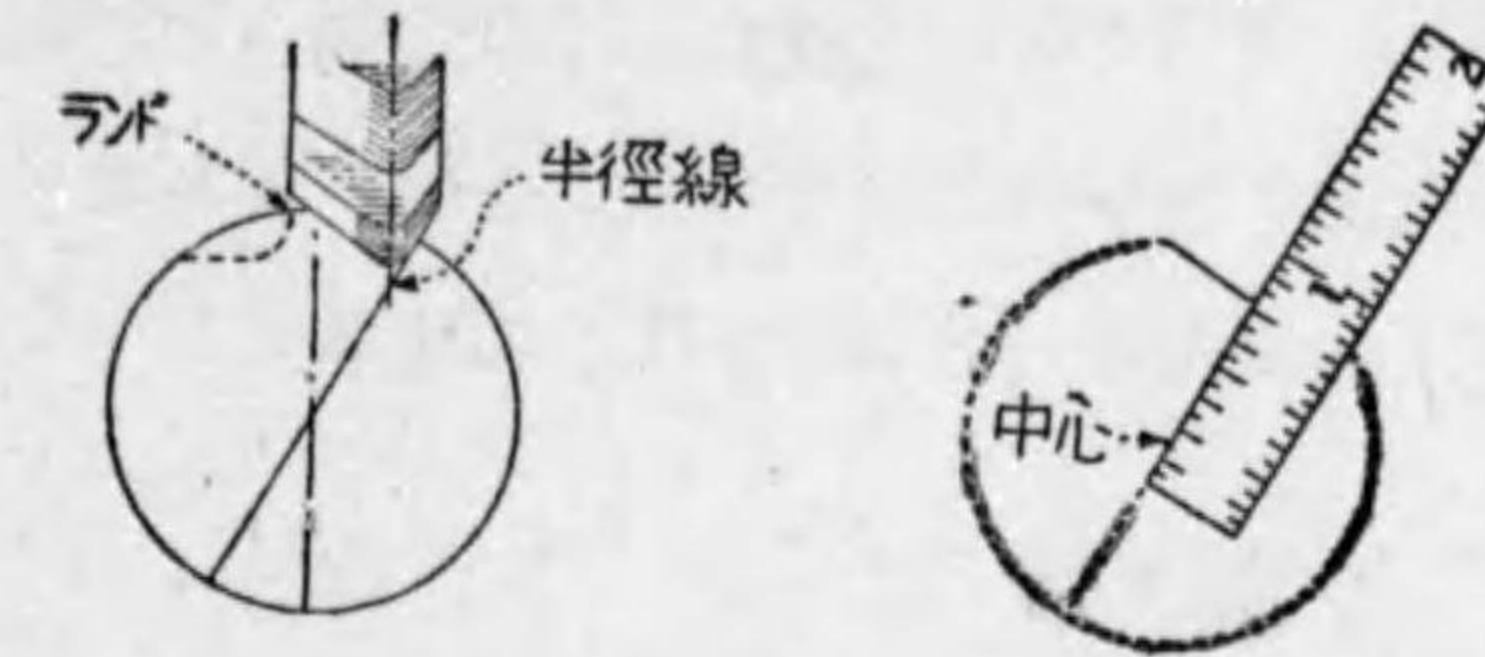
大型リーマを削るには歯の面を放射状にする。ダブル山形カッタを使つて一方の側を放射状にして溝を切るときは、工作物を横に偏在させる。偏在の量は歯の数、ランドの幅、カッタの形状によつて異なる。カッタの形には種々あり、多く試験切削法が用ひられるがカッタの側面が  $30^\circ$  であれば端面にけがきをするとよい。

歯の面が放射状であり、ランド (Land) が求める幅のものである場合に、カッタを正しい据付は、入門者にとつては容易でない。

## 第3節 試験切削法

工作物の端面に硫酸銅溶液を塗り、中心直角定規 (Center Square センタ・スケヤ) とけがき針 (Scriber スクライバー) を使つて半徑線を描く。次に工作物に廻し金を締めて、センタの間に支持し、割出ハンドル (Handle) を廻して山形カッタの短かい方

の邊を半徑線と一致させ試験切削をする (第55圖参照)。工作物を



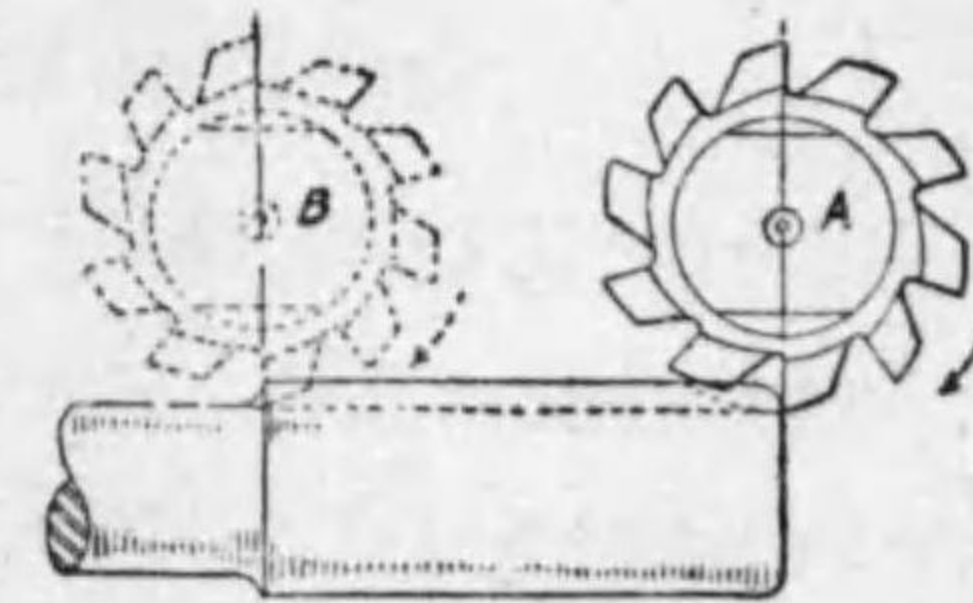
リーマカッタの据付方法

歯溝の検査方法

第55圖

更に割出す必要があるか、又はテーブル (Table) を横に移動する必要があるか、又は両方の必要があるかも知れないので、試験削りは幾分浅目にする。最初の溝は短かく削り後戻りさせて次の溝を割出す。そしてそれを短かく削る。カッタが線と離れてゐないか、ランドの幅が適當かどうかを注意する。假りに放射双面を與へる線が離れて、ランド (Land) の幅が廣すぎるとすると、半徑線をカッタから離しテーブルを横に送らねばならない。より深い削りをするためにテーブルを上げた時、双の放射面が接觸するだけで削り込まない様にする。試験切削の双が離れてゐるか、平行でない場合は、工作物を一方又は反対側に少し廻す。

形状を検査するために機械を停止し、工作物を取外し、双の面に物指を當て、第51圖に示す様に半徑上に



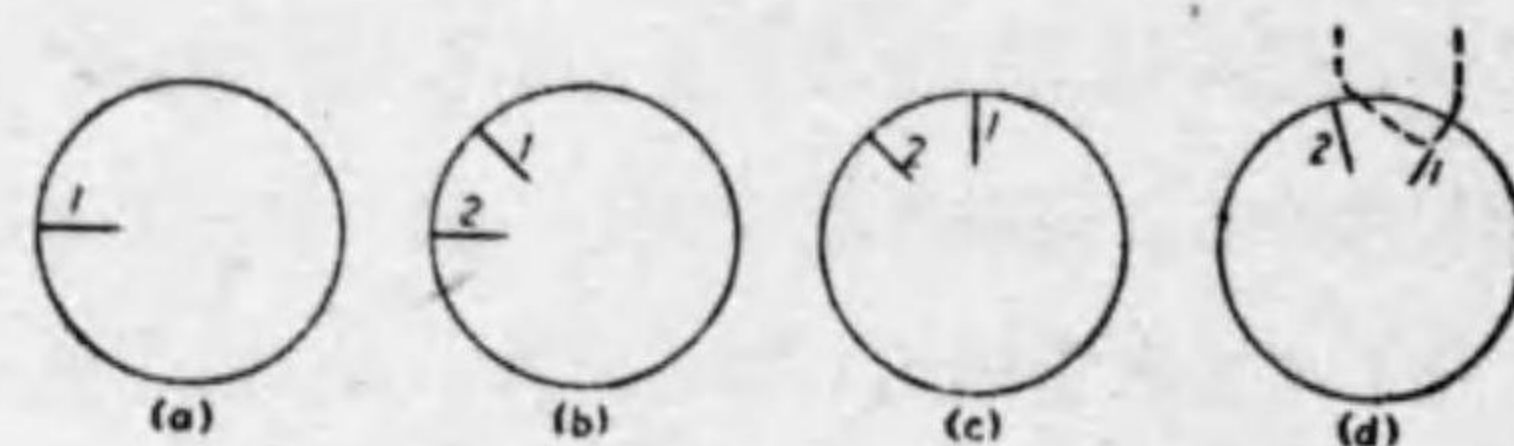
第56圖



あるかどうかを見る。形状が正しければ試験工作物をリーマ工作物に取りかへる。カッタの中心線が工作物の端(第56圖 A)に来る迄は、その全深さを削つてはならない。送り外しはカッタの中心線が肩の真上に来た時(第56圖 B)にする。

#### 第4節 けがき法

30度の角度を有するカッタで削る時は、二つの半径を描き、そして最初の線を第57圖 d に示す様に鉛直と30度傾く位置まで割出すのがよい。第57圖は8枚歯リーマのけがきの方法を示す。



第57圖 8枚歯リーマのけがき法

- (a) トースカンのけがき針を中心に置き水平線1をけがく。
- (b) 歯と歯の間隔のために5 ( $40 \div 8 = 5$ )を割出す。そして線2をけがく。
- (c) 線1を鉛直の位置に回轉する。
- (d)  $3\frac{1}{3}$  ( $30^\circ$  は  $360 \div 30 = 12$  の割出しに相當し  $40 \div 12 = 3\frac{1}{3}$ )を割出し線1を鉛直と  $30^\circ$  傾け歯の傾きに一致せしめる。

以上の四つの階程を研究すると、(1) b に示すやうに  $45^\circ$  傾くこの半径線をけがく目的は、リーマの歯数が8枚の場合は歯と歯の面の傾き  $45^\circ$  であるからである。(2) c は線1を鉛直位置に持

つて來たるための第2階程を示す。(3) d に示す如くこの線を鉛直に  $30^\circ$  傾くやうに割出すのは、それをカッタの傾き  $30^\circ$  度と正しく一致せしむるためである。(4) 線2はdに於けるランドの幅を示す案内線として役立つ。

#### 第5節 不平等間隔割出切削

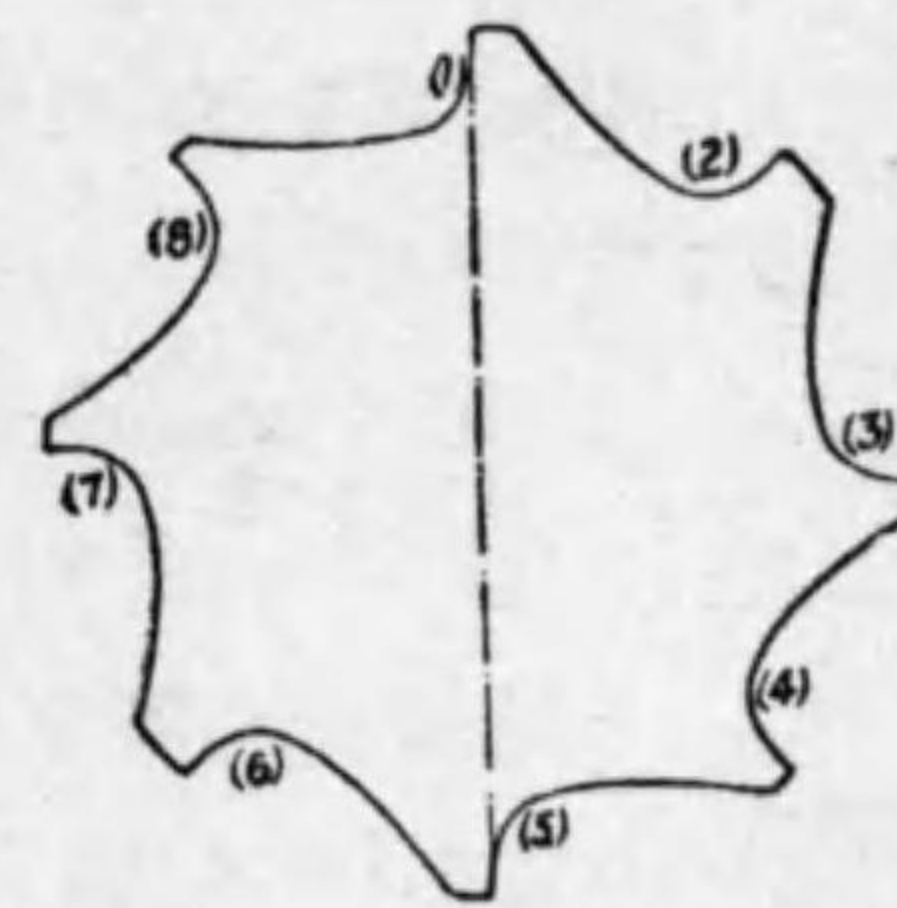
ハンド・リーマ (Hand Reamer) が平等間隔の刃を有する時は、各歯はその前の刃よりも少し深く削り、歯の表面は幾分波形となる。これを避ける爲にハンド・リーマは常に歯の間隔を不平等に作る。次に不平等間隔刃のリーマを削る際の法則を示す。

溝の数は偶數で、歯の面は相對してゐなければならない。

- Lが二つの歯の間の最大距離で、Sが最小距離で、且最小のものが最大のものに續く時は、LとSとの差は6度を超えてはならぬ。

ブラウン・シャープ (Brown Sharpe) 會社のハンド・リーマの歯の数は次の通りである。

- |   |  |
|---|--|
| $\frac{1}{8}$ 吋 $\sim$ $\frac{17}{32}$ 吋 — (6)    | $\frac{9}{16}$ 吋 $\sim$ $1\frac{3}{12}$ 吋 — (8)  |
| $1\frac{1}{8}$ 吋 $\sim$ $1\frac{15}{32}$ 吋 — (10) | $1\frac{1}{2}$ 吋 $\sim$ $2\frac{1}{16}$ 吋 — (12) |
| $2\frac{1}{8}$ 吋 $\sim$ $2\frac{9}{16}$ 吋 — (14)  | $2\frac{5}{8}$ 吋 $\sim$ 3吋 — (16)                |



第58圖

8枚刃リーマの不平等間隔



今8枚歯の直径1吋リーマを説明しよう。カッタ (Cutter) は適当な深さに極く近いが、又は稍少く放射状刃を與へる様に取付け 39 孔圓の割出板を使用する。次の順序で作業する。

1. 第一の溝を削る。
2.  $5(40 \div 8 = 5)$  を割出し(第一の割出は正規の割出しを示す)

第二の溝を削る。

3.  $5+15$  孔 (第二の割出) を割出し、第三の溝を削る。
4. (ピンが入つてゐる孔から)  $5-10$  孔 (第三の割出) を割出し、第四の溝を切る。
5. (ピンが入つてゐる孔から)  $5-5$  孔 (第四の割出) を割出し、第五の溝を削る。

こゝに第五の溝を削るとき (5) の切削面は (1) の歯の切削面に正反對でなければならぬ。(6)(7)(8) の歯の割出は、第二、第三、第四の割出の2倍である。故に第五の2倍である第八の割出は、割出ハンドルを原位置に戻すことになる。

機械工は與へた歯を削つてから、反對側の歯を削りたがる。第58圖で1を削り、次にハンドルを20回轉して5を削る。次に(6)を割出して6を削り、20回轉を割出して2を削る。更に(3)を割出して3を削り以下これを繰り返へす。

## 第8章 捻れフライス作業

### 第1節 概 説

螺旋削り (Spiral Milling スパイラル・ミリング) により螺旋カッタ、螺旋齒車、ねぢれ錐、又は螺旋溝付カム等を削る作業が行はれる。これら工具或は齒車等の工作には特種の専門工作機械が使用されるが、しかしこれ等の中で特殊なもの、又は急を要するものは萬能フライス盤で安價に製作することが出来る。

旋盤でねぢ山を切る作業と、フライス盤で螺旋を削る作業には共通點がある。旋盤のねぢ山切削では工作物が一回轉する間に刃物がある距離だけ移動し、この距離がねぢ山のリード (Lead) に相當する。これは換齒車装置によつて行はれる。螺旋のフライス削りも同様である。但しこの場合は工作物自身が回轉する間に工作物はカッタに對し送られる。そして一回轉する間に送られる距離が螺旋のリードに一致する。普通ねぢ山のリードはねぢ山の直径と長さにして短かいけれども、齒車或は錐の螺旋のリードは直径と長さよりも常に長い。例へば直径  $7/8$  吋の標準ねぢ山のリードは  $1/9$  吋 (1吋に9山) である。(標準  $7/8$  吋の螺旋溝の皿孔錐 (カッタ頭約1吋) のリード有するものは10吋である。



## 第2節 螺旋

螺旋 (Spiral スパイラル) は軸の回りの回轉進行に依つて作られ線である。螺旋の回轉が平面的であるものを、平面螺旋と言ふ。例へば時計のスプリング (Spring) は一種の平面螺旋である。螺旋の回轉が平面内にない場合、例へば圓錐の形になつて居れば圓錐螺旋と言ふ。またこの螺旋線が圓筒の周を捲いて行くなれば、蔓卷螺旋 (Helix ヘリックス) と言ふ。機械工作法に於て螺旋と呼ばれるものは、この蔓卷螺旋のことである。一般に螺旋 (Spiral スパイラル) と云へばこれのことである。

### 第3節 螺旋のリード

螺旋のリード (Lead) は螺旋の1回轉に進む距離を、その軸に平行に測つたものである。例へば工作物が齒車装置によつて6吋送られる間に1回轉すれば、螺旋のリードは6吋である。この際に工作物の長さや切削の長さとは何等關係がない。即ち1回轉に對する6吋のリードの螺旋を3吋の長さで切削する場合と同じ6吋のリードを有する螺旋を12吋の長さで切削する場合、前者の溝は工作物の周りに半回轉行き、後者の場合では工作物の周りに2回轉して行く。

### 第4節 螺旋削り

## 第1項 齒車装置

圓筒に螺旋溝を切るためにカッタ (Cutter) を取付け、カッタに對し工作物を縦に送り、同時に等速回轉運動を與へると、溝は螺旋狀に切削される。螺旋を削るには、工作物を一定の速度でその軸の周に回轉させると同時に軸に平行に送ればよい。実際には種々のリードのねぢ山が旋盤で換齒車 (Change Gear チェンヂ・ギヤ) に依つて切られるのと同様に、テーブル (Table) の送りねぢから換齒車装置によつて割出臺のウォーム齒車 (Worm wheel ウォーム・ホキール) で行はれる。

### 第2項 右捻れ及び左捻れ螺旋

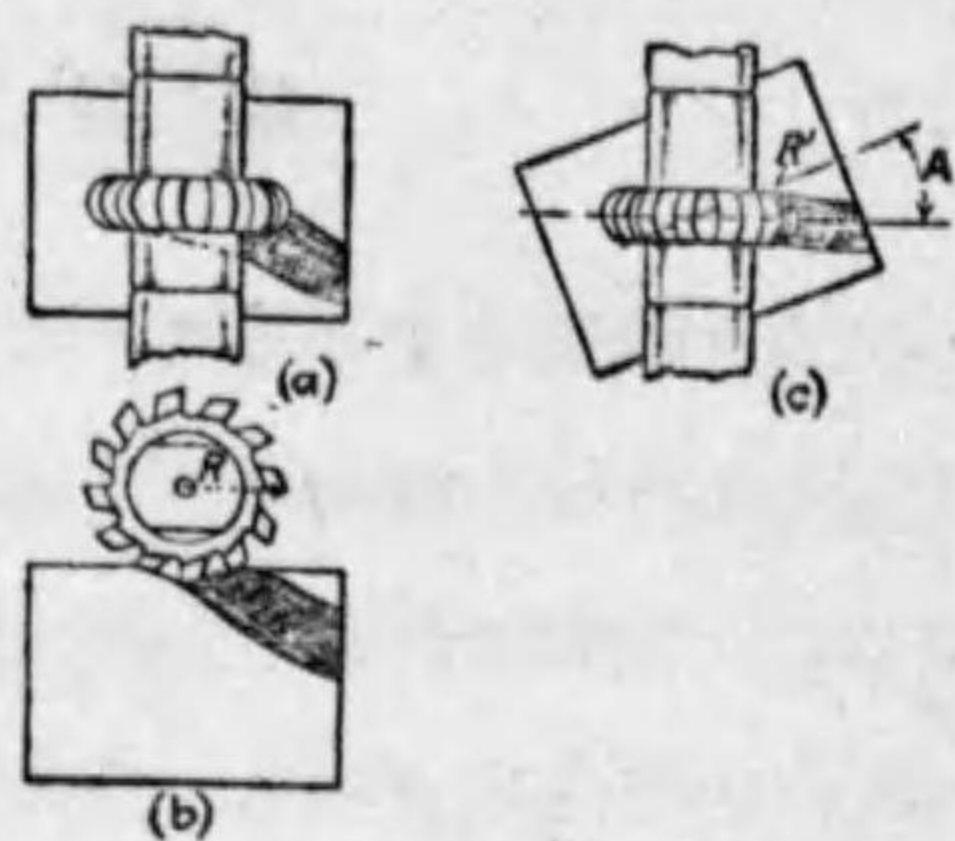
ねぢ山の如く螺旋には右捻れ (Right-hand ライト・ハンド) と左捻れ (Left-hand レフト・ハンド) とある。右捻れの螺旋は進むにつれて右に廻るか又は捻れる。左捻れの螺旋は左の方向に回轉する。螺旋が右捻れか左捻れであるかを容易に知るには、螺旋の軸に水平にして孔を手に持ち、溝の傾斜を注意する。傾斜が右側に低くなつて居たら、右捻れであり、反對に左側に傾斜して居たら左捻れである。例へば錐は右捻れの螺旋である。

### 第3項 テーブルの装備

丸棒に  $1/2$  吋の半圓溝螺旋を切削するには、 $1/2$  吋の外丸カッタ



を使用する。第59圖(a)に示す様にカッタ、アーバー(Cutter Arbor)を工作物の軸に直角に取付け、工作物を螺旋状に送れば第54圖(b)に示す様に溝の半径は1/4吋とならないで、カッタの半径に近くなる。この螺旋溝をカッタの歯の幅と同じ形状に削るには次のやうにする。

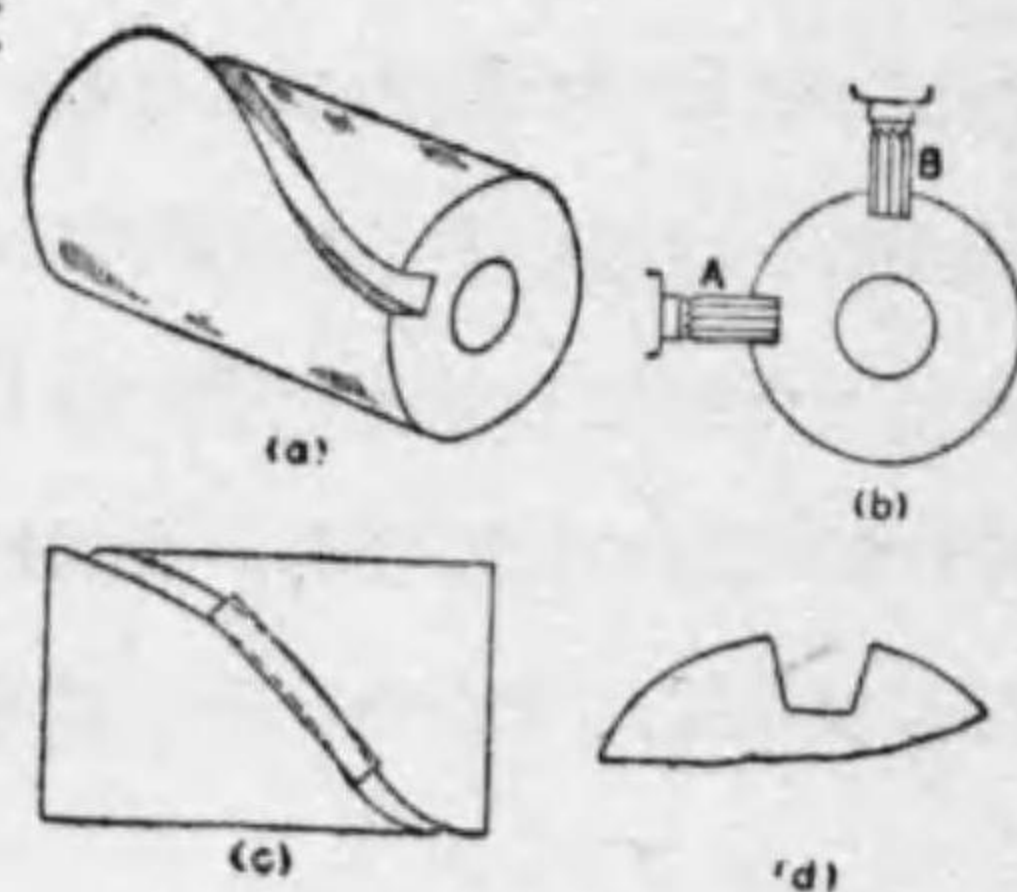


第59圖

- (1) テーブル(Table)を或る角度だけ傾げるか
- (2) カッタ(Cntter)をこの角度に取付ける。第59圖(c)は(1)と(2)に於けるカッタと工作物(Work)との関係位置を示す。角度Aは螺線の角度で、これは螺旋のリード(Lead)及び工作物の直径の双方に左右されるものである。

#### 第4項 カッタの形状

第60圖(a)は圓筒面に削った螺旋溝である。この溝は底双カッタ又はコッタ・ミルで(b)に示す様に水平又は鉛直に切削する。(c)に示す如く平行側面を有するカッタは曲線溝には合はないから、普通の溝切りカッタでは矩形の螺旋

第60圖  
圓筒面に削った螺旋溝

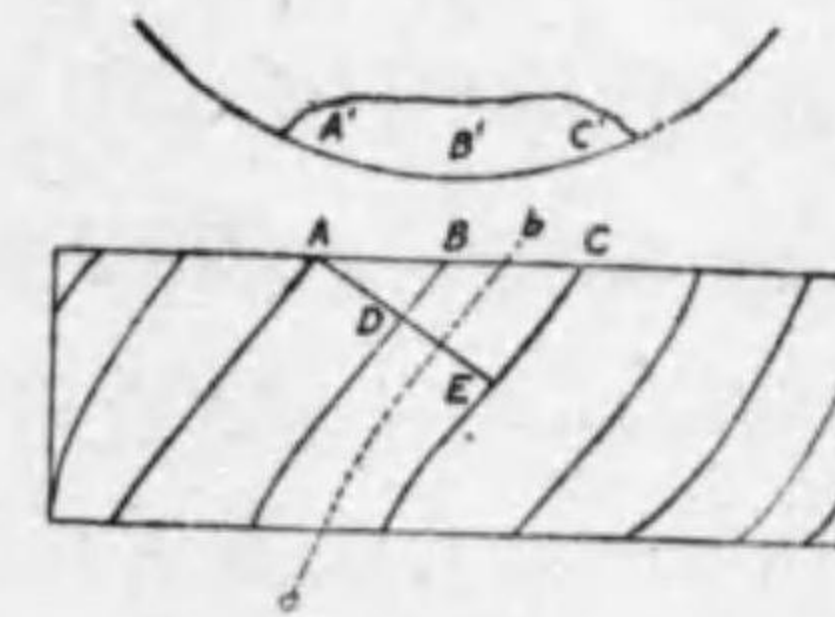
溝を切ることには出来ない。この様なカッタを使つて螺旋削りをする時は(d)に示す様に溝の側面は平滑でなく、溝の形は直角とならない。更に直線側面を有する角度カッタも亦螺旋溝切りには使用出来ない。直線側面の齒は平滑な切削を行はず、第60圖(d)と同様な結果を現はす。

側面の刃が互に傾斜し合つてゐる様なカッタはアーバーに取付けて螺旋溝を簡単に切る事が出来る。即ち複角度カッタ或は外丸カッタ、又はギヤ-カッタは螺旋溝削りに使用出来る。かゝるカッタの齒にはどの刃にも、削り屑を取る以外には工作物に接觸することがない。

#### 第5項 圓刻み、垂直線刻み

螺旋削りで切られる溝又は齒の断面が規定の形状のものであるのは、溝又は齒の方向に見る時、(即ち測られた時)である。工作物の端に現れる断面は歪んでゐる。

即ち溝はカッタの形と一致して見えない。又齒の形は工作物の軸線に直角に見る時でも歪んでゐる。此の差異は第61圖に示す。A. B. C. は螺旋齒車(Spiral Gear スパイラル・ギヤ)の圓周刻み(Circular Pitch サーキュラ・ピッチ)を示し、ABは齒の幅、BCは齒の隙間である。點線abは溝の方向



第61圖

示し、ABは齒の幅、BCは齒の隙間である。點線abは溝の方向



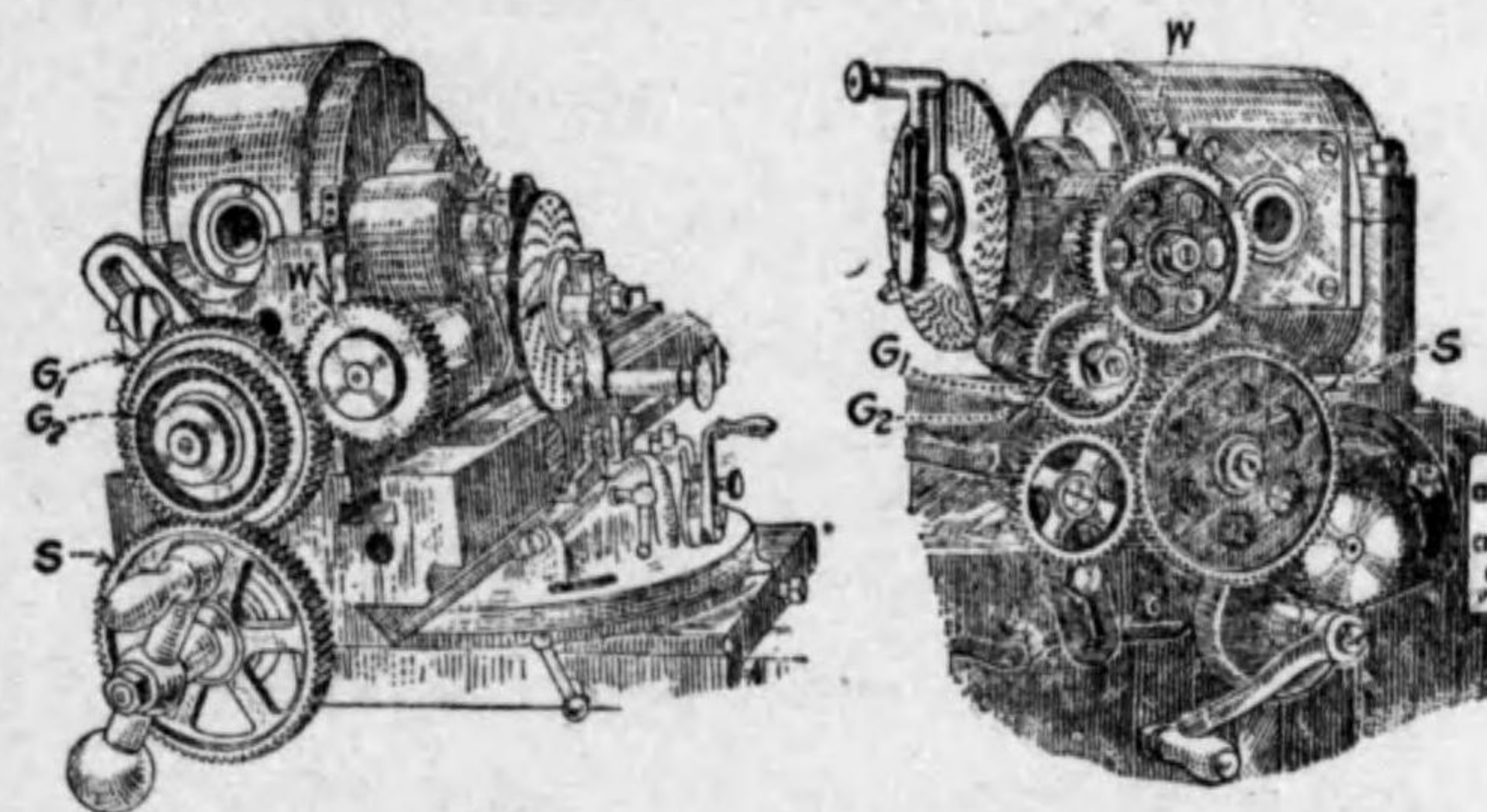
を示し、線 ADE は歯の垂直線刻み (Normal Pitch ノーマル・ピッチ) で点 A に於て歯の側面に垂直である。BC の一端で見る溝の幅は、DE で見る溝の幅よりも大きい。従つて深さは双方共通であるから、形状は等しくはならない。このことは螺旋歯車の切削に於て非常に重要なものであり、且他の螺旋歯又は溝の形状を判断し測定するにあつて考慮しなくてはならないものである。

### 第5節 螺旋削りに必要な換歯車

万能フライス盤では、テーブル送りねちから割出臺(第62, 63圖) (換歯車W) までの運動は平歯車で傳達される。このやうな歯車装置を速度變換歯車装置(差動歯車)と言ひ、螺旋の形状に従つて撰擇し取付ける。例へば歯車 W が歯車 S と同じ速度で回轉すると、10吋のリードの螺旋が切られ、W が S の 2 倍の回轉であれば5吋のリードとなり、又半分の回轉であれば20吋のリードとなる。歯車Wの回轉が工作物を動かす方法を知らねばならない。この回轉は割出臺の一定部分にある歯車装置に依つて傳へられる。

第62圖に於て、歯車 S はテーブル (Table) の送りねちに取付けてある。G<sub>1</sub> と G<sub>2</sub> はスタッド (Stud) 上に取付けられた第一歯車及び第二歯車 (又は第一中間歯車、第二中間歯車) を示す。これらは共にスリーブ (Sleeve) に取り付けられてある。スリーブはスタッド上で自由に廻轉し、スタッドは調節が出来る支え腕の

中に取り付けてある。螺旋削りでは G<sub>1</sub> と G<sub>2</sub> とは送りねち上の歯車 S とウォーム軸 (Worm Shaft ウォーム・シャフト) 上の歯車 W との間を連結する役目をなす。



第62圖

螺旋削りのためのブラウ  
ン・シャープ式割出臺

第63圖

螺旋削りのためのシンシ  
ナチ式割出臺

この様に送りねちの運動は、テーブル (Table) の送りを伴ひつゝ工作物 (Work ワーク) を回轉させる。S, G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub> 及び W は即ち速度變換歯車装置である。これには 12 個の換歯車 (24. 24. 28. 32. 40. 44. 48. 56. 64. 72. 85. 100) があつて、これらの換歯車の組合せによつて、テーブル (Table) の縦送りに對する工作物 (Work) の回轉運動の種々なる比率が得られる。且つ色々なリード (Lead) の螺旋が削られる。遊び歯車を挿入すると歯車の廻轉方向が變はり従つて螺旋は右捻れ又は左捻れ何れも削る事が出来る。



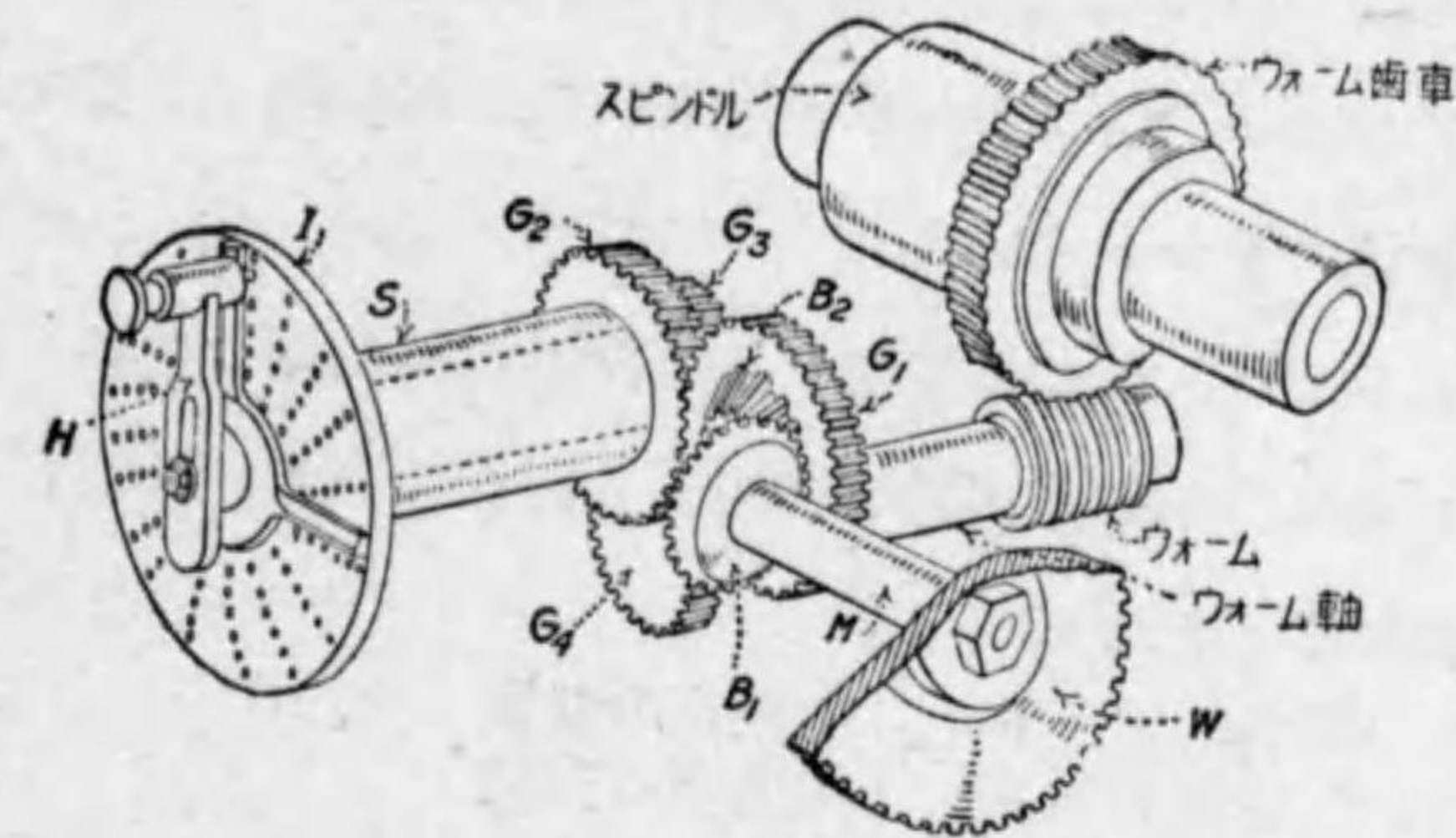
第63圖はシンシナチ割出臺の速度變換齒車装置を示す。運轉機構の構造は12個の換齒車と一つの支へ腕、又はセグメントから成り、そのセグメント上に送りねちとウォーム軸との間に運動を傳達する齒車がある。このシンシナチ型フライス盤ではブラウン・シャープ・フライス盤と同様に、第一中間齒車がウォーム軸 (Worm Shaft ウォーム・シャフト) 上の齒車を動かす。スタッフ (Stud) 上の位置は逆で、第二中間齒車となる。これは他の機械でも同様で、機械を運轉する際には、主動車と從動車を理解すれば、與へられた螺旋を如何に取扱ふべきかは簡単にわかる。

齒車4個のうち、2個が主動車であり、2個が從動車となる。ねち上の齒車は主動車である。

遊び車は主動車でも從動車でもなく、齒車つながり中に置かれた場合は、それに噛み合ふ齒車の回轉方向を變へる遊び齒車ある。

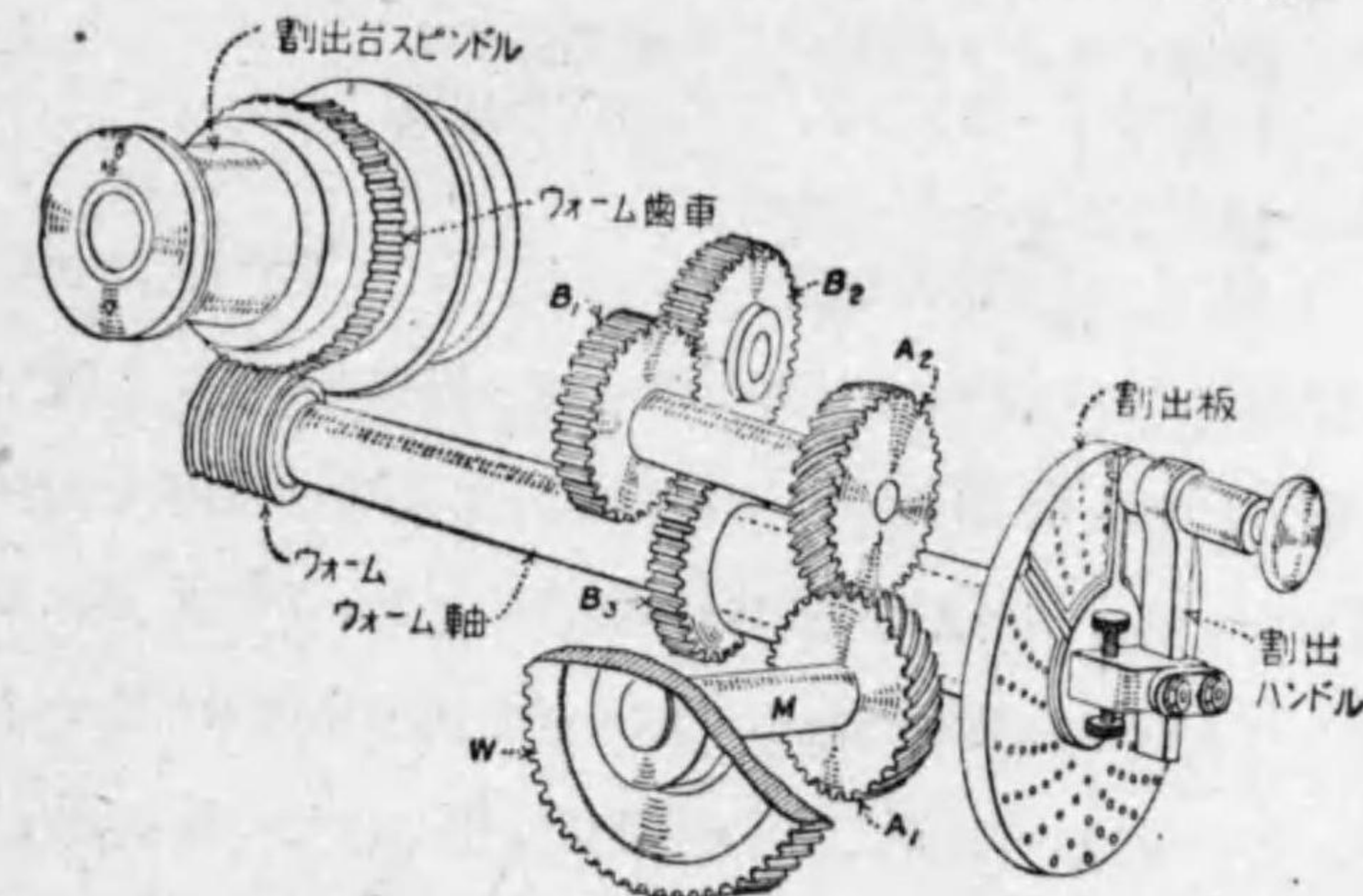
### 第6節 螺旋削りの換齒車計算

螺旋削りに於て、假りに送りねちとウォーム (Worm) 軸上に等しい齒數の齒車を用ひ、これ等の齒車を2個の等しい齒數の中間齒車で連結したとすれば、軸M(第64圖、第65圖)は送りねちと等しい速度で回轉する。即ち送りねちが40回轉するならばウォーム軸 (Worm Shaft ウォーム・シャフト) は40回轉し、工作物 (Work ワーク) は一回轉する。多くのフライス盤は  $1/4$  吋



第64圖 シンシナチ型割出機構

運動の順序は W-M-B<sub>1</sub>-B<sub>2</sub>-G<sub>1</sub>-G<sub>2</sub>-S-I-H-S 中の軸-G<sub>3</sub>-G<sub>4</sub>-ウォーム軸-ウォーム-ウォーム齒車-スピンドル-工作物



第65圖 ブラウン・シャープ型割出機構

この機構では、螺旋齒車を用ひて運動を直角に移す。運動の順序は W-M-A<sub>1</sub>-A<sub>2</sub>-B<sub>1</sub>-B<sub>2</sub>(遊び齒車)-B<sub>3</sub>-割出板-割出ハンドル-ウォーム軸-ウォーム-ウォーム齒車-割出臺スピンドル-工作物



ピッチ (Pitch) の送りねちをもつて居り、送りねちの40回轉毎にテーブルは  $40 \times 1/4$  吋 = 10吋送られる。螺旋削りに於て、この距離を機械のリードといふ。

螺旋削りでは、一つの螺旋を削るための換齒車計算は、旋盤でねち山を切る時の換齒車計算の方式と同様である。螺旋に於ける常数は機械のリードである。

$$\text{公式} \quad \frac{\text{機械のリード}}{\text{螺旋のリード}} = \frac{\text{主動車の齒數}}{\text{從動車の齒數}}$$

次に二つの計算例を示す。

例題 1 12 吋のリードの螺旋の換齒車を求めよ。

上記の公式を用ひ、これに夫々の値を代入すると

$$\begin{aligned} \text{即ち} \quad \frac{\text{機械のリード}(10)}{\text{螺旋のリード}(12)} &= \frac{\text{主動車の齒數}}{\text{從動車の齒數}} \\ \frac{10}{12} &= \frac{\text{主動車の齒數}}{\text{從動車の齒數}} \end{aligned}$$

今、二段掛齒車つながり (主動車一個と從動車一個) を使用すれば、送りねち上に10枚、ウォーム軸上に12枚の齒車を用ひなければならぬ。がそんな齒車は換齒車中にないから、更にこれを分解して4個の齒車のつながりから成る四段掛齒車つながりを用ひる。即ち分數  $10/12$  を二つの分數に分解し、その積が  $10/12$  になる様に例へば  $\frac{5}{4} \times \frac{2}{3} = 10/12$  とする。

又、5枚と2枚の二つの齒車が使用出来れば、これらを主動車とし、4枚及び3枚の齒車を從動車とする。この様な齒車はないから、兩方 ( $5/4$  と  $2/3$ ) の分子及び分母に或る數を乗じて、分子と

分母とが換齒車に使用出来る齒數と一致する様にする。

$5/4$  の分子、分母に8を掛け、又  $2/3$  に24を掛けると

$$\frac{5 \times 8}{4 \times 8} = \frac{40}{32}, \quad \frac{2 \times 24}{3 \times 24} = \frac{48}{72}$$

$$\text{即ち} \quad \frac{5 \times 2}{4 \times 3} = \frac{40 \times 48}{32 \times 72} = \frac{\text{主動車の齒數}}{\text{從動車の齒數}}$$

この様な齒車はブラウン、シャープ型フライス盤では次の様になる。

齒 車 の 種 類	齒 數
ウォーム軸上の齒車 (從動車)	72
スタッド上の第一中間齒車(主動車)	40
スタッド上の第二中間齒車(從動車)	32
送りねち上の齒車(主動車)	48

例題 2 リード27 吋の螺旋の換齒車を求めよ。

$$\frac{\text{機械のリード}(10)}{\text{螺旋のリード}(27)} = \frac{\text{主動車の齒數}}{\text{從動車の齒數}}$$

$$\frac{10}{27} = \frac{2 \times 5}{3 \times 9} = \frac{2 \times 16}{3 \times 16} \times \frac{5 \times 8}{9 \times 8} = \frac{32 \times 40}{48 \times 72}$$

即ち 次の様になる。

齒 車 の 種 類	齒 數
ウォーム軸上の齒車(從動車)	72
スタッド上の第一中間齒車(主動車)	32
スタッド上の第二中間齒車(從動車)	48
送りねち上の齒車(主動車)	40



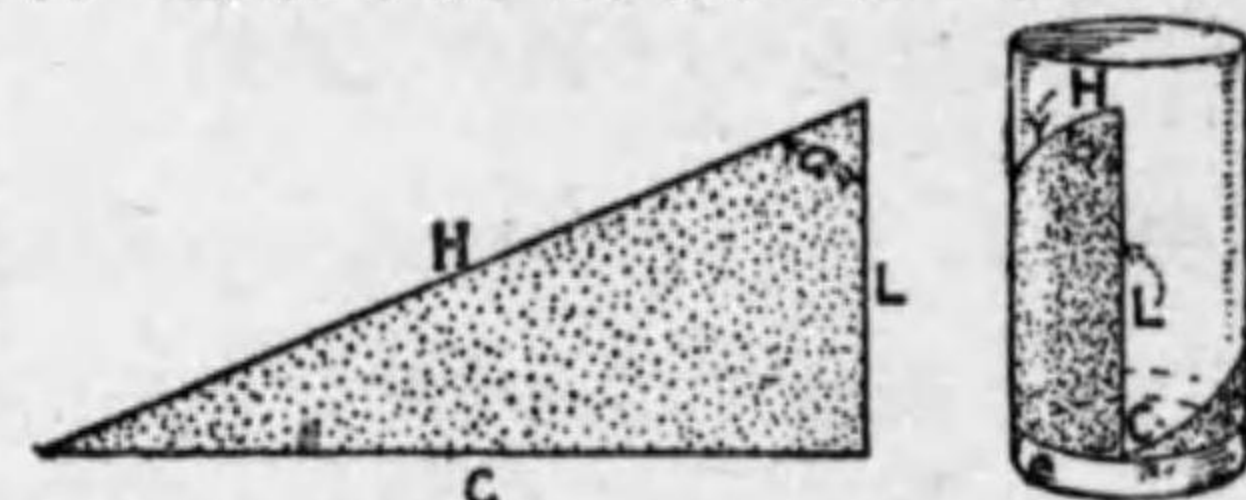
實用上、便宜のため機械備付けの表にはこれ等の換齒車を示してある。テーブル (Table) を傾ける角度も、非常に多數の螺旋について備へてある。又使用すべき換齒車つながりによつて出来るすべてのリード (Lead) も計算してある。(附録参照)

### 第7節 螺旋の角度

底双カッタ (End Mill エンド・ミル) を用ひないで、螺旋を削る場合にはテーブル (Table) 又はカッタ (Cutter) を或る角度だけ傾けなければならない。この角度は即ち削られる螺旋の角度 (Angle アングル) である。

螺旋は第 66 圖に示す如く、直角三角形を圓筒に巻つけた時の斜邊に依つて作られる。

直角三角形に於て垂線 L 及び底邊 C は螺旋のリード及圓筒の周の長さに夫



第 66 圖 螺旋の進路  
α: 螺旋の角度 H: 斜邊  
C: 圓筒の周 L: 螺旋のリード

夫一致する。斜邊 H と垂線 L との角が螺旋の角度で、これがテーブルを傾ける角度である。且萬能フライス装置を使用する場合には、これがカッタを取付ける角度でもある。

螺旋の角度を測る方法に二つある。一つは作圖に依る方法であり、第 66 圖と同様な直角三角形を描き、L をリード (Lead) に等しく、C を工作物 (Work) の周の長さに等しくして、角度 α

は分度器を用ひて測る。

もう一つの方法は一層正確であり、且一層便利である。これには數學の三角法の計算と正切表を使用する。螺旋の部分の計算は三角表を使用すれば出来る。第 66 圖に於て圓筒の周の長さは直角三角形の底邊に一致し、リード (Lead) はこれに隣る直角をなす垂邊に等しい。これから次の法則が導ける。

**第一法則** 工作物の周邊 (螺旋齒車のときは刻み圓周) とリードが與へられた時螺旋の角度を求むるには、周邊の長さをリードで割つたものが螺旋角の正切に等しい。即ち

$$\frac{C}{L} = \text{角 } \alpha \text{ の正切} = \tan \alpha$$

**例題** 素材の直径 3 吋 (圓周の長さは  $=3.1416 \times 3 = 9.42$  吋),  
リード 24 吋の時の螺旋角如何。

**解答**  $\frac{9.42}{24} = 0.392 = \tan \alpha$  又は  $21\frac{1}{2}^\circ$  (充分近し)

**第二法則** 素材の周邊及び螺旋角を與へた時、リードを求むるには螺旋角の正切で周を割ればよい。即ち

$$L = \frac{C}{\text{角 } \alpha \text{ の正切}} = \frac{C}{\tan \alpha}$$

**例題** 直径  $3\frac{1}{2}$  吋 (周邊の長さ  $=3.1416 \times 3.5 = 10.99$ ), 螺旋角 26 度のとき、この螺旋のリードを求む。

**解答** 26 度の正切は  $\tan \alpha = 0.488$  である。

$$\frac{\text{周}}{\tan \alpha} = \frac{10.99}{0.488} = 22.5 \text{ 吋}$$

即ちリード  $= 22\frac{1}{2}$  吋。



右捻れ及び左捻れ螺旋のテーブルの装置は右捻れの螺旋には回り臺上の零線を鞍上の零線の右側に動かす。左捻れの螺旋には反対方向を取ればよい。

### 第8節 急角度螺旋の削り方

急角度の螺旋即ち短かいリードの螺旋削りでは、複式堅フライス装置や萬能フライス装置を使ふと非常に便利である。この装置を螺旋削りに使ふ時は、テーブルは廻さないで、この装置を回轉してカッタを螺旋の角に等しく装置するカッタを回轉したら、カッタの適当な位置に工作物を持つて来る。

短かいリード(Lead)の螺旋削りにはラック削り装置又は堅フライス装置も使はれる。この場合には、螺旋の角に適当なだけテーブルを廻轉する。

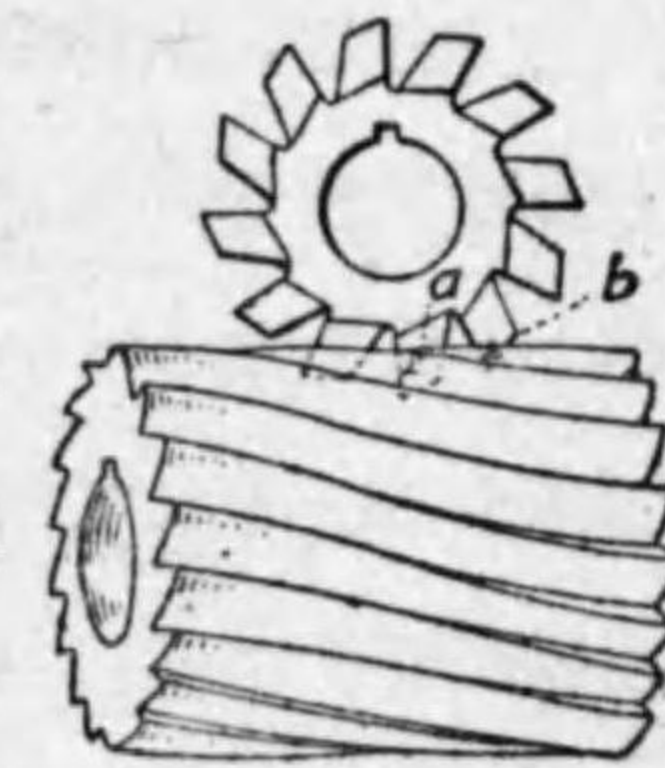
### 第9節 螺旋カッタの例

螺旋カッタ(Spiral Cutter スパイラル・カッタ)を削るの作業は螺旋齒車(Spiral Gear スパイラル・ギヤ)等を削る作業よりも難かしい。螺旋カッタの溝は對稱的でなく、齒車(Gear ギヤ)の齒の隙間と異なつてゐるからである。例へばカッタを螺旋齒車のために用意をするには、齒車素材と共にテーブルをカッタに對して適当な角度だけ廻す前に、中心にを合することだけが必要である。しかし仕上カッタは中心に向ふ放射齒を切るか、又は粗削り

カッタは10度乃至15度傾けた齒を切るために、複角度カッタを使用する時には、工作物をカッタの下に或る距離丈ずらさなくてはならない。工作物をずらす距離は、(1)カッタの角度、(2)素材の直徑、(3)齒の數、(4)放射齒面又は切込齒面かによつて異なるから、偏心に對しては一定の法則はない。二つの隣り同志の齒の面を示す線を區劃し、その區劃に沿つて注意深く削るのが一番よい方法である。これは後にのべる。

### 第10節 複角度カッタを使用する理由

例へば螺旋カッタの如く或る角度を有する形状の溝を削る場合は單角度カッタを使用しては、それが直線面を有する爲に、第60圖カッタCに示す如く作用し、放射齒又は滑らかな面を有するカッタを切削出来ないから複角度カッタを使用する。複角度カッタの溝隙間は第67圖に示す。溝がaの部分で或る深さに削られた後では、aの齒の背面が全然溝に觸れないことが判る。(複角度カッタを螺旋カッタの溝中に装置する。齒の端aは鉛直であり溝の側面に接する。次に齒の端bと端との隙間の量を觀察する)角度齒はこのやうにして既に削られた溝との間に隙間が出来る事によつて、この種のカッタを螺旋溝切りに使用することが出来る。直徑2 $\frac{1}{2}$ 吋以上、螺旋角25度に至る迄



第67圖  
複角度カッタの  
溝間隙



の螺旋カッタの溝切りには、一方の側面が12度、他の面が40.48.53度の何れかを有する複角度カッタが使用される。例へば4.26時のリードを有する1時の底双カッタの如く、小さい直径の短かいリードの螺旋を切るには、カッタには12度以上の角を要求される。勿論52.60.65度等のカッタの何れを使ふかと云ふことは、歯の形による。如何なる場合にも急角度の面が歯の面を作る。

### 第11節 螺旋削りカッタの装置

萬能フライス盤に於ては、カッタの軸とテーブルのピボット中心(Pivot Center ピボット・センタ)とは同一鉛直面内にある。工作物中にカッタがその全深さ(又は全形)を削り込むのはこの平面だけである。

これは螺旋削りに際して是非記憶しなければならない最も重要な事柄である。素材の端がフライス盤心棒(カッタ・アーバー)の前方 $\frac{1}{4}$ 吋にある時線を合せたとすれば、工作物を $\frac{1}{4}$ 吋送る時削りがより深くなるばかりでなく、それが送られると同時に工作物は回轉する。そして勿論線はそれと共に回轉しそのカッタに対する関係が變化する。

螺旋溝が對稱である時、即ち兩側が等しい形の時(例へば螺旋齒車の齒)フライス削りするにはテーブルを回轉する前に工作物をカッタの下の中央に装置すると云ふ事に注意を拂はねばならな

い。

溝が對稱的でない時に、螺旋フライス装置にするには、例へばカッタの溝の様に、普通削られる素材の最初のもの端に線を引き二つの隣り合ひの齒の相對的位置を示す。これらの線は素材がセンタ間に取付けられた後に描く。素材の端はその時テーブルのピボット中心上に直接に取付け、即ちカッタの直下にあ事になる。次にテーブルを回轉する。工作物をその軸上に又は横に或は上下に、回轉カッタの下に調節して切削を區劃に一致して行ふ。

螺旋角が大きければ大きい程、テーブルを一定の量だけ回轉するため、テーブルを柱から遠ざける。又カッタも出来るだけテーブルのピボット中心上に、アーバー上で調節する。アーバー上のカッタの位置に注意してゐると、仕事が遅れるから次の方法を使ふと良い。

センタ間に工作物を取付ける。

螺旋角だけテーブルを廻す。

横にテーブルを動かし、テーブルと柱との間に $\frac{1}{2}$ 吋の隙間を作る。

アーバー上のカッタが工作物の適当な位置に来るやうに締付ける。アーバー上の正しい位置にカッタがあるかどうかを確かめる。

テーブルを逆に戻して真直ぐにし、カッタ・アーバーの下に工作物の端を置き、工作物を調節する時、削られる溝の深さと形を



正しくするためにカッタを正しい位置に据付ける。テーブルが真直であれば装置の適否は容易に判断出来る。

再びテーブルを螺旋角だけ回轉させ締付ねぢを締める。

## 第9章 フライス作業安全心得

### 第1節 概 説

ミリング作業部の職長だとか副長とかいつた長年の経験を有する人々は、部下の技術者がミリング作業の基本となる根本原理を十分に理解し吞み込んで居ると考へ勝ちなものである。成る程経験者には根本的原理は第二の天性となつてゐるので、之を特に改まつて述べるのは馬鹿らしいと考へるらしい。然し若い技術者にとつて根本原理は生命とも云ふべきもので、之を知らないで、正しい機械作業は出来ない。例へばフライス盤で工作物を切削する場合に困難が起ると、特別の原因によるものと考へ、これが誰でも知つてゐる筈の極く平易な根本原理の理解が足りなかつた爲に起つたことを見逃してゐる者が多い。

極く平易なことを人に質問するのは誰でも恥かしいのでいやがるものである。之は人間の天性である。然し失敗の原因を調査し研究するのを恥ぢて等閑に付して置いては、結局貴重な時間をうんと浪費せねばならなくなる。これは大變な國家的損失である。實際、フライス削り作業中に起る怪我だとか、工作物とカッタの故障だとかの原因を調べて見ると、フライス削り作業上の簡単な根本原則を十分に理解してゐない爲だとか、或は理解は十分であ



つても、之を無視した爲に起つた場合が大半を占めてゐる。

そこで本章ではフライス削り作業に従事する者が必つ心得て置かねばならない不可缺の根本原則に就いて述べる。新たにフライス削り作業に入つた若い技術者たちはこれによつて、フライス削り作業の根本的原則がいかに重要であるかがわかるであらう。また熟練者と雖も、これによつて一層容易な、一層安全な、一層精度の高い作業が出来る筈である。

## 第2節 危険防止

機械技術者に一番大切なものは安全心得である。怪我をするやうな危険な作業は絶対に避けなければならない。怪我をする原因をしらべて見ると不注意が多い。フライス削り作業に於ては特にさうである。フライス盤は遊び道具ではないから、機械は十分に尊敬しなければならない。かうして取扱へば、機械は決して恐れるに足りない。機械は態々出しゃばつて操縦者を傷けるやうなことはない。然しながら、正しい取扱ひをしないで、「ひとつどうなるかやつて見やう」などといふ誤つた取扱ひをすると機械にひどい目にあはされることがある。フライス工は安全作業に關し注意深くしなければならない。次に安全作業の基本原則を示すから、これを十分に心得てから作業に従事されたい。

- (1) 機械の構造、性能、及び基本原理に精通しないうちに、機械の運轉をしないこと。

- (2) 前以て、何が起るかを知らないで運轉桿 (Operating Lever オパレイティング・レバー) を押してはならない。
- (3) 操縦桿 (Control Lever コントロール・レバー) を弄んだり、フライス盤の運轉休止中と雖も、無駄に機械のハンドルを廻してはならない。
- (4) 運轉中のテーブル (Table) に依りかゝつたり、手を乗せたりしてはならない。どうしても運轉中の機械部分に觸れる必要がある場合は、その運轉の方向を確めてからにする。
- (5) 切削をはじめる前に、工作物が萬力 (Viseバイス) 其他の取付具にしつかり取付けてあるかどうかを確め、且つこれらの取付具がフライス盤テーブルに固定してゐるかどうかを検査する。
- (6) 削屑 (Chip チップ) はブラシ (Brush) 其他で取除く。指や手の掌を用ひてはならない。
- (7) フライス盤に故障が起つたら、時を移さず直ちに機械の運轉を停止する。機械の停め方は動かし方と同様に大切である。
- (8) 何よりも、カッタ (Cutter) を清潔に保つ。静止中でもカッタに手を觸れないこと。觸れる必要がある時は、十分注意をする。



## 第10章 フライス盤の給油法

### 第1節 概 説

工作機械の手入が大切なことは誰でもよく知つてゐるが、中でも給油は特に大切である。機械に正しい給油をして置けば、機械の寿命を長くする丈でなく、精度を保持することが出来るので従つて作業にあたり効果を上げられる。高速度廻轉軸と低速軸との潤滑油が同じではいけない。正しい給油とは機械の給油個所に最も適した油を差すことである。

#### 第1項 最も適当な潤滑油

これは其機械の使用目的、廻轉速度と給油方法によつて異なる。潤滑油の根本的な必要條件は

- (1) 粘性
- (2) 低温度に於ける十分な流動性
- (3) 使用中の分解抵抗力

である。

粘性は、金属と金属との接觸を避ける爲の油膜を構成し得る程度が良い。

流動性が十分でないとい狭い隙間に入りにくい。分解抵抗力とは

油を継続的に使用してもその分解を十分に避け得る力をいふ。

潤滑油は不純物を含んでゐると機械の運動部分が磨耗するから良くない。

#### 第2項 潤滑油の粘度

油の粘性を表はすには粘度を以てする。粘度にはエングレー粘度、レッドウッド粘度、セイボルト粘度等がある。

潤滑油の粘度は粘度計で計る。例へば華氏 100° に於てセイボルト・ユニバーサル粘度計を使用して 60cc の油が一定の大きさの孔を流出するのに 200 秒かゝつたとする。この場合、この油の粘度を、100°F で 200 秒セイボルト・ユニバーサル粘度 (s. u. v.) と言つて、この油の潤滑能力を示すことになる。

#### 第3項 潤滑装置

- (1) 流下給油法
- (2) 飛沫給油法
- (3) 強壓給油法
- (4) グリース手給油法
- (5) 可視油壺給油法
- (6) 可視複式給油法

などがあるが、更にこのうちのあるものを適宜に組合せた給油装置もある。



**(1) 流下給油法**

潤滑個所よりも高い水準迄、油をポンプに依り吸ひ上げる。それからその油を潤滑個所に流下せしめた後で、重力を利用して、その油を下方の油溜に戻す方法を流下給油法といふ。

油の濾過装置としては、網を使用したり、ポンプ系流中のフィルター (Filter) を用ひる。

此の給油法では過剰の油が運轉各部に給油され、この時油は潤滑作用をすると同時に冷却剤としての働きをして摩擦熱を除去するのである。且支持面の塵埃を取除く作用もする。

流下給油法には中央に設けた油溜に依つて、油の淨化濾過をする装置のものもある。

**(2) 飛沫給油法**

これは、油を吸上げて置いて運轉中の機械各部にはねかける給油法である。クランク室 (Crank Case クランク・ケース) 又は油溜が完全に密閉され装置全體が油密になつてゐる。普通は潤滑油中に含まれる塵埃其他不純物を濾過する装置はついてゐない。出来る丈低粘度の油を使用すると、急速に澱が沈澱するのでよい油は反覆使用され、淨化も外面冷却も行はないから、油溜容積を十分に大きくして、油の操作温度が適當な範囲内に止まるやうにする。

**(3) 強壓給油法**では普通澤山の出口と管系を備へたポンプの助けを借りて、潤滑個所に直接給油する。管系の材質は黄銅又は

銅である。濾過装置としては一般的な網よりもフィルターを備へてゐる。

**第2節 フライス盤各部給油の實際**

フライス盤スピンドル軸受は回轉速度は低いけれ共、心向荷重と推力荷重が相當加はる。遊隙が少しでもあるとカッタのひびりが起る。嵌合のきつい軸受には、適當な給油をしなければならない。この軸受には個別油孔又は可視給油器が装置されてゐる場合は、100° F で約 200~100 秒 S. U. V. 粘度の薄い鑛油を用ひる。減摩軸受には、驅動ユニット内の齒車潤滑油を用ひて給油する。ある豎形フライス盤ではスピンドル高速回轉と据付設計の関係から、かゝる方法が不可能である。この場合は、100° F で約 125 秒 S. U. V. 粘度の油を一時間に、二三滴づつ流下せしめる可視給油器に依り、軸受給油を行ふ。これ以上重い油を使用したり、又給油量が多過ぎると、軸受の過熱を招く。

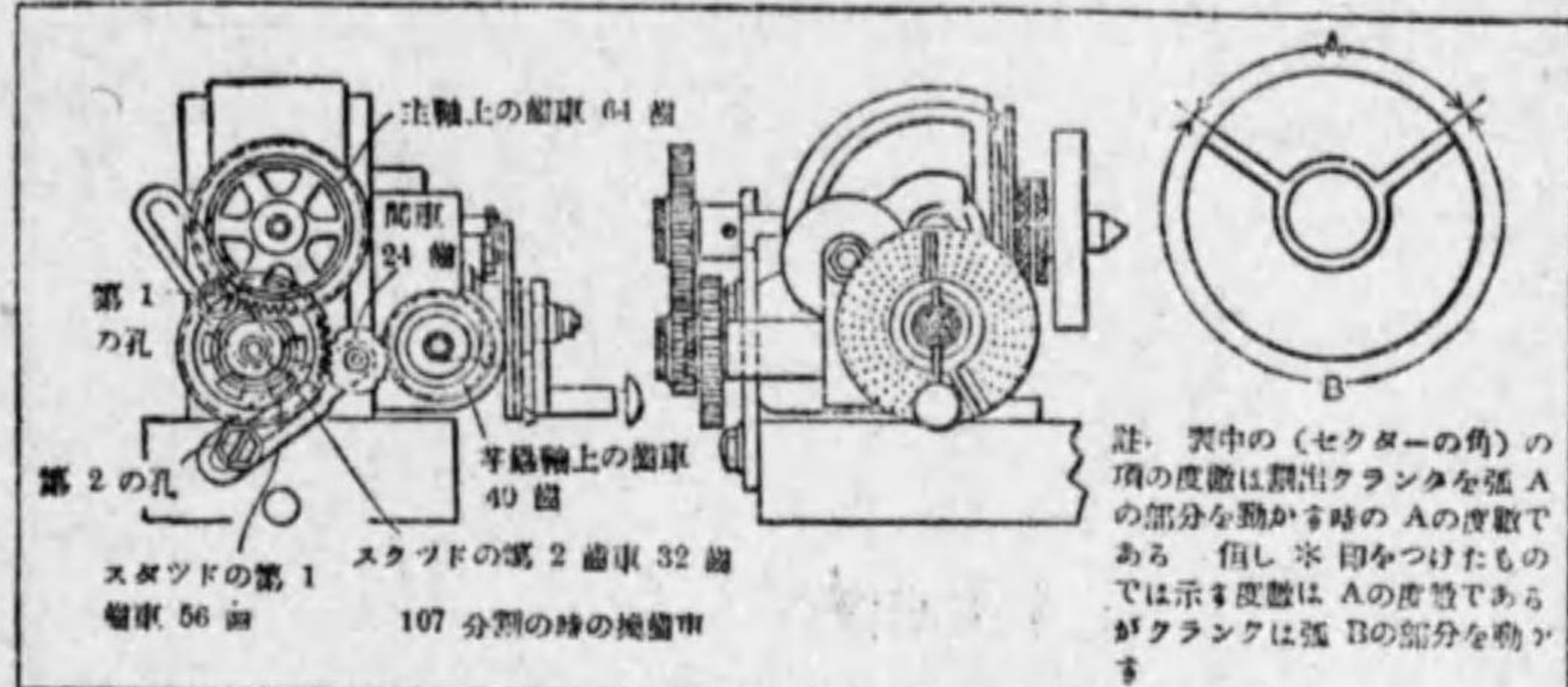
個別グリース・カップ装置では球軸受には短纖維曹達石鹼基グリース (Grease) を適當に給油し、平軸受はブツシャガン・グリースを給油する。送内のシャフト (Shaft) を支へる軸受は齒車と一諸に油浴り箱又は飛沫給油を施されるか、又は中央給油器から、直接油送管を通じて給油する。100° F で約 200 秒 S. U. V. 粘度の鑛油を使用すべきである。

滑り面は、週毎に油布で拭く。オーバー・アーム滑り面は、油



を塗つて置く。滑り面を手差法で給油する時は、100°F で約300秒。S. U. V. 粘度の鉱油を給油する。或種フライス盤の膝を上下する移動ねち及びナットは動力送りユニット潤滑油と同一の油を使用して絶えず自動的に給油する。この場合は注意を要しない。また或種のフライス盤では、ねちにグリースをつめ定期的につめ換へる。開放ねちは、ブラシ (Brush) とガソリン (Gasoline) を使用して六箇月毎に清掃をし、一定の期間をおいて、210°F で約 150 秒。S. U. V. 粘度の油をねち山面にぬる。自動給油に依らないねちには、週毎に 100°F で 300 秒 S. U. V. 粘度の鉱油を與へる。

單純割出及び差動割出 (ブラウン・シャープ フライス盤)



分割数	割出孔板数	回転数のクラウンク	セクターの角	分割数	割出孔板数	回転数のクラウンク	セクターの角	芋蟲軸の歯車	第一の孔		主軸上の歯車	間 車	
									スタッド歯上車	スタッド歯上車		第一の孔	第二の孔
2	任意	20	...	33	33	17/20	41	...	...	...	...	...	...
3	任意	131/80	65	34	17	17/17	33	...	...	...	...	...	...
4	任意	10	...	35	49	17/10	26	...	...	...	...	...	...
5	任意	8	...	36	27	17/27	21	...	...	...	...	...	...
6	39	60/30	132	37	37	17/37	15	...	...	...	...	...	...
7	49	50/40	140	38	19	17/19	9	...	...	...	...	...	...
8	任意	5	...	39	39	17/39	3	...	...	...	...	...	...
9	27	47/27	88	40	Any	1	...	...	...	...	...	...	...
10	任意	4	...	41	41	40/41	3*	...	...	...	...	...	...
11	33	32/33	126	42	21	20/21	9*	...	...	...	...	...	...
12	39	31/39	65	43	43	40/43	12*	...	...	...	...	...	...
13	39	37/39	14	44	33	40/33	17*	...	...	...	...	...	...
14	49	24/49	169	45	27	24/27	21*	...	...	...	...	...	...
15	39	22/39	132	46	23	20/23	172	...	...	...	...	...	...
16	20	21/20	98	47	47	40/47	160	...	...	...	...	...	...
17	17	20/17	69	48	18	15/18	165	...	...	...	...	...	...
18	27	20/27	43	49	49	40/49	161	...	...	...	...	...	...
19	19	20/19	19	50	20	19/20	158	...	...	...	...	...	...
20	任意	2	...	51	17	14/17	33*	24	...	...	48	24	44
21	21	110/21	18*	52	39	80/39	152	...	...	...	...	...	...
22	33	127/33	161	53	49	85/49	140	56	40	24	72	...	...
23	23	117/23	147	54	27	20/27	147	...	...	...	...	...	...
24	39	120/39	132	55	33	24/33	144	...	...	...	...	...	...
25	20	112/20	118	56	49	85/49	140	...	...	...	...	...	...
26	39	121/39	106	57	21	15/21	142	56	...	...	40	24	44
27	27	114/27	95	58	39	20/39	136	...	...	...	...	...	...
28	49	121/49	83	59	39	20/39	132	48	...	...	32	44	...
29	29	111/29	75	60	39	20/39	132	...	...	...	...	...	...
30	39	110/39	65	61	39	20/39	132	48	...	...	32	24	44
31	31	108/31	56	62	31	20/31	127	...	...	...	...	...	...
32	20	106/20	48	63	39	20/39	132	24	...	...	48	24	44

註、最右欄に於ける第二の孔は、No. 1, 1 1/2 及び 2 の機械に於てはテーブルに、No. 3 及び 4 の機械に於ては割出裏に在る。



單純割出及び差動割出

分割数	割の出孔数	同轉數 クランクの	セクタの	芋の齒車 上	第一の孔		主軸上の 齒車	間 車	
					スタ ツ ド	第二 ツ ド		第一の 孔	第二の 孔
64	16	10/10	123	....	....	....	....	....	....
65	39	20/39	121	....	....	....	....	....	....
66	33	20/33	120	....	....	....	....	....	....
67	21	12/21	113	28	....	....	48	44	....
68	17	10/17	116	....	....	....	....	....	....
69	20	12/20	113	40	....	....	56	24	44
70	49	20/49	112	....	....	....	....	....	....
71	18	10/18	109	72	....	....	40	24	....
72	27	10/27	110	....	....	....	....	....	....
73	21	12/21	113	28	....	....	48	24	44
74	37	20/37	107	....	....	....	....	....	....
75	15	8/15	105	....	....	....	....	....	....
76	19	10/19	103	....	....	....	....	....	....
77	20	10/20	98	32	....	....	48	44	....
78	39	20/39	101	....	....	....	....	....	....
79	20	10/20	98	48	....	....	24	44	....
80	20	10/20	98	....	....	....	....	....	....
81	20	10/20	98	48	....	....	24	24	44
82	41	20/41	96	....	....	....	....	....	....
83	20	10/20	98	32	....	....	48	24	44
84	21	10/21	94	....	....	....	....	....	....
85	17	8/17	92	....	....	....	....	....	....
86	43	20/43	91	....	....	....	....	....	....
87	15	8/15	92	40	....	....	24	24	44
88	33	10/33	89	....	....	....	....	....	....
89	18	8/18	87	72	....	....	32	44	....
90	27	12/27	85	....	....	....	....	....	....
91	39	10/39	91	24	....	....	48	24	44
92	23	10/23	86	....	....	....	....	....	....
93	18	8/18	87	24	....	....	32	24	44
94	47	20/47	83	....	....	....	....	....	....
95	19	8/19	82	....	....	....	....	....	....
96	21	8/21	85	28	....	....	32	24	44
97	20	8/20	78	40	....	....	48	44	....
98	49	20/49	79	....	....	....	....	....	....
99	20	8/20	78	56	28	40	32	....	....
100	20	8/20	78	....	....	....	....	....	....
101	20	8/20	78	72	24	40	48	....	24
102	20	8/20	78	40	....	....	32	24	44
103	20	8/20	78	40	....	....	48	24	44
104	39	10/39	75	....	....	....	....	....	....
105	21	8/21	75	....	....	....	....	....	....
106	43	10/43	73	86	24	24	48	....	....

單純割出及び差動割出

分割数	割の出孔数	同轉數 クランクの	セクタの	芋の齒車 の	第一の孔		主軸上の 齒車	間 車	
					スタ ツ ド	第二 ツ ド		第一の 孔	第二の 孔
107	20	8/20	78	40	56	32	64	....	24
108	27	10/27	73	....	....	....	....	....	....
109	16	8/16	73	32	....	....	28	24	44
110	33	10/33	71	....	....	....	....	....	....
111	39	18/39	65	24	....	....	72	32	....
112	39	18/39	65	24	....	....	64	44	....
113	39	18/39	65	24	....	....	56	44	....
114	39	18/39	65	24	....	....	48	44	....
115	23	8/23	68	....	....	....	....	....	....
116	29	10/29	68	....	....	....	....	....	....
117	39	18/39	65	24	....	....	24	56	....
118	39	18/39	65	48	....	....	32	44	....
119	39	18/39	65	72	....	....	24	44	....
120	39	18/39	65	....	....	....	....	....	....
121	39	18/39	65	72	....	....	24	24	44
122	39	18/39	65	48	....	....	32	24	44
123	39	18/39	65	24	....	....	24	24	44
124	31	10/31	63	....	....	....	....	....	....
125	39	18/39	65	24	....	....	40	24	44
126	39	18/39	65	24	....	....	48	24	44
127	39	18/39	65	24	....	....	56	24	44
128	16	8/16	61	....	....	....	....	....	....
129	39	18/39	65	24	....	....	72	24	44
130	39	18/39	60	....	....	....	....	....	....
131	20	8/20	58	40	....	....	28	44	....
132	33	10/33	59	....	....	....	....	....	....
133	21	8/21	56	24	....	....	48	44	....
134	21	8/21	56	28	....	....	48	44	....
135	27	8/27	58	....	....	....	....	....	....
136	17	8/17	57	....	....	....	....	....	....
137	21	8/21	56	28	....	....	24	56	....
138	21	8/21	56	56	....	....	32	44	....
139	21	8/21	56	56	32	48	24	....	....
140	49	10/49	55	....	....	....	....	....	....
141	18	8/18	54	48	....	....	40	44	....
142	21	8/21	56	56	....	....	32	24	44
143	21	8/21	56	28	....	....	24	24	44
144	18	8/18	54	....	....	....	....	....	....
145	29	8/29	54	....	....	....	....	....	....
146	21	8/21	56	28	....	....	48	24	44
147	21	8/21	56	24	....	....	48	24	44
148	37	10/37	53	....	....	....	....	....	....
149	21	8/21	56	28	....	....	72	24	44



單純割出及び差動割出

分割数	割の孔板数	回転数のクラックの	セクタの角	ギヤ軸の歯車	第一の孔		主軸上の歯車	間 車	
					第一歯車	第二歯車		第一の孔	第二の孔
150	15	1/15	52	...	...	...	...	...	...
151	20	1/20	48	32	...	...	72	44	...
152	19	1/19	51	...	...	...	...	...	...
153	20	1/20	48	32	...	...	56	44	...
154	20	1/20	48	32	...	...	48	44	...
155	31	1/31	50	...	...	...	...	...	...
156	39	1/39	50	...	...	...	...	...	...
157	20	1/20	48	32	...	...	24	56	...
158	20	1/20	48	48	...	...	24	44	...
159	20	1/20	48	64	32	56	28	...	...
160	20	1/20	48	...	...	...	...	...	...
161	20	1/20	48	64	32	56	28	...	24
162	20	1/20	48	48	...	...	24	24	44
163	20	1/20	48	32	...	...	24	24	44
164	41	1/41	47	...	...	...	...	...	...
165	33	1/33	47	...	...	...	...	...	...
166	20	1/20	48	32	...	...	48	24	44
167	20	1/20	48	32	...	...	56	24	44
168	21	1/21	47	...	...	...	...	...	...
169	20	1/20	48	32	...	...	72	24	44
170	17	1/17	45	...	...	...	...	...	...
171	21	1/21	47	56	...	...	40	24	44
172	43	1/43	44	...	...	...	...	...	...
173	18	1/18	43	72	56	32	64	...	...
174	18	1/18	43	24	...	...	32	56	...
175	18	1/18	43	72	40	32	64	...	...
176	18	1/18	43	72	24	24	64	...	...
177	18	1/18	43	72	...	...	48	24	...
178	18	1/18	43	72	...	...	32	44	...
179	18	1/18	43	72	24	48	32	...	...
180	18	1/18	43	...	...	...	...	...	...
181	18	1/18	43	72	24	48	32	...	24
182	18	1/18	43	72	...	...	32	24	44
183	18	1/18	43	48	...	...	32	24	44
184	23	1/23	42	...	...	...	...	...	...
185	37	1/37	42	...	...	...	...	...	...
186	18	1/18	43	48	...	...	64	24	44
187	18	1/18	43	72	48	24	56	...	24
188	47	1/47	40	...	...	...	...	...	...
189	18	1/18	43	32	...	...	64	24	44
190	19	1/19	40	...	...	...	...	...	...
191	20	1/20	38	40	...	...	72	24	...
192	20	1/20	38	40	...	...	64	44	...

單純割出及び差動割出

分割数	割孔板の	回転数のクラックの	セクタの角	ギヤ軸の歯車	第一の孔		主軸上の歯車	間 車	
					第一歯車	第二歯車		第一の孔	第二の孔
193	20	1/20	38	40	...	...	56	44	...
194	20	1/20	38	40	...	...	48	44	...
195	39	1/39	39	...	...	...	...	...	...
196	49	1/49	38	...	...	...	...	...	...
197	20	1/20	38	40	...	...	24	56	...
198	20	1/20	38	56	28	40	32	...	...
199	20	1/20	38	100	40	64	32	...	...
200	20	1/20	38	...	...	...	...	...	...
201	20	1/20	38	72	24	40	24	...	24
202	20	1/20	38	72	24	40	48	...	24
203	20	1/20	38	40	...	...	24	24	44
204	20	1/20	38	40	...	...	32	24	44
205	41	1/41	37	...	...	...	...	...	...
206	20	1/20	38	40	...	...	48	24	44
207	20	1/20	38	40	...	...	56	24	44
208	20	1/20	38	40	...	...	64	24	44
209	20	1/20	38	40	...	...	72	24	44
210	21	1/21	37	...	...	...	...	...	...
211	16	1/16	36	64	...	...	28	44	...
212	43	1/43	35	86	24	24	48	...	...
213	27	1/27	36	72	...	...	40	44	...
214	20	1/20	38	40	56	32	64	...	24
215	43	1/43	35	...	...	...	...	...	...
216	27	1/27	36	...	...	...	...	...	...
217	21	1/21	37	48	...	...	64	24	44
218	16	1/16	36	64	...	...	56	24	44
219	21	1/21	37	28	...	...	48	24	44
220	33	1/33	35	...	...	...	...	...	...
221	17	1/17	35	24	...	...	24	56	...
222	18	1/18	32	24	...	...	72	44	...
223	43	1/43	35	86	48	24	64	...	24
224	18	1/18	32	24	...	...	64	44	...
225	27	1/27	36	24	...	...	40	24	44
226	18	1/18	32	24	...	...	56	44	...
227	49	1/49	30	56	64	28	72	...	...
228	18	1/18	32	24	...	...	48	44	...
229	18	1/18	32	24	...	...	44	48	...
230	23	1/23	34	...	...	...	...	...	...
231	18	1/18	32	32	...	...	48	44	...
232	29	1/29	33	...	...	...	...	...	...
233	18	1/18	32	48	...	...	56	44	...
234	18	1/18	32	24	...	...	24	56	...
235	47	1/47	32	...	...	...	...	...	...



單純割出及び差動割出

分割数	割の孔板数	回轉數 クランクの	セクタ の角	芋 蟲軸の 齒車	第一の孔		主 軸上 の齒 車	間 車	
					第一 齒車	第二 齒車		第一 の孔	第二 の孔
236	18	1/8	32	48	...	...	32	44	...
237	18	1/8	32	48	...	...	24	44	...
238	18	1/8	32	72	...	...	24	44	...
239	18	1/8	32	72	24	64	32	...	...
240	18	1/8	32	...	...	...	...	...	...
241	18	1/8	32	72	24	64	32	...	24
242	18	1/8	32	72	...	...	24	24	44
243	18	1/8	32	64	...	...	32	24	44
244	18	1/8	32	48	...	...	32	24	44
245	49	1/4	30	...	...	...	...	...	...
246	18	1/8	32	24	...	...	24	24	44
247	18	1/8	32	48	...	...	56	24	44
248	18	1/8	31	...	...	...	...	...	...
249	18	1/8	32	32	...	...	48	24	44
250	18	1/8	32	24	...	...	40	24	44
251	18	1/8	32	48	44	32	64	...	24
252	18	1/8	32	24	...	...	48	24	44
253	33	1/8	29	24	...	...	40	56	...
254	18	1/8	32	24	...	...	56	24	44
255	18	1/8	32	48	40	24	72	...	24
256	18	1/8	32	24	...	...	64	24	44
257	49	1/4	30	56	48	28	64	...	24
258	43	1/4	31	32	...	...	64	24	44
259	21	1/2	28	24	...	...	72	44	...
260	39	1/6	29	...	...	...	...	...	...
261	29	1/2	26	48	64	24	72	...	...
262	20	1/2	28	40	...	...	28	44	...
263	49	1/4	30	56	64	28	72	...	24
264	33	1/8	29	...	...	...	...	...	...
265	21	1/2	28	56	40	24	72	...	...
266	21	1/2	28	32	...	...	64	44	...
267	21	1/2	28	72	...	...	32	44	...
268	21	1/2	28	28	...	...	48	44	...
269	20	1/2	28	64	32	40	28	...	24
270	27	1/2	28	...	...	...	...	...	...
271	21	1/2	28	56	24	24	72	...	...
272	21	1/2	28	56	...	...	64	24	...
273	21	1/2	28	24	...	...	24	56	...
274	21	1/2	28	56	...	...	48	44	...
275	21	1/2	28	56	...	...	40	44	...
276	21	1/2	28	56	...	...	32	44	...
277	21	1/2	28	56	...	...	24	44	...
278	21	1/2	28	56	32	48	24	...	...

單純割出及び差動割出

分割数	割の孔板数	回轉數 クランクの	セクタ の角	芋 蟲軸の 齒車	第一の孔		主 軸上 の齒 車	間 車	
					第一 齒車	第二 齒車		第一 の孔	第二 の孔
279	27	1/2	28	24	...	...	32	24	44
280	49	1/4	26	...	...	...	...	...	...
281	21	1/2	28	72	24	56	24	...	24
282	43	1/4	26	86	24	24	56	...	...
283	21	1/2	28	56	...	...	24	24	44
284	21	1/2	28	56	...	...	32	24	44
285	21	1/2	28	56	...	...	40	24	44
286	21	1/2	28	56	...	...	48	24	44
287	21	1/2	28	24	...	...	24	24	44
288	21	1/2	28	28	...	...	32	24	44
289	27	1/2	28	56	24	24	72	...	24
290	29	1/2	26	...	...	...	...	...	...
291	15	1/2	25	40	...	...	48	44	...
292	21	1/2	28	28	...	...	48	24	44
293	15	1/2	25	48	32	40	56	...	...
294	21	1/2	28	24	...	...	48	24	44
295	15	1/2	25	48	...	...	32	44	...
296	37	1/2	26	...	...	...	...	...	...
297	33	1/2	23	28	48	24	56	...	...
298	21	1/2	28	28	...	...	72	24	44
299	23	1/2	25	24	...	...	24	56	...
300	15	1/2	25	...	...	...	...	...	...
301	43	1/4	26	24	...	...	48	24	44
302	16	1/2	24	32	...	...	72	24	...
303	15	1/2	25	72	24	40	48	...	24
304	16	1/2	24	24	...	...	48	44	...
305	15	1/2	25	48	...	...	32	24	44
306	15	1/2	25	40	...	...	32	24	44
307	15	1/2	25	72	48	40	56	...	24
308	16	1/2	24	32	...	...	48	44	...
309	15	1/2	25	40	...	...	48	24	44
310	31	1/2	24	...	...	...	...	...	...
311	16	1/2	24	64	24	24	72	...	...
312	39	1/2	24	...	...	...	...	...	...
313	16	1/2	24	32	...	...	28	56	...
314	16	1/2	24	32	...	...	24	56	...
315	16	1/2	24	64	...	...	40	24	...
316	16	1/2	24	64	...	...	32	44	...
317	16	1/2	24	64	...	...	24	44	...
318	16	1/2	24	56	28	48	24	...	...
319	29	1/2	26	48	64	24	72	...	24
320	16	1/2	24	...	...	...	...	...	...
321	16	1/2	24	72	24	64	24	...	24



單純割出及び差動割出

分割数	割の 出孔 板数	回 轉 数 ク ラ ン ク の	セ ク タ ー の 角	芋 蟲 軸 の 歯 車	第一の孔		主 軸 上 の 歯 車	間 車	
					ス タ ッ ド 車	ス タ ッ ド 車		第 一 の 孔	第 二 の 孔
322	23	3/8	25	32	....	....	64	24	44
323	16	3/8	24	64	....	....	24	24	44
324	16	3/8	24	64	....	....	32	24	44
325	16	3/8	24	64	....	....	40	24	44
326	16	3/8	24	32	....	....	24	24	44
327	16	3/8	24	32	....	....	28	24	44
328	41	3/1	23	....	....	....	....	....	....
329	16	3/8	24	64	24	24	72	....	24
330	33	3/8	23	....	....	....	....	....	....
331	16	3/8	24	64	44	24	48	....	24
332	16	3/8	24	32	....	....	48	24	44
333	18	3/8	21	24	....	....	72	44	....
334	16	3/8	24	32	....	....	56	24	44
335	33	3/8	23	72	48	44	40	....	24
336	16	3/8	24	32	....	....	64	24	44
337	43	3/8	21	86	40	32	56	....	....
338	16	3/8	24	32	....	....	72	24	44
339	18	3/8	21	24	....	....	56	44	....
340	17	3/17	22	....	....	....	....	....	....
341	43	3/8	21	86	24	32	40	....	....
342	18	3/8	21	32	....	....	64	44	....
343	15	3/8	25	40	64	24	86	....	24
344	43	3/8	21	....	....	....	....	....	....
345	18	3/8	21	24	....	....	40	56	....
346	18	3/8	21	72	56	32	64	....	....
347	43	3/8	21	86	24	32	40	....	24
348	18	3/8	21	24	....	....	32	56	....
349	18	3/8	21	72	44	24	48	....	....
350	18	3/8	21	72	40	32	64	....	....
351	18	3/8	21	24	....	....	24	56	....
352	18	3/8	21	72	24	24	64	....	....
353	18	3/8	21	72	24	24	56	....	....
354	18	3/8	21	72	....	....	48	24	....
355	18	3/8	21	72	....	....	40	24	....
356	18	3/8	21	72	....	....	32	24	....
357	18	3/8	21	72	....	....	24	44	....
358	18	3/8	21	72	32	48	24	....	....
359	43	3/8	21	86	48	32	100	....	24
360	18	3/8	21	....	....	....	....	....	....
361	19	3/8	19	32	....	....	64	44	....
362	18	3/8	21	72	28	56	32	....	24
363	18	3/8	21	72	....	....	24	24	44
364	18	3/8	21	72	....	....	32	24	44

標準割出板の割出 (シンシナチ・プライス盤)

シンシナチ標準割出板は、60 及び 60 迄の凡ての数、120 迄の偶数及び  
5 で割り切れる凡ての数、及び其他下記表中の 400 迄の数が分割出来る  
標準割出板は両面に孔を有し、次の如き孔数の割出圖である。  
第 1 面 24. 25. 28. 30. 34. 37. 38. 39. 41. 42. 43.  
第 2 面 46. 47. 49. 51. 53. 54. 57. 58. 59. 62. 66.

分割数	割出 孔 数	回 轉 数	孔 数	分割数	割出 孔 数	回 轉 数	孔 数	分割数	割出 孔 数	回 轉 数	孔 数	分割数	割出 孔 数	回 轉 数	孔 数
2	任意	20	...	44	66	60	104	39	15	205	41	8			
3	24	13	8	45	54	48	105	42	16	210	42	8			
4	任意	10	...	46	46	40	106	53	20	212	53	10			
5	任意	8	...	47	47	40	108	54	20	215	43	8			
6	24	6	16	48	24	20	110	66	24	216	54	10			
7	28	5	20	49	49	40	112	28	10	220	66	12			
8	任意	5	...	50	25	20	114	57	20	224	28	5			
9	54	4	24	51	51	40	115	46	16	228	57	10			
10	任意	4	...	52	39	30	116	58	20	230	46	8			
11	66	3	42	53	53	40	118	59	20	232	58	10			
12	24	3	8	54	54	40	120	66	22	235	47	8			
13	39	3	3	55	66	48	124	62	20	236	59	10			
14	49	2	42	56	28	20	125	25	8	240	66	11			
15	24	2	16	57	57	40	130	39	12	245	49	8			
16	24	2	12	58	58	40	132	66	20	248	62	10			
17	34	2	12	59	59	40	135	54	16	250	25	4			
18	54	2	12	60	42	28	136	34	10	255	51	8			
19	38	2	4	62	62	40	140	28	8	260	39	6			
20	任意	2	...	64	24	15	144	54	15	264	66	10			
21	42	1	38	65	39	24	145	58	16	270	54	8			
22	66	1	54	66	66	40	148	37	10	272	34	5			
23	46	1	34	68	34	20	150	30	8	280	28	4			
24	24	1	16	70	28	16	152	38	10	290	58	8			
25	25	1	15	72	54	30	155	62	16	296	37	5			
26	39	1	21	74	37	20	156	39	10	300	30	4			
27	54	1	26	75	30	16	160	28	7	304	38	5			
28	42	1	18	76	38	20	164	41	10	310	62	8			
29	58	1	22	78	39	20	165	66	16	312	39	5			
30	24	1	8	80	34	17	168	42	10	320	24	3			
31	62	1	18	82	41	20	170	34	8	328	41	5			
32	28	1	7	84	42	20	172	43	10	330	66	8			
33	66	1	14	85	34	16	176	66	15	336	42	5			
34	34	1	6	86	43	20	180	54	12	340	34	4			
35	28	1	4	88	66	30	184	46	10	344	43	5			
36	54	1	6	90	54	24	185	37	8	360	54	6			
37	37	1	3	92	46	20	188	47	10	368	46	5			
38	38	1	2	94	47	20	190	38	8	370	37	4			
39	39	1	1	95	38	16	192	24	5	376	47	5			
40	任意	1	...	96	24	10	195	39	8	380	38	4			
41	41	...	40	98	49	20	196	49	10	390	39	4			
42	42	...	40	100	25	10	200	30	6	392	49	5			
43	43	...	40	102	51	20	204	51	10	400	30	3			



大きい数の割出 (シンシナチ・フライス盤)

この3枚一組の割出板に依れば、200 及び 200 迄の凡ての数、及び 400 迄の偶数及び 5 の倍数の凡ての数の割出が出来る。3 枚共何れも両面に孔を有する故に、6 面即ち A, B, C, D, E 及び F 面を有する。(例題) 35 分割が必要な時、表に依つて孔数が最も少い F 面がよい。併し D, A 又は E が既に機械に設置してある時は F に換へる必要はなく、D, A, E 何れにても使用出来る。

分割数	面	割出回	回轉數	孔數	分割数	面	割出回	回轉數	孔數	分割数	面	割出回	回轉數	孔數
2	任意	任意	20	...	15	C	93	2	62	28	D	77	1	33
3	A	30	13	10	15	F	159	2	106	28	A	91	1	39
3	B	36	13	12	16	E	26	2	13	29	E	87	1	33
3	E	42	13	14	16	F	28	2	14	30	A	30	1	10
3	C	93	13	31	16	A	30	2	15	30	B	36	1	12
3	F	159	13	53	16	D	32	2	16	30	E	42	1	14
4	任意	任意	10	...	16	C	34	2	17	30	C	93	1	31
5	任意	任意	8	...	16	B	36	2	18	30	F	159	1	53
6	A	30	6	20	17	C	34	2	12	31	C	93	1	27
6	B	36	6	24	17	E	119	2	42	32	F	28	1	7
6	E	42	6	28	17	C	153	2	54	32	D	32	1	8
6	C	93	6	62	17	F	187	2	66	32	B	36	1	9
6	F	159	6	106	18	B	36	2	8	32	A	48	1	12
7	F	28	5	20	18	A	99	2	22	33	A	99	1	21
7	E	42	5	30	18	C	153	2	34	34	C	34	1	6
7	D	77	5	55	19	F	38	2	4	34	E	119	1	21
7	A	91	5	65	19	E	133	2	14	34	F	187	1	33
8	任意	任意	5	...	19	A	171	2	18	35	F	28	1	4
9	B	36	4	16	20	任意	任意	2	...	35	D	77	1	11
9	A	99	4	44	21	E	42	1	38	35	A	91	1	13
9	C	153	4	68	21	A	147	1	133	35	E	119	1	17
10	任意	任意	4	...	22	D	44	1	36	36	B	36	1	4
11	D	44	3	28	22	A	99	1	81	36	A	99	1	11
11	A	99	3	63	22	F	143	1	117	36	C	153	1	17
11	F	143	3	91	23	C	46	1	34	37	B	111	1	9
12	A	30	3	10	23	A	69	1	51	38	F	38	1	2
12	B	36	3	12	23	E	161	1	119	38	E	133	1	7
12	E	42	3	14	24	A	30	1	20	38	A	171	1	9
12	C	93	3	31	24	B	36	1	24	39	A	117	1	3
12	F	159	3	53	24	E	42	1	28	40	任意	任意	1	...
13	E	26	3	2	24	C	93	1	62	41	C	123	...	120
13	A	91	3	7	24	F	159	1	106	42	E	42	...	40
13	F	143	3	11	25	A	30	1	18	42	A	147	...	140
13	B	169	3	13	25	E	175	1	105	43	A	129	...	120
14	F	28	2	24	26	F	26	1	14	44	D	44	...	40
14	E	42	2	36	26	A	91	1	49	44	A	99	...	90
14	D	77	2	66	26	B	169	1	91	44	F	143	...	130
14	A	91	2	78	27	B	81	1	39	45	B	36	...	32
15	A	30	2	20	27	A	189	1	91	45	A	99	...	88
15	B	36	2	24	28	F	28	1	12	45	C	153	...	136
15	E	42	2	28	28	E	42	1	18	46	C	46	...	40

大きい数の割出 (シンシナチ・フライス盤)

分割数	面	割出回	孔數	分割数	面	割出回	孔數	分割数	面	割出回	孔數
46	A	69	60	70	E	119	68	96	B	36	15
46	E	161	140	71	F	71	40	96	A	48	20
47	B	141	120	72	B	36	20	97	B	97	40
48	A	30	25	72	A	117	65	98	A	147	60
48	B	36	30	72	C	153	85	99	A	99	40
49	A	147	120	73	E	73	40	100	A	30	12
50	A	30	24	74	B	111	60	100	E	175	70
50	E	175	140	75	A	30	16	101	F	101	40
51	C	153	120	76	F	38	20	102	C	153	60
52	E	26	20	76	E	133	70	103	E	103	40
52	A	91	70	76	A	171	90	104	E	26	10
52	F	143	110	77	D	77	40	104	A	91	35
52	B	169	130	78	A	117	60	104	F	143	55
53	F	159	120	79	C	79	40	104	B	169	65
54	B	81	60	80	E	26	13	105	E	42	16
54	A	189	140	80	F	28	14	105	A	147	56
55	D	44	32	80	A	30	15	106	F	159	60
55	F	143	104	80	D	32	16	107	D	107	40
56	F	28	20	80	C	34	17	108	B	81	30
56	E	42	30	80	B	36	18	108	A	189	70
56	D	77	55	80	E	42	21	109	C	109	40
56	A	91	65	81	B	81	40	110	D	44	16
57	A	171	120	82	C	123	60	110	A	99	35
58	E	87	60	83	F	83	40	110	F	143	52
59	A	177	120	84	E	42	20	111	B	111	40
60	A	30	20	84	A	147	70	112	F	28	10
60	B	36	24	85	C	34	16	112	E	42	15
60	E	42	28	85	E	119	56	113	F	113	40
60	F	159	106	85	F	187	88	114	A	171	60
61	B	183	120	86	A	129	60	115	C	46	16
62	C	93	60	87	E	87	40	115	A	69	24
63	A	189	120	88	D	44	20	115	E	161	56
64	D	32	20	88	A	99	45	116	E	87	30
64	A	48	30	88	F	143	65	117	A	117	40
65	E	26	16	89	D	89	40	118	A	177	60
65	A	91	56	90	B	36	16	119	E	119	40
65	F	143	88	90	A	99	44	120	A	30	10
66	B	169	104	90	C	153	68	120	B	36	12
67	A	99	60	91	A	91	40	120	E	42	14
67	B	67	40	92	C	46	20	120	C	93	31
68	C	34	20	92	A	69	30	120	F	159	53
68	E	119	70	92	E	161	70	121	D	121	40
68	F	187	110	93	C	93	40	122	B	183	60
69	A	69	40	94	B	141	60	123	C	123	40
70	F	28	16	95	F	38	16	124	C	93	30
70	D	42	24	95	E	133	56	125	E	175	56
70	A	91	52	95	A	171	72	126	A	189	60



大きい数の割出 (シンシナチ・フライス盤)

分割数	面	割出間	孔数	分割数	面	割出間	孔数	分割数	面	割出間	孔数
127	B	127	40	160	A	48	12	198	A	99	20
128	D	32	10	161	E	161	40	199	B	199	40
128	A	48	15	162	B	81	20	200	A	30	6
129	A	129	40	163	D	163	40	200	E	175	35
130	E	26	8	164	C	123	30	202	F	101	20
130	A	91	28	165	A	99	24	204	C	153	30
130	F	143	44	166	F	83	20	205	C	123	24
130	B	169	52	167	C	167	40	206	E	103	20
131	F	131	40	168	E	42	10	208	E	26	5
132	A	99	30	168	A	147	35	210	E	42	8
133	E	133	40	169	B	169	40	210	A	147	28
134	B	67	20	170	C	34	8	212	F	159	30
135	B	81	24	170	E	119	28	214	D	107	20
135	A	189	56	170	F	187	44	215	A	129	24
136	C	34	10	171	A	171	40	216	B	81	15
136	E	119	35	172	A	129	30	216	A	189	35
137	D	137	40	173	F	173	40	218	C	109	20
138	A	69	20	174	E	87	20	220	D	44	8
139	C	139	40	175	E	175	40	220	A	99	18
140	F	28	8	176	D	44	10	220	F	143	26
140	E	42	12	177	A	177	40	222	B	111	20
140	D	77	22	178	D	89	20	224	F	28	5
140	A	91	26	179	D	179	40	226	F	113	20
141	B	141	40	180	B	36	8	228	A	171	30
142	F	71	20	180	A	99	22	230	C	46	8
143	F	143	40	180	C	153	34	230	A	69	12
144	B	36	10	181	C	181	40	230	E	161	28
145	E	87	24	182	A	91	20	232	E	87	15
146	E	73	20	183	B	183	40	234	A	117	20
147	A	147	40	184	C	46	10	235	B	141	24
148	B	111	30	184	A	69	15	236	A	177	30
149	E	149	40	184	E	161	35	238	E	119	20
150	A	30	8	185	B	111	24	240	A	30	5
151	D	151	40	186	C	93	20	240	B	36	6
152	F	38	10	187	F	187	40	240	E	42	7
152	E	133	35	188	B	141	30	240	A	48	8
152	A	171	45	189	A	189	40	242	D	121	20
153	C	153	40	190	F	38	8	244	E	183	30
154	D	77	20	190	E	133	28	245	A	147	24
155	C	93	24	190	A	171	36	246	C	123	20
156	A	117	30	191	E	191	40	248	C	93	15
157	B	157	40	192	A	48	10	250	E	175	28
158	C	79	20	193	D	193	40	252	A	189	30
159	F	159	40	194	B	97	20	254	B	127	20
160	F	28	7	195	A	117	24	255	C	153	24
160	D	32	8	196	A	147	30	256	D	32	5
160	B	36	9	197	C	197	40	258	A	129	20

大きい数の割出 (シンシナチ・フライス盤)

分割数	面	割出間	孔数	分割数	面	割出間	孔数	分割数	面	割出間	孔数
260	E	26	4	304	F	38	5	354	A	177	20
260	A	91	14	305	B	183	24	355	F	71	8
260	F	143	22	306	C	153	20	356	D	89	10
260	B	169	26	308	D	77	10	358	D	179	20
262	F	131	20	310	C	93	12	360	B	36	4
264	A	99	15	312	A	117	15	360	A	99	11
265	F	159	24	314	B	157	20	360	C	153	17
266	E	133	20	315	A	189	24	362	C	181	20
268	B	67	10	316	C	79	10	364	A	91	10
270	B	81	12	318	F	159	20	365	E	73	8
270	A	189	28	320	D	32	4	366	B	183	20
272	C	34	5	320	A	48	6	368	C	46	5
274	D	137	20	322	E	161	20	370	B	111	12
276	A	69	10	324	B	81	10	372	C	93	10
278	C	139	20	326	D	163	20	374	F	187	20
280	F	28	4	328	C	123	15	376	B	141	15
280	E	42	6	330	A	99	12	378	A	189	20
280	D	77	11	332	F	83	10	380	F	38	4
280	A	91	13	334	C	167	20	380	E	133	14
282	B	141	20	335	B	67	8	380	A	171	18
284	F	71	10	336	E	42	5	382	E	191	20
285	A	171	24	338	B	169	20	384	A	48	5
286	F	143	20	340	C	34	4	385	D	77	8
288	B	36	5	340	E	119	14	386	D	193	20
290	E	87	12	340	F	187	22	388	B	97	10
292	E	73	10	342	A	171	20	390	A	117	12
294	A	147	20	344	A	129	15	392	A	147	15
295	A	177	24	345	A	69	8	394	C	197	20
296	B	111	15	346	F	173	20	395	C	79	8
298	E	149	20	348	E	87	10	396	A	99	10
300	A	30	4	350	E	175	20	398	B	199	20
302	D	151	20	352	D	44	5	400	A	30	3



各種リードに対する換齒車の表 0.670吋～2.658吋

リード (吋)	リード (吋)				リード (吋)				
	従動	原動	従動	原動	従動	原動	従動	原動	
	上の歯車	下の歯車	上の歯車	下の歯車	上の歯車	下の歯車	上の歯車	下の歯車	
0.670	24	86	24	100	1.711	28	72	44	100
0.781	24	86	28	100	1.714	24	56	40	100
0.800	24	72	21	100	1.744	24	64	40	86
0.893	24	86	32	100	1.745	24	44	32	100
0.930	24	72	24	86	1.750	28	64	40	100
1.029	24	56	24	100	1.776	24	44	28	86
1.042	28	86	32	100	1.778	32	72	40	100
1.047	24	64	24	86	1.786	24	86	64	100
1.050	24	64	28	100	1.800	24	64	48	100
1.067	24	72	32	100	1.809	28	72	40	86
1.085	24	72	28	86	1.818	24	44	24	72
1.116	24	86	40	100	1.823	28	86	56	100
1.196	24	56	24	86	1.860	28	56	32	86
1.200	24	48	24	100	1.861	24	72	48	86
1.221	24	64	28	86	1.867	28	48	32	100
1.228	24	86	44	100	1.875	24	48	24	64
1.240	24	72	32	86	1.886	24	56	44	100
1.250	24	64	24	72	1.905	24	56	32	72
1.302	28	86	40	100	1.919	24	64	44	86
1.309	24	44	24	100	1.920	24	40	32	100
1.333	24	72	40	100	1.925	28	64	44	100
1.340	24	86	48	100	1.944	24	48	28	72
1.371	24	56	32	100	1.954	24	40	28	86
1.395	24	48	24	86	1.956	32	72	44	100
1.400	24	48	28	100	1.990	28	72	44	86
1.429	24	56	24	72	1.993	24	56	40	86
1.440	24	40	24	100	2.000	24	40	24	72
1.458	24	64	28	72	2.009	24	86	72	100
1.467	24	72	44	100	2.030	24	44	32	86
1.488	32	86	40	100	2.035	28	64	40	86
1.500	24	64	40	100	2.036	28	44	32	100
1.522	24	44	24	86	2.045	24	44	24	64
1.550	24	72	40	86	2.047	40	86	44	100
1.563	24	86	56	100	2.057	24	28	24	100
1.595	24	56	32	86	2.067	32	72	40	86
1.600	24	48	32	100	2.083	24	64	40	72
1.607	24	56	24	64	2.084	28	86	64	100
1.628	24	48	28	86	2.093	24	64	48	86
1.637	32	86	44	100	2.100	24	64	56	100
1.650	24	64	44	100	2.121	24	44	28	72
1.667	24	56	28	72	2.133	24	72	64	100
1.674	24	40	24	86	2.143	24	56	32	64
1.680	24	40	28	100	2.171	24	72	56	86
1.706	24	72	44	86	2.178	28	72	56	100

各種リードに対する換齒車の表 2.667吋～4.040吋

リード (吋)	リード (吋)				リード (吋)				
	従動	原動	従動	原動	従動	原動	従動	原動	
	上の歯車	下の歯車	上の歯車	下の歯車	上の歯車	下の歯車	上の歯車	下の歯車	
2.667	40	72	48	100	3.140	24	86	72	64
2.674	28	64	44	72	3.143	40	56	44	100
2.678	24	56	40	64	3.150	28	100	72	64
2.679	32	86	72	100	3.175	32	56	40	72
2.700	24	64	72	100	3.182	28	44	32	64
2.713	28	48	40	86	3.189	32	56	48	86
2.727	24	44	32	64	3.190	24	86	64	56
2.743	24	56	64	100	3.198	40	64	44	86
2.750	40	64	44	100	3.200	28	100	64	56
2.778	32	64	40	72	3.214	24	56	48	64
2.791	28	56	48	86	3.225	24	100	86	64
2.800	24	34	28	100	3.241	28	48	40	72
2.812	24	32	24	64	3.256	24	24	28	86
2.828	28	44	32	72	3.267	28	48	56	100
2.843	40	72	44	86	3.273	24	40	24	44
2.845	32	72	64	100	3.275	44	86	64	100
2.849	28	64	56	86	3.281	24	32	28	64
2.857	24	48	32	56	3.300	44	64	48	100
2.865	44	86	56	100	3.308	32	72	64	86
2.867	86	72	24	100	3.333	32	64	48	72
2.880	24	40	48	100	3.345	28	100	86	72
2.894	28	72	64	86	3.349	40	86	72	100
2.909	32	44	40	100	3.360	56	40	24	100
2.917	24	64	56	72	3.383	32	44	40	86
2.924	32	56	44	86	3.403	28	64	56	72
2.933	44	72	48	100	3.409	24	44	40	64
2.934	32	48	44	100	3.411	32	48	44	86
2.946	24	56	44	64	3.422	44	72	56	100
2.950	28	44	40	86	3.428	24	40	32	56
2.977	40	86	64	100	3.429	40	28	24	100
2.984	28	48	44	86	3.438	24	48	44	64
3.000	24	40	28	56	3.488	40	64	48	86
3.030	24	44	40	72	3.491	64	44	24	100
3.044	24	44	48	86	3.492	32	56	44	72
3.055	28	44	48	100	3.500	40	64	56	100
3.056	32	64	44	72	3.520	32	40	44	100
3.070	24	40	44	86	3.535	28	44	40	72
3.080	28	40	44	100	3.552	56	44	24	86
3.085	24	56	72	100	3.556	40	72	64	100
3.101	40	72	48	86	3.564	56	44	28	100
3.111	28	40	32	72	3.565	28	48	44	72
3.117	24	44	32	56	3.571	24	48	40	56
3.125	28	56	40	64	3.572	48	86	64	100
3.126	48	86	56	100	3.582	44	40	28	86



各種リードに対する換齒車の表 4.059時~5.568時

リード (時)	従動	原動	従動	原動	リード (時)	従動	原動	従動	原動	リード (時)	従動	原動	従動	原動
	上の歯車	下の歯車	上の歯車	下の歯車		上の歯車	下の歯車	上の歯車	下の歯車		上の歯車	下の歯車	上の歯車	下の歯車
4.059	32	44	48	86	4.567	72	44	24	86	5.105	28	48	56	64
4.060	64	44	24	86	4.572	40	56	64	100	5.116	44	24	24	86
4.070	28	32	40	86	4.582	72	44	28	100	5.119	86	56	24	72
4.073	64	44	28	100	4.583	44	64	48	72	5.120	64	40	32	100
4.074	32	48	44	72	4.584	32	48	44	64	5.133	56	48	44	100
4.091	24	44	48	64	4.651	40	24	24	86	5.134	44	24	28	100
4.093	32	40	44	86	4.655	64	44	32	100	5.142	72	56	40	100
4.114	48	28	24	100	4.667	28	40	32	48	5.143	24	28	24	40
4.125	24	40	44	64	4.675	24	28	24	44	5.156	44	32	24	64
4.135	40	72	64	86	4.687	40	32	24	64	5.160	86	40	24	100
4.144	56	44	28	86	4.688	56	86	72	100	5.168	100	72	32	86
4.167	28	48	40	56	4.691	86	44	24	100	5.185	28	24	32	72
4.186	72	64	32	86	4.714	44	40	24	56	5.186	64	48	28	72
4.200	48	64	56	100	4.736	64	44	28	86	5.195	32	44	40	56
4.242	28	44	32	48	4.762	40	28	24	72	5.209	100	64	24	72
4.253	64	56	32	86	4.773	24	32	28	44	5.210	64	40	28	86
4.264	40	48	44	86	4.778	86	72	40	100	5.226	86	64	28	72
4.267	64	48	32	100	4.784	72	56	32	86	5.233	72	64	40	86
4.278	28	40	44	72	4.785	48	28	24	86	5.236	72	44	32	100
4.286	24	28	24	48	4.800	48	24	24	100	5.238	44	28	24	72
4.300	86	56	28	100	4.813	44	40	28	64	5.250	24	32	28	40
4.320	72	40	24	100	4.821	72	56	24	64	5.256	86	72	44	100
4.341	48	72	56	86	4.849	32	44	48	72	5.280	48	40	44	100
4.342	64	48	28	86	4.861	40	32	28	72	5.303	28	44	40	48
4.361	100	64	24	86	4.884	48	64	56	86	5.316	40	28	32	86
4.363	24	40	32	44	4.889	32	40	44	72	5.328	72	44	28	86
4.364	40	44	48	100	4.898	24	28	32	56	5.333	40	24	32	100
4.365	40	56	44	72	4.900	56	32	28	100	5.347	44	64	56	72
4.375	24	24	28	64	4.911	40	56	44	64	5.348	44	32	28	72
4.386	24	28	44	86	4.914	86	56	32	100	5.357	40	28	24	64
4.400	24	24	44	100	4.950	56	44	28	72	5.358	64	86	72	100
4.444	64	56	28	72	4.961	64	48	32	86	5.375	86	64	40	100
4.465	64	40	24	86	4.978	56	72	64	100	5.400	72	32	24	100
4.466	48	40	32	86	4.984	100	56	24	86	5.413	64	44	32	86
4.477	44	32	28	86	5.000	24	24	28	56	5.426	40	24	28	86
4.479	86	64	24	72	5.017	86	48	28	100	5.427	40	48	56	86
4.480	56	40	32	100	5.023	72	40	24	86	5.444	56	40	28	72
4.500	72	64	40	100	5.029	44	28	32	100	5.455	48	44	28	56
4.522	100	72	28	86	5.040	72	40	28	100	5.469	40	32	28	64
4.537	56	48	28	72	5.074	40	44	48	86	5.473	86	44	28	100
4.545	24	44	40	48	5.080	64	56	32	72	5.486	64	28	24	100
4.546	28	44	40	56	5.088	100	64	28	86	5.500	44	40	24	48
4.548	44	72	64	86	5.091	56	44	40	100	5.556	40	24	24	72
4.558	56	40	28	86	5.093	40	48	44	72	5.568	56	44	28	64

各種リードに対する換齒車の表 5.581時~7.500時

リード (時)	従動	原動	従動	原動	リード (時)	従動	原動	従動	原動	リード (時)	従動	原動	従動	原動
	上の歯車	下の歯車	上の歯車	下の歯車		上の歯車	下の歯車	上の歯車	下の歯車		上の歯車	下の歯車	上の歯車	下の歯車
5.581	64	32	24	86	6.172	72	28	24	100	6.825	86	56	32	72
5.582	48	24	24	86	6.202	40	24	32	86	6.857	32	28	24	40
5.600	56	24	24	100	6.222	64	40	28	72	6.875	44	24	24	64
5.625	38	32	24	64	6.234	32	28	24	44	6.880	86	40	32	100
5.657	56	44	32	72	6.250	24	24	40	64	6.944	100	48	24	72
5.698	56	32	28	86	6.255	86	44	32	100	6.945	100	56	28	72
5.714	48	28	24	72	6.279	72	64	48	86	6.968	86	48	28	72
5.730	40	48	44	64	6.286	44	40	32	56	6.977	48	32	40	86
5.733	86	48	32	100	6.300	72	32	28	100	6.982	64	44	28	100
5.756	72	64	44	86	6.313	100	44	24	86	6.984	44	28	32	72
5.759	86	56	24	64	6.350	40	28	32	72	7.000	28	24	24	40
5.760	72	40	32	100	6.364	56	44	24	48	7.013	72	44	24	56
5.788	64	72	56	86	6.379	64	28	24	86	7.040	64	40	44	100
5.814	100	64	32	86	6.396	44	32	40	86	7.071	56	44	40	72
5.818	64	44	40	100	6.400	64	24	24	100	7.104	56	44	48	86
5.833	28	24	24	48	6.417	44	40	28	48	7.106	100	72	44	86
5.847	64	56	44	86	6.429	24	28	24	32	7.111	64	40	32	72
5.848	44	28	32	86	6.450	86	64	48	100	7.130	44	24	28	72
5.861	72	40	28	86	6.460	100	72	40	86	7.143	40	28	32	64
5.867	44	24	32	100	6.465	64	44	32	72	7.159	72	44	28	64
5.893	44	32	24	56	6.482	56	48	40	72	7.163	56	40	44	86
5.912	86	64	44	100	6.512	56	24	24	86	7.167	86	40	24	72
5.920	56	44	40	86	6.515	86	44	24	72	7.176	72	28	24	86
5.926	64	48	32	72	6.534	56	24	28	100	7.200	72	24	24	100
5.952	100	56	24	72	6.545	48	40	24	44	7.268	100	64	40	86
5.954	64	40	32	86	6.548	44	48	40	56	7.272	64	44	28	56
5.969	44	24	28	86	6.563	56	32	24	64	7.273	32	24	24	44
5.972	86	48	24	72	6.578	72	56	44	86	7.292	56	48	40	64
5.980	72	56	40	86	6.600	48	32	44	100	7.310	44	28	40	86
6.000	48	40	28	56	6.645	100	56	32	86	7.314	64	28	32	100
6.016	44	32	28	64	6.667	64	48	28	56	7.326	72	32	28	86
6.020	86	40	28	100	6.689	86	72	56	100	7.330	86	44	24	64
6.061	40	44	32	48	6.697	100	56	24	64	7.333	44	24	40	100
6.077	100	64	28	72	6.698	72	40	32	86	7.384	44	40	32	48
6.089	72	44	32	86	6.719	86	48	24	64	7.347	48	28	24	56
6.109	56	44	48	100	6.720	56	40	48	100	7.371	86	56	48	100
6.112	24	24	44	72	6.735	44	28	24	56	7.372	86	28	24	100
6.122	40	28	24	56	6.750	72	40	24	64	7.400	100	44	28	86
6.125	56	40	28	64	6.757	86	56	44	100	7.408	40	24	32	72
6.137	72	44	24	64	6.766	64	44	40	86	7.424	56	44	38	48
6.140	48	40	44	86	6.784	100	48	28	86	7.442	64	24	24	86
6.143	86	56	40	100	6.806	56	32	28	72	7.465	86	64	40	72
6.160	56	40	44	100	6.818	40	32	24	44	7.467	64	24	28	100
6.171	72	56	48	100	6.822	44	24	32	86	7.500	48	24	24	64



各種リードに対する換齒車の表 5.525時~9.598時

リード (時)	リード				リード (時)	リード			
	従動	原動	従動	原動		従動	原動	従動	原動
	上の歯車	下の歯車	上の歯車	下の歯車		上の歯車	下の歯車	上の歯車	下の歯車
7.525	86	32	28	100	8.140	56	32	40	86
7.543	48	28	44	100	8.145	64	44	56	100
7.576	100	44	24	72	8.148	64	48	44	72
7.597	56	24	28	86	8.149	44	24	32	72
7.601	86	44	28	72	8.163	40	28	32	56
7.611	72	44	40	86	8.167	56	40	28	48
7.619	64	48	32	56	8.182	48	32	24	44
7.620	64	28	24	72	8.186	64	40	44	86
7.636	56	40	24	44	8.212	86	64	44	72
7.639	44	32	40	72	8.229	72	28	32	100
7.644	86	72	64	100	8.250	44	32	24	40
7.657	56	32	28	64	8.306	100	56	40	86
7.674	72	48	44	86	8.312	64	44	32	56
7.675	48	32	44	86	8.333	40	24	24	48
7.679	86	48	24	56	8.334	40	24	28	56
7.680	64	40	48	100	8.361	86	40	28	72
7.700	56	32	44	100	8.372	72	24	24	86
7.714	72	40	24	56	8.377	86	44	21	56
7.752	100	48	32	86	8.400	72	24	28	100
7.778	32	24	28	48	8.437	72	32	24	64
7.792	40	28	24	44	8.457	100	44	32	86
7.813	100	48	24	64	8.484	32	24	28	44
7.815	56	40	48	86	8.485	64	44	28	48
7.818	86	44	40	100	8.485	56	44	32	48
7.838	86	48	28	64	8.506	64	28	32	86
7.855	72	44	48	100	8.523	100	44	24	64
7.857	44	24	24	56	8.527	44	24	40	86
7.872	44	28	32	64	8.532	86	56	40	72
7.875	72	40	28	64	8.534	64	24	32	100
7.883	86	48	44	100	8.552	86	44	28	64
7.920	72	40	44	100	8.556	56	40	44	72
7.936	100	56	32	72	8.572	64	32	24	56
7.954	40	32	28	44	8.572	48	24	24	56
7.955	56	44	40	64	8.594	44	32	40	64
7.963	86	48	32	72	8.600	86	24	24	100
7.974	48	28	40	86	8.640	72	40	48	100
7.994	100	64	44	86	8.681	100	64	40	72
8.000	64	32	40	100	8.682	64	24	28	86
8.021	44	32	28	48	8.687	86	44	32	72
8.035	72	56	40	64	8.721	100	32	24	86
8.063	86	40	24	64	8.727	48	40	32	44
8.081	64	44	40	72	8.730	44	28	40	72
8.102	100	48	28	72	8.750	28	24	32	72
8.119	64	44	48	86	8.772	48	28	44	86

各種リードに対する換齒車の表 9.600時~12.376時

リード (時)	リード				リード (時)	リード			
	従動	原動	従動	原動		従動	原動	従動	原動
	上の歯車	下の歯車	上の歯車	下の歯車		上の歯車	下の歯車	上の歯車	下の歯車
9.600	72	24	32	100	10.370	64	24	28	72
9.625	44	32	28	40	10.371	64	48	56	72
9.643	72	32	24	56	10.390	40	28	32	44
9.675	86	64	72	100	10.417	100	32	24	72
9.690	100	48	40	86	10.419	64	40	56	86
9.697	64	48	32	44	10.451	86	32	28	72
9.723	40	24	28	48	10.467	72	32	40	86
9.741	100	44	24	56	10.473	72	44	64	100
9.768	72	48	56	86	10.476	44	24	32	56
9.773	86	44	24	48	10.477	48	28	44	72
9.778	64	40	44	72	10.500	56	32	24	40
9.796	64	28	24	56	10.558	86	56	44	64
9.818	72	40	24	44	10.571	100	44	40	86
9.822	44	32	40	56	10.606	56	44	40	48
9.828	86	28	32	100	10.631	64	28	40	86
9.844	72	32	28	64	10.655	72	44	56	86
9.900	72	32	44	100	10.659	100	48	44	86
9.921	100	56	40	72	10.667	64	40	48	72
9.923	64	24	32	86	10.694	44	24	28	48
9.943	100	44	28	64	10.713	40	28	24	32
9.954	86	48	40	72	10.714	48	32	40	56
9.967	100	56	48	86	10.750	86	40	24	48
9.968	100	28	24	86	10.800	72	32	48	100
10.000	56	28	24	48	10.853	56	24	40	86
10.033	86	24	28	100	10.859	86	44	40	72
10.046	72	40	48	86	10.909	72	44	32	48
10.057	64	28	44	100	10.913	100	56	44	72
10.078	86	32	24	64	10.937	56	32	40	64
10.080	72	40	56	100	10.945	86	44	56	100
10.101	100	44	32	72	10.949	86	48	44	72
10.159	64	28	32	72	10.972	64	28	48	100
10.175	100	32	28	86	11.000	44	24	24	40
10.182	64	40	28	44	11.021	72	28	24	56
10.186	44	24	40	72	11.057	86	56	72	100
10.209	56	24	28	64	11.111	40	24	32	48
10.228	72	44	40	64	11.137	56	32	28	44
10.233	48	24	44	86	11.160	100	56	40	64
10.238	86	28	24	72	11.163	72	24	32	86
10.267	56	24	44	100	11.169	86	44	32	56
10.286	48	28	24	40	11.198	86	48	40	64
10.312	48	32	44	64	11.200	56	24	48	100
10.313	72	48	44	64	11.225	44	28	40	56
10.320	86	40	48	100	11.250	72	24	24	64
10.336	100	72	64	86	11.313	64	44	56	72



各種リードに対する換齒車の表 12.403吋~16.000吋

リード (吋)	リード (吋)				リード (吋)									
	ウ上の 第一齒車	ウ上の 第二齒車	送りの 歯車	送りの 歯車	ウ上の 第一齒車	ウ上の 第二齒車	送りの 歯車	送りの 歯車						
12.403	64	24	40	86	13.438	86	24	24	64	14.668	44	24	32	40
12.444	64	40	56	72	13.469	48	28	44	56	14.694	72	28	32	56
12.468	64	28	24	44	13.500	72	32	24	40	14.743	86	28	48	100
12.500	40	24	24	32	13.514	86	28	44	100	14.780	86	40	44	64
12.542	86	40	28	48	13.566	100	24	28	86	14.800	100	44	56	86
12.508	86	44	64	100	13.611	56	24	28	48	14.815	64	24	40	72
12.558	72	32	48	86	13.636	48	32	40	44	14.849	56	24	28	44
12.571	64	40	44	56	13.643	64	24	44	86	14.880	100	48	40	56
12.572	44	28	32	40	13.650	86	28	32	72	14.884	64	28	56	86
12.600	72	32	56	100	13.672	100	32	28	64	14.931	86	32	40	72
12.627	100	44	40	72	13.682	86	40	28	44	14.933	64	24	56	100
12.686	100	44	48	86	13.713	64	40	48	56	14.950	100	56	72	86
12.698	64	28	40	72	13.715	64	28	24	40	15.000	48	24	24	32
12.727	64	32	28	44	13.750	44	24	24	32	15.050	86	32	56	100
12.728	56	24	24	44	13.760	86	40	64	100	15.150	100	44	32	48
12.732	100	48	44	72	13.889	100	24	24	72	15.151	100	44	48	72
12.758	64	28	48	86	13.933	86	48	56	72	15.202	86	44	56	72
12.791	100	40	44	86	13.935	86	24	28	72	15.238	64	28	48	72
12.798	86	48	40	56	13.953	72	24	40	86	15.239	64	28	32	48
12.800	64	28	56	100	13.960	86	44	40	56	15.272	56	40	48	44
12.834	56	40	44	48	13.968	64	28	44	72	15.278	44	24	40	48
12.857	72	28	32	64	14.000	56	24	24	40	15.279	100	40	44	72
12.858	48	28	24	32	14.025	72	44	48	56	15.306	100	28	24	56
12.900	86	32	48	100	14.029	72	28	24	44	15.349	72	24	44	86
12.963	56	24	40	72	14.063	72	32	40	64	15.357	86	28	24	48
12.987	100	44	32	56	14.071	86	44	72	100	15.429	72	40	48	56
13.020	100	48	40	64	14.078	86	48	44	56	15.469	72	32	44	64
13.024	56	24	48	86	14.142	72	40	44	56	15.480	86	40	72	100
13.030	86	44	32	48	14.204	100	44	40	64	15.504	100	48	64	86
13.062	64	28	32	56	14.260	56	24	44	72	15.556	64	32	56	72
13.082	100	64	72	86	14.286	40	24	24	28	15.584	48	28	40	44
13.090	72	40	32	44	14.318	72	32	28	44	15.625	100	24	24	64
13.096	44	28	40	48	14.319	72	44	56	64	15.636	86	40	32	44
13.125	72	32	28	48	14.322	100	48	44	64	15.677	86	32	28	48
13.139	86	40	44	72	14.333	86	40	32	48	15.714	44	24	24	28
13.157	72	28	44	86	14.352	72	28	48	86	15.750	72	32	28	40
13.163	86	28	24	56	14.400	72	24	48	100	15.767	86	24	44	100
13.200	72	24	44	100	14.536	100	32	40	86	15.873	100	56	64	72
13.238	100	44	28	48	14.545	64	24	24	44	15.874	100	28	32	72
13.289	100	28	32	86	14.583	56	32	40	48	15.909	100	40	28	44
13.333	64	24	24	48	14.584	40	24	28	32	15.925	86	48	64	72
13.393	100	56	48	64	14.651	72	32	56	86	15.926	86	24	32	72
13.396	72	40	64	86	14.659	86	44	48	64	15.989	100	32	44	86
13.437	86	32	28	56	14.667	64	40	44	48	16.000	64	24	24	40

各種リードに対する換齒車の表 16.042吋~21.390吋

リード (吋)	リード (吋)				リード (吋)									
	ウ上の 第一齒車	ウ上の 第二齒車	送りの 歯車	送りの 歯車	ウ上の 第一齒車	ウ上の 第二齒車	送りの 歯車	送りの 歯車						
16.042	56	24	44	64	17.442	100	32	48	86	19.350	86	32	72	100
16.043	44	24	28	32	17.454	64	40	48	44	19.380	100	24	40	86
16.071	72	32	40	56	17.500	56	24	24	32	19.394	64	24	32	44
16.125	86	32	24	40	17.550	86	28	32	56	19.444	40	24	28	24
16.204	100	24	28	72	17.677	100	44	56	72	19.480	100	28	24	44
16.233	100	44	40	56	17.679	72	32	44	56	19.531	100	32	40	64
16.280	100	40	56	86	17.778	64	24	32	48	19.535	72	24	56	86
16.288	86	44	40	48	17.858	100	24	24	56	19.545	86	24	24	44
16.296	64	24	44	72	17.917	86	24	32	64	19.590	64	28	48	56
16.327	64	28	40	56	17.918	86	24	24	48	19.635	72	40	48	44
16.333	56	24	28	40	17.959	64	28	44	56	19.642	100	40	44	56
16.364	72	24	24	44	18.000	72	24	24	40	19.643	44	28	40	32
16.370	100	48	44	56	18.181	56	28	40	44	19.656	86	28	64	100
16.423	86	32	44	72	18.182	48	24	40	44	19.687	72	32	56	64
16.456	72	28	64	100	18.229	100	32	28	48	19.710	86	40	44	48
16.500	72	40	44	48	18.273	100	28	44	86	19.840	100	28	40	72
16.612	100	28	40	86	18.285	64	28	32	40	19.886	100	44	56	64
16.623	64	28	32	44	18.333	56	28	44	48	19.887	100	32	28	44
16.667	56	28	40	48	18.367	72	28	40	56	19.908	86	24	40	72
16.722	86	40	56	72	18.428	86	28	24	40	19.934	100	28	48	86
16.744	72	24	48	86	18.476	86	32	44	64	20.00	72	24	32	48
16.752	86	44	48	56	18.519	100	24	32	72	20.07	86	24	56	100
16.753	86	24	44	44	18.605	100	40	64	86	20.09	100	56	72	64
16.797	86	32	40	64	18.663	100	64	86	72	20.16	86	48	72	64
16.800	72	24	56	100	18.667	64	24	28	40	20.20	100	44	64	72
16.875	72	32	48	64	18.700	72	44	64	56	20.35	100	32	56	86
16.892	86	40	44	56	18.750	100	32	24	40	20.36	64	40	56	44
16.914	100	44	64	86	18.750	72	32	40	48	20.41	100	28	32	56
16.969	64	44	56	48	18.770	86	28	44	72	20.42	56	24	28	32
16.970	64	24	28	44	18.812	86	32	28	40	20.45	72	32	40	44
17.045	100	32	24	44	18.858	48	28	44	40	20.48	86	48	64	56
17.046	100	44	48	64	18.939	100	44	40	48	20.57	72	40	64	56
17.062	86	28	40	72	19.029	100	44	72	86	20.63	72	32	44	48
17.101	86	44	56	64	19.043	40	24	32	28	20.74	64	24	56	72
17.102	86	32	28	44	19.090	56	32	48	44	20.78	64	28	40	44
17.141	64	32	48	56	19.091	72	24	28	44	20.83	100	32	48	72
17.143	64	28	24	32	19.096	100	32	44	72	20.90	86	32	56	72
17.144	48	24	24	28	19.111	86	40	64	72	20.93	100	40	72	86
17.189	100	40	44	64	19.136	72	28	64	86	20.95	64	28	44	48
17.200	86	12	64	100	19.197	86	32	40	56	21.00	56	32	48	40
17.275	86	56	72	64	19.200	72	24	64	100	21.12	36	32	44	56
17.361	100	32	40	72	19.250	56	32	44	40	21.32	100	24	44	86
17.364	64	24	56	86	19.285	72	32	48	56	21.33	100	56	86	72
17.373	86	44	64	72	19.286	72	28	24	32	21.39	44	24	28	24



各種リードに対する換齒車の表 21.43時~32.09時

リード (時) (分)	リード				リード (時) (分)	リード			
	従動	原動	従動	原動		従動	原動	従動	原動
	上の 歯車	下の 歯車	上の 歯車	下の 歯車		上の 歯車	下の 歯車	上の 歯車	下の 歯車
21.43	100	40	48	56	24.88	100	72	86	48
21.48	100	32	44	64	24.93	64	28	48	44
21.50	86	24	24	40	25.00	72	24	40	48
21.52	72	44	64	48	25.08	86	24	28	40
21.58	100	40	56	64	25.09	86	40	56	48
21.59	86	24	44	72	25.13	86	44	72	56
21.59	86	28	40	56	25.14	64	28	44	40
21.59	86	44	72	64	25.45	64	44	56	32
22.00	64	32	44	40	25.46	100	24	44	72
22.04	72	28	48	56	25.51	100	28	40	56
22.11	86	28	72	100	25.57	100	64	72	44
22.22	100	40	64	72	25.60	86	28	40	48
22.34	86	44	64	56	25.67	56	24	44	40
22.40	86	32	40	48	25.71	72	24	48	56
22.50	72	24	48	64	25.72	72	24	24	28
22.73	100	24	24	44	25.80	86	24	72	100
22.80	86	48	56	44	25.97	100	44	64	56
22.86	64	24	24	28	26.04	100	32	40	48
22.91	72	44	56	40	26.06	86	44	64	48
22.92	100	40	44	48	26.16	100	32	72	86
22.93	86	24	64	100	26.18	72	40	64	44
23.04	86	56	72	48	26.19	44	24	40	28
23.14	100	24	40	72	26.25	72	32	56	48
23.26	100	32	64	86	26.33	86	28	48	56
23.33	64	32	56	48	26.52	100	44	56	48
23.38	72	28	40	44	26.58	100	28	64	86
23.44	100	48	72	64	26.67	64	28	56	48
23.45	86	40	48	44	26.79	100	48	72	56
23.52	86	32	56	64	26.88	86	28	56	64
23.57	72	28	44	48	27.00	72	32	48	40
23.81	100	48	64	56	27.13	100	24	56	86
23.89	86	32	64	72	27.15	100	44	86	72
24.00	64	40	72	48	27.22	56	24	28	24
24.13	86	28	44	56	27.27	100	40	48	44
24.19	86	40	72	64	27.30	86	28	64	72
24.24	64	24	40	44	27.34	100	32	56	64
24.31	100	32	56	72	27.36	86	40	56	44
24.43	86	32	40	44	27.43	64	28	48	40
24.44	44	24	32	24	27.50	56	32	44	28
24.54	72	32	48	44	27.64	86	40	72	56
24.55	100	32	44	56	27.78	100	32	64	72
24.57	86	40	64	56	27.87	86	24	56	72
24.64	86	24	44	64	27.92	86	28	40	48
24.75	72	32	44	40	28.00	100	64	86	44

各種リードに対する換齒車の表 32.14時~60.00時

リード (時) (分)	リード				リード (時) (分)	リード			
	従動	原動	従動	原動		従動	原動	従動	原動
	上の 歯車	下の 歯車	上の 歯車	下の 歯車		上の 歯車	下の 歯車	上の 歯車	下の 歯車
32.14	100	56	72	40	38.20	100	24	44	48
32.25	86	48	72	40	38.39	100	40	86	56
32.41	100	24	56	72	38.57	72	28	48	32
32.47	100	28	40	44	38.89	56	24	40	24
32.53	86	24	40	44	38.96	100	28	48	44
32.73	72	32	64	44	39.09	86	32	64	44
32.74	100	28	44	48	39.29	100	28	44	40
32.85	86	24	44	48	39.42	86	24	44	40
33.00	72	24	44	40	39.49	86	28	72	56
33.33	100	24	32	40	39.77	100	32	56	44
33.51	86	28	48	44	40.00	72	24	64	48
33.59	100	64	86	40	40.18	100	32	72	56
33.79	86	28	44	40	40.31	86	32	72	48
33.94	64	24	56	44	40.72	100	44	86	48
34.09	100	48	72	44	40.82	100	28	64	56
34.20	86	44	56	32	40.91	100	40	72	44
34.29	72	48	64	28	40.95	86	28	64	48
34.38	100	32	44	40	40.96	86	24	32	28
34.55	86	32	72	56	41.14	72	28	64	40
34.72	100	24	40	48	41.25	72	24	44	32
34.88	100	24	72	86	41.67	100	32	64	48
34.90	100	56	86	44	41.81	86	24	56	48
35.00	72	24	56	48	41.91	64	24	44	28
35.10	86	28	64	56	41.99	100	32	86	64
35.16	100	32	72	64	42.00	72	24	56	40
35.18	86	44	72	40	42.23	86	28	44	32
35.36	72	32	44	28	42.66	100	28	36	72
35.56	64	24	32	24	42.78	56	24	44	24
35.71	100	32	64	56	42.86	100	28	48	40
35.72	100	24	24	28	43.00	86	32	64	40
35.83	86	32	64	48	43.64	72	24	64	44
36.00	72	32	64	40	43.75	100	32	56	40
36.36	100	44	64	40	43.98	86	32	72	44
36.46	100	48	56	32	44.44	64	24	40	24
36.67	48	24	44	24	44.64	100	28	40	32
36.86	86	28	48	40	44.68	86	28	64	44
37.04	100	24	64	72	44.79	100	40	86	48
37.33	100	32	86	72	45.00	72	28	56	32
37.40	72	28	64	44	45.45	100	32	64	44
37.50	100	48	72	40	45.46	100	28	56	44
37.63	86	32	56	40	45.61	86	24	56	44
37.88	100	24	40	44	45.72	64	24	48	28
38.10	64	24	40	28	45.84	100	24	44	40
38.18	72	24	56	44	45.92	100	28	72	56



直径を1とした時の興へられた角に對する巻のリード

度	0'	6'	12'	18'	24'	30'	36'	42'	48'	54'	60'
0	Inf.	1800.001	899.997	599.994	449.993	359.992	299.990	257.130	224.986	199.983	179.982
1	179.982	163.616	149.978	138.438	128.545	119.973	112.471	105.851	99.967	94.702	89.964
2	89.964	85.676	81.778	78.219	74.956	71.954	69.183	66.617	64.235	62.016	59.945
3	59.945	58.008	56.191	54.485	52.879	51.365	49.934	48.581	47.299	46.082	44.927
4	44.927	43.827	42.780	41.782	40.829	39.918	39.046	38.212	37.412	36.645	35.909
5	35.909	35.201	34.520	33.866	33.235	32.627	32.040	31.475	30.928	30.400	29.890
6	29.890	29.397	28.919	28.456	28.008	27.573	27.152	26.743	26.346	25.961	25.586
7	25.586	25.222	24.868	24.524	24.189	23.863	23.545	23.236	22.934	22.640	22.354
8	22.354	22.074	21.801	21.535	21.275	21.021	20.773	20.530	20.293	20.062	19.835
9	19.835	19.614	19.397	19.185	18.977	18.773	18.574	18.379	18.188	18.000	17.817
10	17.817	17.637	17.460	17.287	17.117	16.950	16.787	16.626	16.469	16.314	16.162
11	16.162	16.013	15.866	15.722	15.581	15.441	15.305	15.170	15.038	14.908	14.780
12	14.780	14.654	14.530	14.409	14.289	14.171	14.055	13.940	13.828	13.717	13.608
13	13.608	13.500	13.394	13.290	13.187	13.086	12.986	12.887	12.790	12.695	12.600
14	12.600	12.507	12.415	12.325	12.237	12.148	12.061	11.975	11.890	11.807	11.725
15	11.725	11.643	11.563	11.484	11.405	11.328	11.252	11.177	11.102	11.029	10.956
16	10.956	10.884	10.813	10.743	10.674	10.606	10.538	10.471	10.405	10.340	10.276
17	10.276	10.212	10.149	10.086	10.025	9.964	9.904	9.844	9.785	9.727	9.669
18	9.669	9.612	9.555	9.499	9.444	9.389	9.335	9.281	9.228	9.176	9.124
19	9.124	9.072	9.021	8.971	8.921	8.872	8.823	8.774	8.726	8.679	8.631
20	8.631	8.585	8.539	8.493	8.447	8.403	8.358	8.314	8.270	8.227	8.184
21	8.184	8.142	8.099	8.058	8.016	7.975	7.935	7.894	7.855	7.815	7.776
22	7.776	7.737	7.698	7.660	7.622	7.584	7.547	7.510	7.474	7.437	7.401
23	7.401	7.365	7.330	7.295	7.260	7.225	7.191	7.157	7.123	7.089	7.056
24	7.056	7.023	6.990	6.958	6.926	6.894	6.862	6.830	6.799	6.768	6.737
25	6.737	6.707	6.676	6.646	6.617	6.586	6.557	6.528	6.499	6.470	6.441
26	6.441	6.413	6.385	6.357	6.329	6.300	6.274	6.246	6.219	6.192	6.166
27	6.166	6.139	6.113	6.087	6.061	6.035	6.009	5.984	5.959	5.933	5.908
28	5.908	5.884	5.859	5.835	5.810	5.786	5.762	5.738	5.715	5.691	5.668
29	5.668	5.644	5.621	5.598	5.575	5.553	5.530	5.508	5.486	5.463	5.441

直径を1とした時の興へられた角に對する巻のリード

度	0'	6'	12'	18'	24'	30'	36'	42'	48'	54'	60'
30	5.441	5.420	5.398	5.376	5.355	5.333	5.312	5.291	5.270	5.249	5.228
31	5.228	5.208	5.187	5.167	5.147	5.127	5.107	5.087	5.067	5.047	5.028
32	5.028	5.008	4.989	4.969	4.950	4.931	4.912	4.894	4.875	4.856	4.838
33	4.838	4.819	4.801	4.783	4.764	4.746	4.728	4.711	4.693	4.675	4.658
34	4.658	4.640	4.623	4.605	4.588	4.571	4.554	4.537	4.520	4.503	4.487
35	4.487	4.470	4.453	4.437	4.421	4.404	4.388	4.372	4.356	4.340	4.324
36	4.324	4.308	4.292	4.277	4.261	4.246	4.230	4.215	4.199	4.184	4.169
37	4.169	4.154	4.139	4.124	4.109	4.094	4.079	4.065	4.050	4.036	4.021
38	4.021	4.007	3.992	3.978	3.964	3.950	3.935	3.921	3.907	3.893	3.880
39	3.880	3.866	3.852	3.838	3.825	3.811	3.798	3.784	3.771	3.757	3.744
40	3.744	3.731	3.718	3.704	3.691	3.678	3.665	3.652	3.640	3.627	3.614
41	3.614	3.601	3.589	3.576	3.563	3.551	3.538	3.526	3.514	3.501	3.489
42	3.489	3.477	3.465	3.453	3.440	3.428	3.416	3.405	3.393	3.381	3.369
43	3.369	3.358	3.346	3.334	3.322	3.311	3.299	3.287	3.276	3.265	3.253
44	3.253	3.242	3.231	3.219	3.208	3.197	3.186	3.175	3.164	3.153	3.142
45	3.142	3.131	3.120	3.109	3.098	3.087	3.076	3.066	3.055	3.044	3.034
46	3.034	3.023	3.013	3.002	2.992	2.981	2.971	2.960	2.950	2.940	2.930
47	2.930	2.919	2.909	2.899	2.889	2.879	2.869	2.859	2.849	2.839	2.829
48	2.829	2.819	2.809	2.799	2.789	2.779	2.770	2.760	2.750	2.741	2.731
49	2.731	2.721	2.712	2.702	2.693	2.683	2.674	2.664	2.655	2.645	2.636
50	2.636	2.627	2.617	2.608	2.599	2.590	2.581	2.571	2.562	2.553	2.544
51	2.544	2.535	2.526	2.517	2.508	2.499	2.490	2.481	2.472	2.463	2.454
52	2.454	2.446	2.437	2.428	2.419	2.411	2.402	2.393	2.385	2.376	2.367
53	2.367	2.359	2.350	2.342	2.333	2.325	2.316	2.308	2.299	2.291	2.282
54	2.282	2.274	2.266	2.257	2.249	2.241	2.233	2.224	2.216	2.208	2.200
55	2.200	2.192	2.183	2.175	2.167	2.159	2.151	2.143	2.135	2.127	2.119
56	2.119	2.111	2.103	2.095	2.087	2.079	2.072	2.064	2.056	2.048	2.040
57	2.040	2.032	2.025	2.017	2.009	2.001	1.994	1.986	1.978	1.971	1.963
58	1.963	1.955	1.948	1.940	1.933	1.925	1.918	1.910	1.903	1.895	1.888
59	1.888	1.880	1.873	1.865	1.858	1.851	1.843	1.836	1.828	1.821	1.814



直径を1とした時の興へられた角に對する巻巻のリード

度	0'	6'	12'	18'	24'	30'	36'	42'	48'	54'	60'
60	1.814	1.806	1.799	1.792	1.785	1.777	1.770	1.763	1.756	1.749	1.741
61	1.741	1.734	1.727	1.720	1.713	1.706	1.699	1.692	1.685	1.677	1.670
62	1.670	1.663	1.656	1.649	1.642	1.635	1.628	1.621	1.615	1.608	1.601
63	1.601	1.594	1.587	1.580	1.573	1.566	1.559	1.553	1.546	1.539	1.532
64	1.532	1.525	1.519	1.512	1.505	1.498	1.492	1.485	1.478	1.472	1.465
65	1.465	1.458	1.452	1.445	1.438	1.432	1.425	1.418	1.412	1.405	1.399
66	1.399	1.392	1.386	1.379	1.372	1.366	1.359	1.353	1.346	1.340	1.334
67	1.334	1.327	1.321	1.314	1.308	1.301	1.295	1.288	1.282	1.276	1.269
68	1.269	1.263	1.257	1.250	1.244	1.237	1.231	1.225	1.219	1.212	1.206
69	1.206	1.200	1.193	1.187	1.181	1.175	1.168	1.162	1.156	1.150	1.143
70	1.143	1.137	1.131	1.125	1.119	1.112	1.106	1.100	1.094	1.088	1.082
71	1.082	1.076	1.069	1.063	1.057	1.051	1.045	1.039	1.033	1.027	1.021
72	1.021	1.015	1.009	1.003	0.997	0.991	0.985	0.978	0.972	0.966	0.960
73	0.960	0.954	0.948	0.943	0.937	0.931	0.925	0.919	0.913	0.907	0.901
74	0.901	0.895	0.889	0.883	0.877	0.871	0.865	0.859	0.854	0.848	0.842
75	0.842	0.836	0.830	0.824	0.818	0.812	0.807	0.801	0.795	0.789	0.783
76	0.783	0.777	0.772	0.766	0.760	0.754	0.748	0.743	0.737	0.731	0.725
77	0.725	0.720	0.714	0.708	0.702	0.696	0.691	0.685	0.679	0.673	0.668
78	0.668	0.662	0.656	0.651	0.645	0.639	0.633	0.628	0.622	0.616	0.611
79	0.611	0.605	0.599	0.594	0.588	0.582	0.577	0.571	0.565	0.560	0.554
80	0.554	0.548	0.543	0.537	0.531	0.526	0.520	0.514	0.509	0.503	0.498
81	0.498	0.492	0.486	0.481	0.475	0.469	0.464	0.458	0.453	0.447	0.441
82	0.441	0.436	0.430	0.425	0.419	0.414	0.408	0.402	0.397	0.391	0.386
83	0.386	0.380	0.375	0.369	0.363	0.358	0.352	0.347	0.341	0.336	0.330
84	0.330	0.325	0.319	0.314	0.308	0.302	0.297	0.291	0.286	0.280	0.275
85	0.275	0.269	0.264	0.258	0.253	0.247	0.242	0.236	0.231	0.225	0.220
86	0.220	0.214	0.209	0.203	0.198	0.192	0.187	0.181	0.176	0.170	0.165
87	0.165	0.159	0.154	0.148	0.143	0.137	0.132	0.126	0.121	0.115	0.110
88	0.110	0.104	0.099	0.093	0.088	0.082	0.077	0.071	0.066	0.060	0.055
89	0.055	0.049	0.044	0.038	0.033	0.027	0.022	0.016	0.011	0.005	0.000

(出文協承認)  
ア 60.546

昭和17年6月25日 初版印刷 (5,000部)  
昭和17年6月30日 初版發行

フライス作業入門  
Ⓣ ¥ 1.00

編 者 機械工作技術研究會

東京市神田區神保町一丁目一番地

發行者 株式 三省 堂  
代表者 龜 井 豐 治

東京市板橋區練馬南町一丁目三五三二

印刷者 株式 日本印刷局  
代表者 小 林 浩 齊

發行所 株式 三省 堂

本社 東京市神田區神保町一ノ一(振替東京 31555)

日本出版文化協會會員番號 111501

支店 大阪市西區阿 座下通二ノ六

配給元 日本出版配給株式會社  
東京市神田區淡路町二ノ九



間瀬徳造 著

## ディーゼル機関要義

B 6 判・330 頁

定價 2.00 送料 .10

本書は、初學者のために書かれたディーゼル機関の入門書として、絶對のものである。ディーゼル機関とは何んなものか、何うして動くか、如何なる形式があるかを述べ、またその性能及構造の概略を平易に説明し、更に諸系統・諸數字・材料等の細部に就て、十章に亘り懇切に解明したもの。卷末には諸問答の章を設け、質疑應答の形式で全章の復習或は補足の便に供した。唯一のディーゼル機関の入門書として、必携の良著である。

三省堂刊

H-194

瀬戸 保著

## 機械の不思議

四六判・二四二頁

定價・一三〇 送料〇九

自轉車、飛行機、機關車等日常眼にふれるあらゆる機械の最も重要な部分である楕杆と斜面、車輪及車軸の三要素を、豊富な寫眞を挿入してきはめて平易に説明した良書である。本書によつて、機械の原理・應用・沿革等から、取り扱ひの注意に至るまで、くはしく知ることができる。青少年の科學知識普及に効果あることはいふまでもなく、各方面の機械手引書として、みのがしがたい一書である。早速本書によつて、あらゆる機械の概念を得られよ

三省堂刊

H-150



工學  
博士 山本忠興監修・三省堂編輯所編

## 電 氣 工 學 必 携

三六判・クロス装・750頁・函入  
定 價 3.80 送 料 ・14

電氣工學に關する必要且十分なる事項を選び  
あらゆる公式法則、數表及物理定數等の基準  
事項を、詳細且明快に記述せる實際的指導書。  
總インデア紙。携帶至便。

工學  
博士 關口八重吉監修・三省堂編輯所編

## 機 械 工 學 必 携

三六判・クロス装・890頁・函入  
定 價 4.00 送 料 ・14

機械工學に關する實際的な法則公式を、綜合  
的に詳細懇説せる唯一の權威版。實務に當つ  
て必要な數表定數を洩れなく収録す。寫眞・  
圖版豊富。總インデア紙。携帶至便。

三 省 堂 刊



532.4-Ki21ウ



1200500745609

532.4  
21

終