

プラノミラーによる切削

寿工業KK* 比 出 正 一

- 1 まえがき
- 2 プラノミラー用主軸頭の構造
 - a 主軸頭本体
 - b 特別装置
- 3 プラノミラーによる切削条件と加工精度
- 4 プラノミラーによる切削の実例
- 5 ま と め

1. まえがき

近時機械工業界において合理化のため工作機械の高速化、重切削が要望されている。また一方超硬カッターを用いることによりフライス作業の範囲は増大し、これがため平削りを要求される多くの作業面でフライス盤はクローズアップされてきているが、しかし超硬カッターを用いるには歪を生じない剛性のある機械が必要である。これらの要望及び必要を充さんため設計、製作されたのが当社のプラノミラーである。当社ではテーブル巾600mmより2,000mmまでの各種プラノミラーを製作して、その性能面、広範な用途面において多くの優れた点を有し又顧客の御要望に答えている。以下私は当社のプラノミラーによる切削について述べ諸氏にその優秀性を認識していただこうと思う。

2. プラノミラー用主軸頭の構造

a) 主軸頭本体

プラノミラー用主軸頭は標準型としてクイル型とサドル型の2種類があり、何れも3.5~22KWのモーターを装備したユニット方式を採用している。

また特殊仕様ではあるがインゴット切削用として37KWモーターを装備した主軸頭も製作している。

クイル型(QH型)はクイルが100~300mm出入しフェスギヤの嵌合はスプライン方式とせず、主軸に固定し駆動ピニオンをクイルの移動範囲に応じた長さの歯車としているので長期間使用してもガタがない。

クイルの移動、クイルのクランプ、回転数の変換は何れも小型の場合は手動、大型の場合は電動又は電磁クラッチによつて行う。またこの主軸頭は左右に45度傾斜することができる。

サドル型(HH型)は広いサドル摺動面を主軸頭が250~350mm移動する型式で、主軸が主軸頭に固定されているので特に重切削と深い底面の切削を行うことができる。

この型式のものを立型に使用したのがHHV型である。何れのものでも傾斜することはできないが、各種のアタッチメントを取付けることができるので加工範囲はクイルタイプより広い。

HH型の主軸頭でフライス切削の他に、主軸頭のサドル上に於ける送りを主軸駆動と連動して自動送りとなし、ボーリング加工をもできる構造としたものがある。これをHHA型と称している。

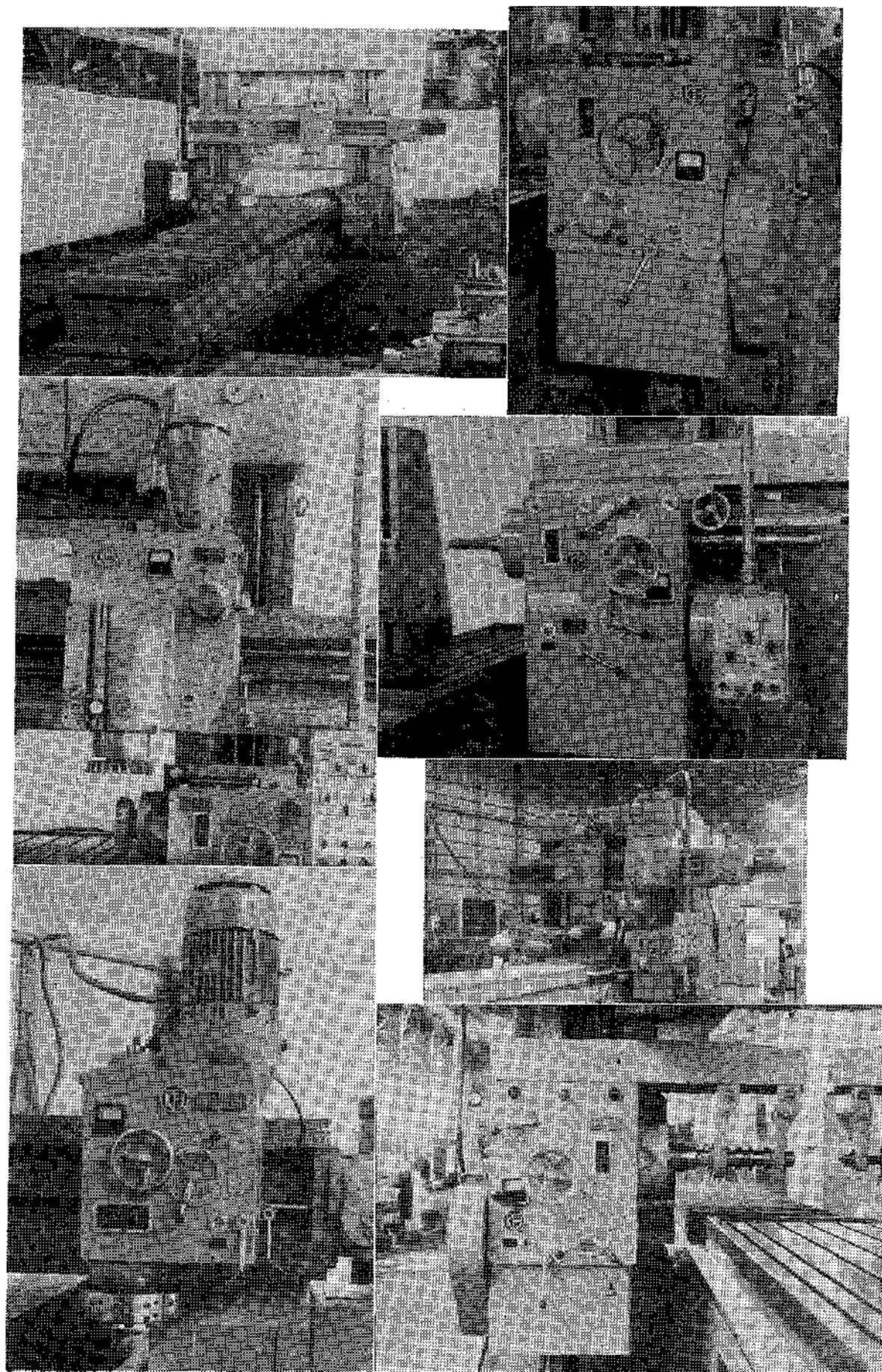
HHA型は主軸端面に約200mm前後の延長アーバーを取付けてボーリング加工を行うことができるが、さらに深い穴を加工するために主軸の中室部に、手動で繰出しできるボーリングバーを取付けこれを400mm出し入れできる構造としたBH型がある。

サドル型の主軸頭を横型として使用する場合は、主軸頭がサドル上を左右に移動するから独特の均衡装置(特許取得)を設けて主軸頭が移動しても高精度の横送りができる構造としている。

第1表 寿製主軸頭 QH型の仕様

型 項目	5	10	15	20	25	30
クイル直径 mm	200		250		300	
クイル移動量 mm	100	200	250		300	
主軸端面外径 mm	128.6				221.44	
主軸穴の テーパ	NT. No. 50				NT. No. 60	
主軸貫通穴径 mm	28				35	
主軸回転数 rpm	46~435	32~640	30~600	35~700	30~500	35~600
主軸回転変換数	6		12		18	
主軸駆動 KW	3.7	7.5	11	15	19	22
電動機 極数	4	4½		6		

* 京都市南区東九条南松田町2



第2表 寿製主軸頭 HH型の仕様

項 目		10	15	20	25	30
主軸端面外径	mm	128.6			221.44	
主軸穴のテーパ		NT. No. 50			NT. No. 60	
主軸回転数範囲	rpm	38~770	35~770	40~800	17~1,000	20~1,170
主軸回転変換数		12			18	
主軸貫通穴径	mm	28			35	
主軸頭の移動距離 mm	HHV, HHVA の場 合	250			350	
	HH, HHA の場 合	250			350	
主軸頭の早送り速度 mm/min	HHV, HHVA の場 合	775		385		
	HH, HHA の場 合				600	
主軸1回転当りのボーリング送り mm/rev (HHAのみ)		0.06	0.09	0.15	0.23	
主軸駆動用電機	KW	7.5	11	15	19	22
	極 数	4			4	
主軸頭移動用電機	KW	0.75			1.5	
	極 数	4			4	

b) 特別装置

加工範囲の拡大、操作性の向上を目的とした下記のような特別装置を製作している。

b-1 ユニバーサル・アングラーアタッチメント

本装置はサドル型(HH型)の10, 15, 20, 25, 30型に装着でき、カッターは縦横左右及び傾斜などの角度にでも定めることができるのでテーブルとの取付面を除くあらゆる面の加工が行える。

b-2 カッター・リリーフ装置

タイル型、サドル型何れも15型以上は本装置を取付けて、切削の終わった位置でカッターを0.4mm自動的に移動することができる。復帰精度は0.004mm以内である。

b-3 自動任意位置停止装置

サドル型(HH型)の主軸頭にこの装置を装備すると、品物の取付け取外しをする毎に主軸頭の切削位置を調整

する必要がなく、常に主軸頭を一定の位置に自動的に0.02mmの精度で停止することができる。

b-4 マイクロ・ジョック装置 (特許出願中)

本装置はテーブル送り、立主軸頭の左右送り、横主軸頭の上下の微細送りを行うものであつて、操作盤の起動スイッチを1押しする毎に0.02mm微動する。

この装置を設けると、ボーリング加工又は精密溝加工をする場合主軸の位置調節をペンダント操作で容易に行うことができる。

b-5 タンデムテーブル

一台のベッド上に2ヶのテーブルを設け、一方のテーブル上で加工作業中他方のテーブルでは加工物の取外し、或は取付けを行いテーブルの各位置を変えることにより絶間なく作業を行うことができる装置で、ベッドの長さは長くなるが加工物の取

付け、取外しを切削中に行うからそれだけ時間を節約できる。

なお、この場合2ヶのテーブルの連結、切放しを短時間でなし、又テーブル摺動面への給油は移動中のテーブルのみに行うよう特別の装置が施してある。(特許出願中)

b-6 ターンテーブル

被加工物の横四面の切削及びボーリング加工の場合にこの装置を用いると簡単に90度の割出しを行うことができる。また別に動力横行装置を設けたものもある。

b-7 オーバーホルダーアーム

クロスレールの摺動面にこのアームを取付け横型の主軸頭に取付けたカッターオーバーを保持して、プレーン又はサイドカッター等により段付面と、溝を加工するのに使用する。又このアームで長いボーリングバーを保持して主軸頭より遠い個所の貫通穴又は長い貫通穴の加工

写真説明

写真左上・寿製プラノミラー TPM-1822型
より
テーブル寸法 1,800mm×8,700mm・削り得る径 1,500~2,200mm・削り得る高さ 2,000mm・削り得る長さ 8,800mm・立主軸頭QH-15型...1台, HHVA-15型1台・横主軸頭HHA-15型1台, HH-15型1台
・寿製主軸頭 QH-15型
(カッターリリーフ装置をつけている)
・寿製主軸頭 HHV-15型
右上より・寿製主軸頭 HHA-15型

- ・寿製主軸頭 BH-15型
オーバーアーム及びボーリングバーを着けた場合
- ・寿製プラノミー TPM-922型
立主軸頭 HHVA-15型にユニバーサル・アングラーアタッチメントを取付けて傾斜面を切削する場合
- ・寿製主軸頭 HHA-15型
オーバーアームを取付けた場合

を行うことができる。

b-8 オーバーアーム

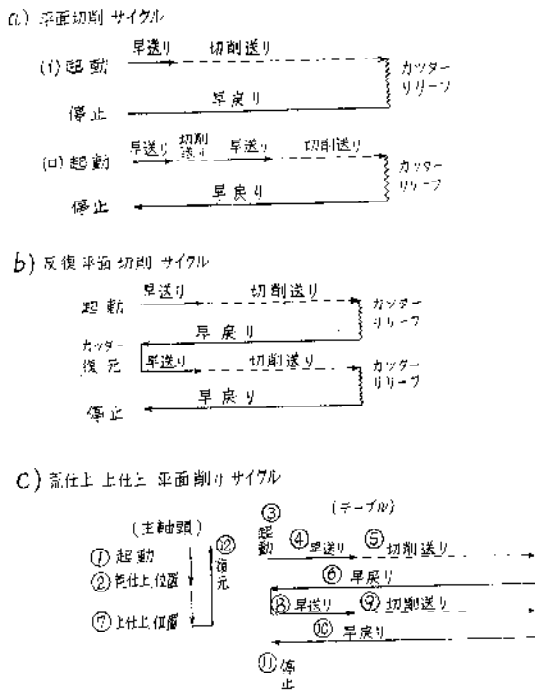
サドル型の15, 20型にオーバーアームを取付けてプレーン又はサイドカッターによる切削ができるようにしてある。

b-9 精密計測装置

カッターの位置決め、切込み、主軸頭及びテーブルの位置決め用として普通付属品として 1mm 目盛のスケールを取付け、カッターの移動用としてはさらに 0.01mm 目盛のダイヤルインデケーターを装置するが、ボーリング加工又は精密溝加工のように、さらに正確な位置決めを行う場合は特別装置として精密スケールと、光学測定器を設ける。このため 0.01mm の位置決めができる。

b-10 自動切削サイクル装置

先にのべたカッター・リリーフ装置、任意位置停止装置に早送り、切削送り、早戻りを組合わせて第8図に示すような各種の切削サイクルができる。



第8図 自動サイクルの例

3. プラノミラーによる切削条件と加工精度

以上に述べたクイル型、サドル型の主軸頭を用いてその能力を充分に発揮し、高い精度の切削を行うには超硬フルバックカッターを用いることが必要である。但しこの場合には

- i) 被削材質に適合したカッターの形状を選定する
- ii) カッターを正確に研削する

- iii) 切削速度、切込量、送り量等を適切に選定すること等が必要である。

今当社のプラノミラーによる鋼材 (S45C) 及び铸铁材 (FC30) を切削する場合の最も適切な切削条件を第3表に示す。この第3表の数値で当社の主軸頭を使用すれば最も高い切削効率を得られる。またこの表に示す以上の径の大きいカッターを使用することも可能である。例えば15型の主軸頭に直径 500mmφ のカッターを用いて FC30 の部品を切削する場合の切削条件は

- カッター……タンガロイ強力カッター
- チップ材質……G₂
- 切削巾……400mm
- 切込深さ……3mm
- 切削速度……55m/min
- 送り速度……235m/min
- 1刃当りの送り……0.225mm

第3表 寄製主軸頭による最適切削条件

被削材質	S 45 C		FC 30	
	QH-10 HH-10	QH-15 HH-15	QH-10 HH-10	QH-15 HH-15
使用主軸頭	QH-10 HH-10	QH-15 HH-15	QH-10 HH-10	QH-15 HH-15
カッター直径 mm	200	200	250	300
切削巾 mm	200	200	250	300
切削速度 m/min	80	80	60~70	60~70
切込深さ mm	3.8	5.5	3	3
送り早さ mm/min	225	225	330	400
チップ材質	TX-3 STi-45 ST-3	STi25	G ₂	G ₂ F G ₂ B K ₁ G
切削効率 cm ³ /KW-min	22.8	22.5	33.0	32.7

当社のプラノミラーによる加工面の真直度は 1m につき 0.01mm 以下であり、その表面のアラサは荒削り、仕上削りとも 12-S に加工することができる。もし 61-S 程度の滑らかさを必要とする場合は送り速度をそのままにして切削速度を 90m/min とすればよい。さらに滑かな仕上面を必要とする場合は、カッターのフェス角を調整するいわゆるシンシナチー方式の研削を行うと、3-S に近い仕上面を得ることができる。

HH A-15型または HH V A-15型主軸頭に長さ 300mm の延長アーバーを用いて内径 300mmφ、長さ 200mm の穴をボーリングした場合真円度は 0.005mm、円筒度は 0.01mm の精度を得ている。なおこの場合の切削条件は

- 被削材……FC25
- バイト……#ゲタロイ・アロックス
- 切削速度……320m/min

切込深さ……0.25mm
1回転当りの送り……0.2mm

である。

又この主軸頭に長さ300mmの延長アーバーを取付けて、長さ150mm、内径650mmφの穴を

被削材……FC25
バイト……G₂
切削速度……140m/min
切込深さ……0.2mm
1回転当りの送り……0.15mm

の切削条件でボーリング加工した場合の真円度は0.02mm、円筒度は0.015mmとなつている。

大型部品の広い平面を切削する場合主軸頭を順次横方向に移動せしめて加工するが、この場合の段差は200mmφのカッターを使用した時0.01mm以下に加工できる。

4. プラノミラーによる切削の実例

現在当社で製作している特殊プラノミラーのクロスビーム(第9図参照)をプラノミラーにより切削した場合を例として、今一度プラノミラーによる加工とプレーナーによる加工とを比較して述べることにする。

Ⓐ面の如き単純な連続平面の切削を行う場合は、プラノミラーによる切削と、現在製作されている世界最高級の重切削用プレーナーによる切削と比較すると大差はないようである。

Ⓑ面の如く加工面が散在している場合はプラノミラーではジャンプフイード切削ができるから極端に加工時間を短縮することができる。

Ⓒ面はプレーナーによる加工が不能であるから床型の横中グリ盤で加工しなければならないが、プラノミラーではアングラアタッチメントを主軸頭前面に取付けて切削できるので、床型横中グリ盤

へ被加工物を運搬し、取付け、芯出しをする時間が不要となる。

更にアングラアタッチメントによりⒹ面のキリ穴をも加工することができる。

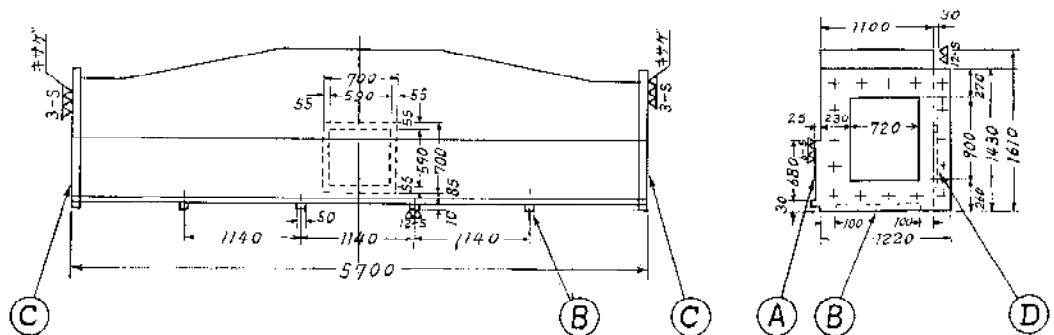
Ⓓ面の如く切削長さの比較的短い型加工面を加工する場合は、プラノミラーでは主軸頭の横方向送りと、テーブル送りとにより額縁削りが可能である。

以上ⒶⒷⒸⒹ面を当社製プラノミラーのHHVA-10型(7.5KW)、HHA-15型(11KW)主軸頭と付属品としてユニバーサル・アングラアタッチメントを用いて切削した場合と、テーブルの最大移動速度60m/min、主電動機22KWのプレーナー及び床型横中グリ盤を用いて切削した場合の加工時間を比較すると第4表となる。

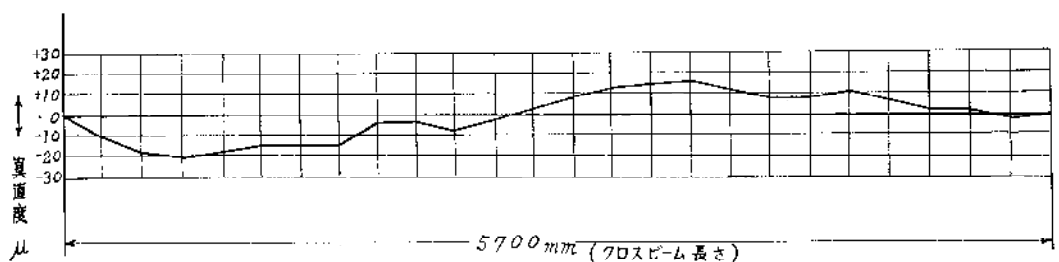
この例のように大型重量部品を加工する場合は、運搬時間、据付、芯出しの相当の時間を要するから、一度の取付けで多数の加工を行うことができる、いわゆるフレキシビリティに富んだ工作機械が歓迎されることはいわゆる逸もないことである。

5. まとめ

以上プラノミラーによる切削について当社の製品を中心にいくつかの実例により説明したが、プラノミラーの能力を充分に発揮するには超硬刃物の形状及び材質、並びに切削速度及び送り量等を被削材により適当なものを選定することが大切である。今後切削工具類の材質が改



第9図 クロスビーム外形図
材質 SS41 (全溶接構造) 製品重量 11,000kg (削り代5mm)



第10図 クロスビームⒶ面の真直度

第4表 クロスビーム加工時間比較表

加工 箇所	使用機械 所要時間 切削及び 操作時間			他の 時間			切削条件		
	切削時間	その他の時間	切削条件	切削時間	その他の時間	切削条件	切削時間	その他の時間	切削条件
㉑	530'	210'	荒仕上, 上仕上共 $\begin{cases} v=95 \\ f=300 \\ t=3 \end{cases}$	435'	222'	荒仕上 $\begin{cases} v=30 \\ t=3 \\ s=2.5 \end{cases}$ 上仕上 $\begin{cases} v=15 \\ t=0.1 \\ s=10 \end{cases}$ $V_0=60$			
㉒	43'		$\begin{cases} v=95 \\ f=380 \\ t=45 \end{cases}$	650'		㉑面と同条件			
㉓	558'	130'	荒仕上 $\begin{cases} v=95 \\ f=300 \\ t=45 \end{cases}$ 上仕上 $\begin{cases} v=95 \\ f=300 \\ t=0.3 \end{cases}$ ユニバーサル アングラーア タッチメントに 依り加工	830'	300'	荒仕上 $\begin{cases} v=75 \\ f=200 \\ t=2.5 \end{cases}$ 上仕上 $\begin{cases} v=90 \\ f=200 \\ t=0.3 \end{cases}$ 横中グリ 盤により 加工			
㉔	63'	41'	荒仕上, 上仕上共 $\begin{cases} v=95 \\ f=250 \\ t=4 \end{cases}$	125'	156'	㉑面と同条件			
小計	1,194'	381'		2,050'	678'				
総時間	1,575'			2,728'					

注) v = 切削速度 m/min, f = 送り速度 mm/min, t = 切込深さ mm, V_0 = 戻り速度 m/min, s = 送り量 mm

良進歩され現在以上の高速度, 重切削が可能になる状況
に対応して当社ではプラノミラーの大型化, 大馬力の主

軸頭を装備したものを研究中にて, 近く発表する予定で
ある。