

# 高周波モートル応用上の諸問題

## Some Problems Concerning High Frequency Motor Application

清水 永以\*  
Nagai Shimizu

### 内 容 梗 概

各種機械の高速化、高精度化に伴い、研削加工の重要性が増大しているが、そのうち内径 10 mm 以下の小穴の内径を、能率よくしかも精密に研削するためには、砥(と)石軸を 10 万 rpm 前後で回転させる必要がある。日立製作所ではこの種の超高速内面研削盤用として、4~12 万 rpm 程度の高周波モートルを多数製作しているが、使用上問題となる電気的特性、軸受の潤滑、温度上昇、研削性能、研削抵抗と所要動力などについて検討を行なった。

### 1. 緒 言

小径軸受、燃料噴射ノズル、線引ダイス、プレス型、ダイキャスト型、モールド型および治具などの製作には、多数の内面研削盤、治具研削盤が使用されているが、直径 10 mm 以下の小穴の内径を高精度に仕上げるためには、砥石軸を 10 万 rpm 前後で回転させる必要がある。従来 5~8 万 rpm 程度まではベルト駆動、エアタービン駆動などの方式が用いられているが、それ以上の回転数に対しては高周波モートルを使用する傾向にある。

高周波モートル駆動は、他方式に比べ多くの長所を持っているが、他の方式には見られない特異な面もあるので、そのうちおもな項目について述べ、各位のご参考に供したい。

### 2. 高周波モートルの仕様と構造

日立製作所では、内面研削盤砥石軸用高周波モートルとして、各種の仕様および構造のものを製作している。仕様の一例を第 1 表に、寸法と外観の例を第 1~4 図に示す。運転装置としては第 5 図のように高周波電源のほか、軸受潤滑用のオイルミスト装置、冷却水の配管を必要とする。

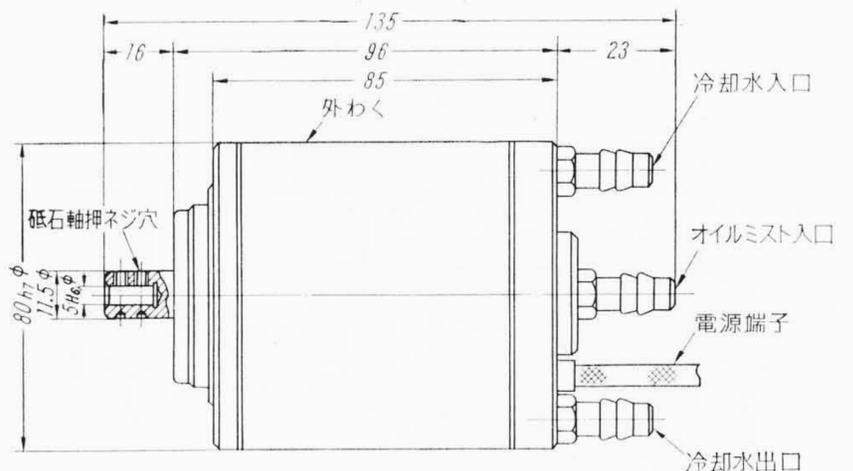
#### 2.1 固 定 子

高周波電源で運転されるため、固定子鉄心には高級ケイ素鋼板を使用し鉄損の低減を図っている。しかし一般のモートルに比べ鉄損が大きく、また軸受損失も大きいので、外わくに冷却水の通路を設け、効果的な冷却を行なっている。軸受潤滑油オイルミストは外わく内の通路を通して軸受部分に供給される。固定子巻線はオイルミストにさらされるので耐油処理を行なっている。機械への取り付けは研削盤の構造に合わせ、クイル形(第 1 図)、フランジ形(第 2 図)

第 1 表 高周波モートルおよび電源仕様の 1 例

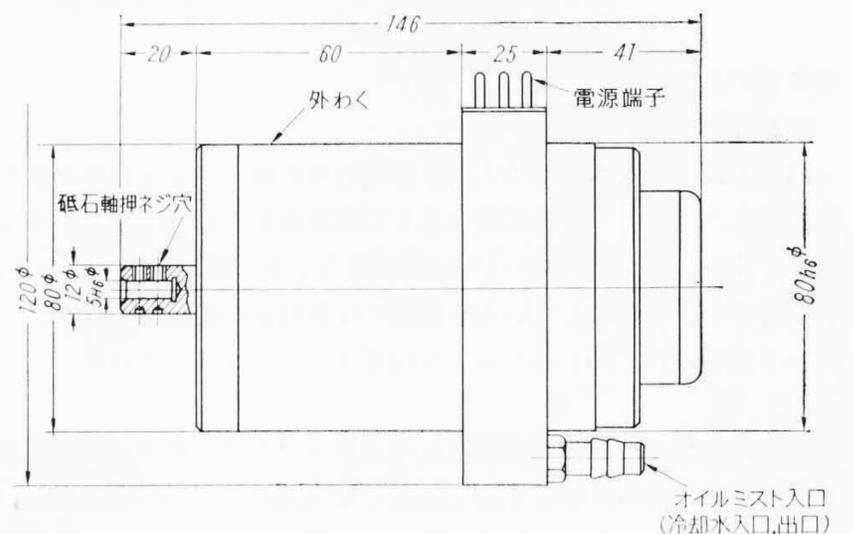
モ ト ル	出 力 (kW)	0.1			
		全閉水冷式カゴ形誘導電動機			
形 式					
極 数		2			
相 数		2			
電 圧 (V)		200	160	130	110
周 波 数 (c/s)		2,280	1,735	1,145	870
同期回転数 (rpm)		137,000	104,000	68,700	52,200
定 格 潤 滑		連 続 オ イ ル ミ ス ト			
電 源	出 力 (kW)	0.5			
		立軸閉鎖防滴形誘導子形高周波発電機			
形 式					
電 圧 (V)		200	160	130	110
周 波 数 (c/s)		2,280	1,735	1,145	870
回 転 数 (rpm)		2,970/1,490			
極 数		92/70			
相 数		2			

\* 日立製作所習志野工場



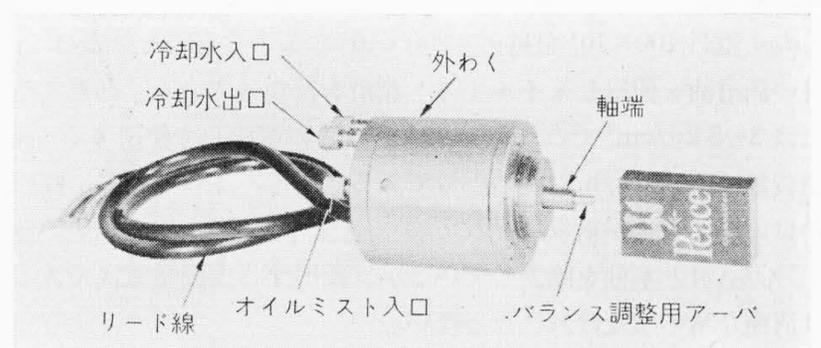
出力 (kW) 0.1  
回転数 (rpm) 137,000/104,000/68,700/52,200

第 1 図 クイル形高周波モートルの寸法



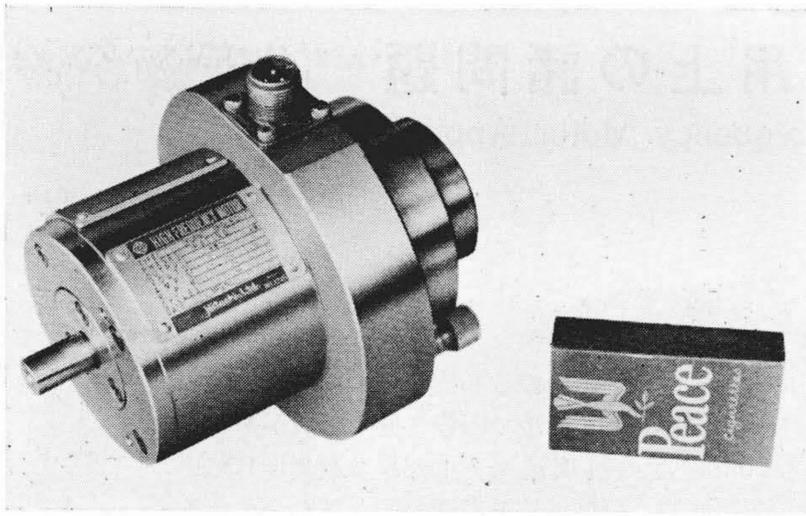
出力 (kW) 0.15  
回転数 (rpm) 10,000~60,000

第 2 図 フランジ形高周波モートルの寸法



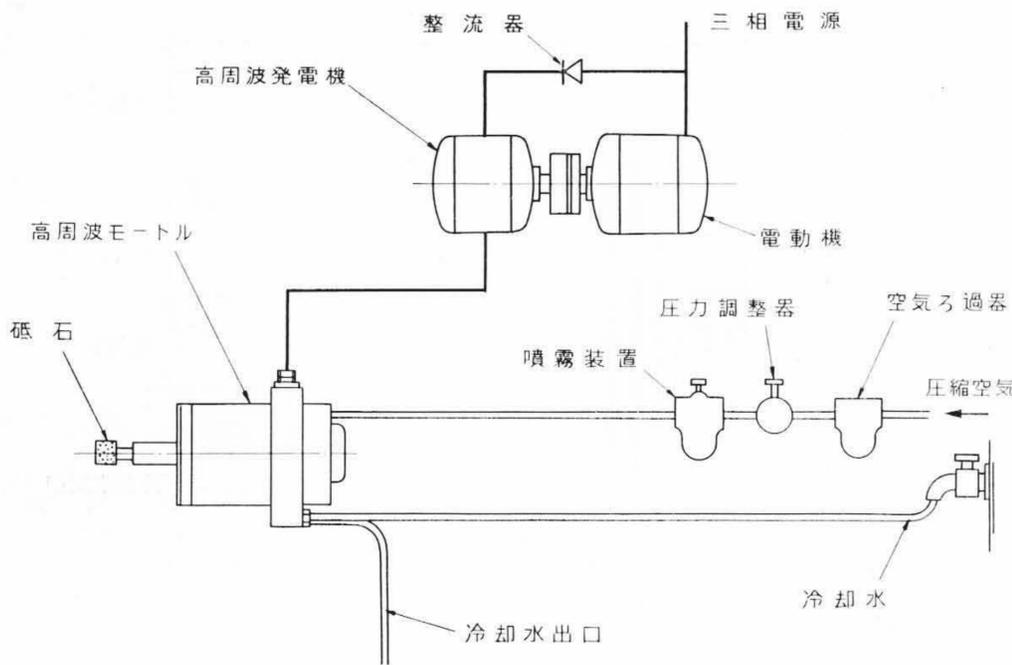
出力 (kW) 0.1  
回転数 (rpm) 137,000/104,000/68,700/52,200

第 3 図 クイル形高周波モートルの外観



出力 (kW) 0.15  
回転数 (rpm) 100,000~60,000

第4図 フランジ形高周波モートルの外観



第5図 高周波モートル運転装置

の2種がある。

### 2.2 回 転 子

回転子は周速が速いので、大きな遠心力に耐えるよう良質の材料を使用し、軸径をできるだけ太くして危険速度を定格回転数より十分高くするとともに、アンバランスを極力小さく押えることにより、振動の小さいものにしていく。軸端には軸付砥石を取り付けるストレート穴を設け、押しネジにより固定する方式をとっている。

### 2.3 軸 受

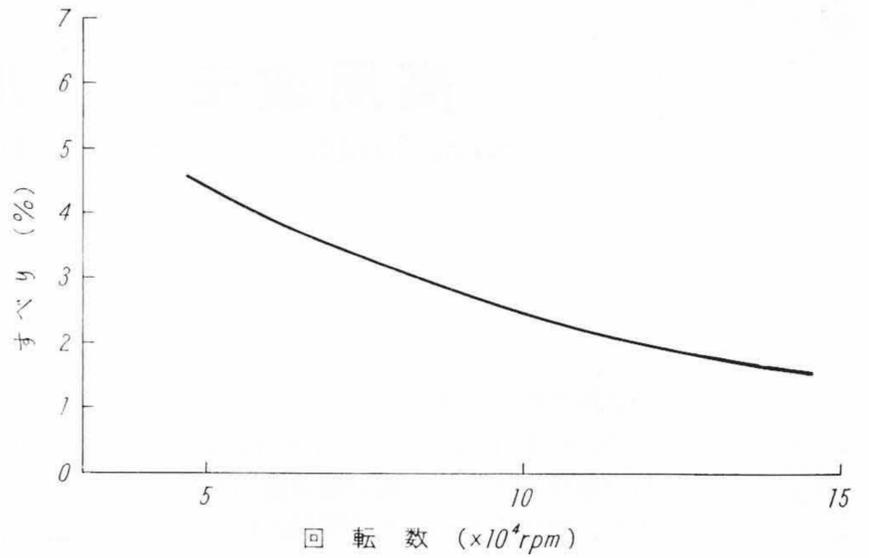
軸受は内輪のない超精密級アンギュラコンタクト形ボールベアリングを用い、軸に直転走面を加工した方式にして  $d_{mn}$  値を下げ、軸径を太くしている。またそれにより、軸と内輪のはめあいによる誤差の累積を防ぎ精度を高めている。軸受には数個のコイルバネにより、軸受の大きさと回転数から算出した適正なプレロードを与えている。

### 2.4 潤 滑

$d_{mn}$  値が  $100 \times 10^4$  を越え、 $200 \times 10^4$  に達するものもあるので、良質の潤滑油を使用しオイルミスト潤滑を行なっている。必要な空気圧は  $3 \sim 5 \text{ kg/cm}^2$  でこれを  $1 \sim 2 \text{ kg/cm}^2$  に減圧して使用する。油の消費量は  $2 \sim 5 \text{ cc/h}$  程度の少量である。オイルミスト装置には性能の良いフィルタが組み込まれており空気中に含まれる細かい塵埃(じんあい)と水分を除去しているが、使用する圧縮空気はできるだけ清浄なものでなければならない。

## 3. 電 気 的 特 性

一般にこの種の高周波モートルは、軸受損失、回転子の風損、お

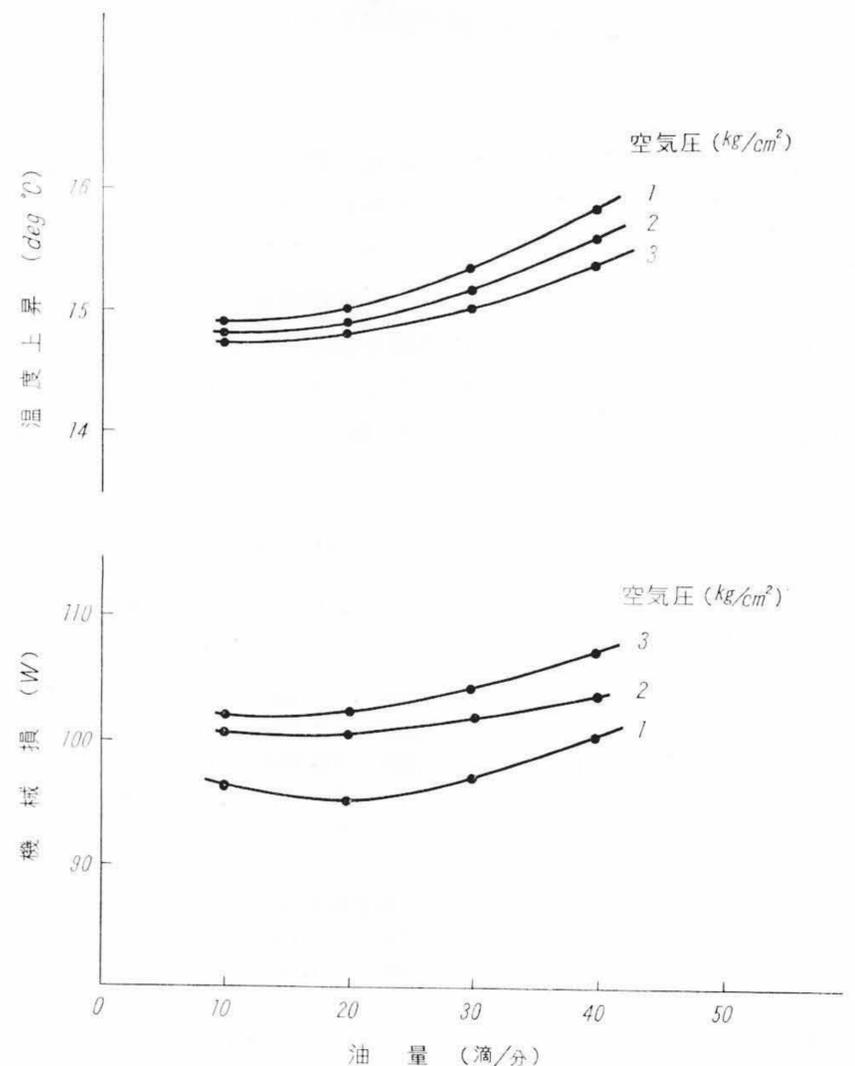


第6図 定格出力におけるすべり

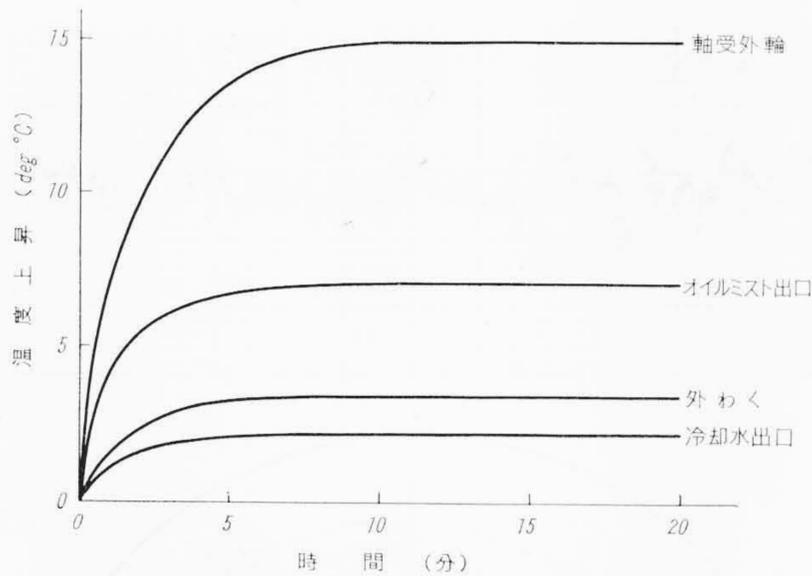
よび鉄損が大きいので効率はまだ良くないものと考えられているが、第1表のモートルの場合、 $52,200 \text{ rpm}$  で  $74\%$ 、 $137,000 \text{ rpm}$  で  $42.8\%$  程度となっている。電気的特性のうち、砥石軸として問題になるのは、砥石切込による回転数の低下であるが、第6図のように定格出力におけるすべりは各回転数において  $5\%$  以下で、ベルト駆動、エアタービン駆動などに比べ、速度変動率が小さく、良好な仕上面を得ることができる。なお瞬時最大出力は  $200 \sim 300\%$  程度となっているので、荒研削などの場合、短時間の過負荷に十分耐える能力を持っている。

## 4. 軸 受 潤 滑 条 件

軸受のオイルミスト潤滑については、二三の報告<sup>(1)</sup>があるが、最高回転数における  $d_{mn}$  値は  $200 \times 10^4$  近くにおよびその潤滑が大きな問題となるので、潤滑油の種類、空気の圧力、油量について詳細な実験を行ない最適潤滑条件を決めている。第1表のモートルについて行なった



第7図 潤滑条件と機械損および軸受外輪温度上昇 (137,000 rpm)



第8図 温度上昇曲線 (137,000 rpm)

実験の一部を第7図に示す。このようにしてそれぞれの軸受に対し最適の潤滑を行なっている。

### 5. 温度上昇

第1表のモーターの温度上昇は第8図に示すように、

- (1) 冷却が効果的に行なわれているので、最高回転数においても外わくで4.5°C、軸受外輪で最高15°C程度である。
- (2) 運転開始後5~10分で一定値に達する。

したがってモーターの温度変化により、製品精度が変わるおそれはほとんどない。

この種の高周波モーターの運転に際し、冷却水、オイルミスト用圧縮空気、潤滑油の供給が止ることは重大な支障となるので、圧力リレー(水、空気)、油面リレーなどにより保護しなければならない。万一水、空気、油が止まった場合を考慮どの程度運転を続けることができるか実験により確かめた。その結果

- (1) 水を止めると温度上昇が増すが、軸受の潤滑には直接影響が少ないので比較的長時間運転できる。
- (2) 油を止めてもオイルミストの通路などに残っている油により不十分ながら潤滑が行なわれるので短時間の運転は可能である。
- (3) 空気を止めると同時に油も止まるので潤滑が行なわれなくなり短時間で危険な状態となる。

など明らかになった。各回転数における状況を第2表に示す。

### 6. 研削性能

この種の高周波モーターの使用目的である超高速砥石軸としての性能を確認するため、下記により研削試験を行なった。

- (1) 使用機械 ベルト駆動式万能研削盤の砥石軸を取りはず

第2表 水、油および空気を止めた場合の使用限度

回転数 (rpm)	137,000	104,000	68,700	52,200
条件				
水を止めた場合	3分以内の運転可能	8分以内の運転可能	30分以内の運転可能	60分以内の運転可能
油を止めた場合	1分で危険な状態となる	8分以内の運転可能	10分以内の運転可能	10分以内の運転可能
空気を止めた場合	30秒で危険な状態となる	3分以内の運転可能	5分以内の運転可能	5分以内の運転可能

し第1表のモーターを取り付けた。

- (2) 加工物材質 (a) SUJ<sub>2</sub> (軸受鋼 JIS-G 4805)  
(b) SKD<sub>1</sub> (工具鋼 JIS-G 4407)

- (3) 砥石 H 100J mV

- (4) 試験項目

- (a) 真円度 (測定器 TARYROND)
- (b) 面荒さ (測定器 {プロフィロメータ} TARY SARF 3形)
- (c) 所要動力 (測定器 熱電対形高周波電力計)

上記試験と並行して、A社製治具研削盤(高周波モーター)およびB社製内面研削盤(ベルト駆動)を用い、ほぼ同一条件で研削試験を行ない性能を比較した。

研削条件は下記のとおりであって、荒研削終了後、ドレッシング

- (1) 砥石周速 700~2,100 m/min
- (2) 加工物の表面速度 5~10 m/min
- (3) 砥石切込み量 荒研削 0.02 mm, 仕上げ研削 0.01 mm
- (4) テーブル送り速度 100 mm/min, 200 mm/min

を行ない、引き続き仕上げ研削を行なった。切込みを0にしてからスパークアウトとなるまでのテーブル送り回数は4~5回であった。材質、寸法、研削条件の異なる多数の材料について行なった試験結果の一部を第3表、第9,10図に示す。それぞれの条件における仕上り精度は、真円度1μ前後、面荒さ0.1μ前後であって、精度の点において定評あるA社製治具研削盤と同等の成績を取ることができた。

### 7. 研削抵抗と所要動力

内面研削盤砥石軸の所要動力についてはあまりデータがなく、欧米の製品の例でも第4表のようになかなか大幅の開きがある。研削作業に際してモーターの出力が不足した場合、作業に支障があることは言うまでもないが、出力を必要以上に大きくすると、軸受も大きくなり  $d_m n$  値がいたずらに増して、潤滑が困難になるばかりでなく、軸受損失が増大するなど不利な面が大きくなる。したがってモーターの仕様を決める場合には、研削作業の諸条件から適正な所要動力を算出し、それによりモーターの定格出力を決めなければならない。

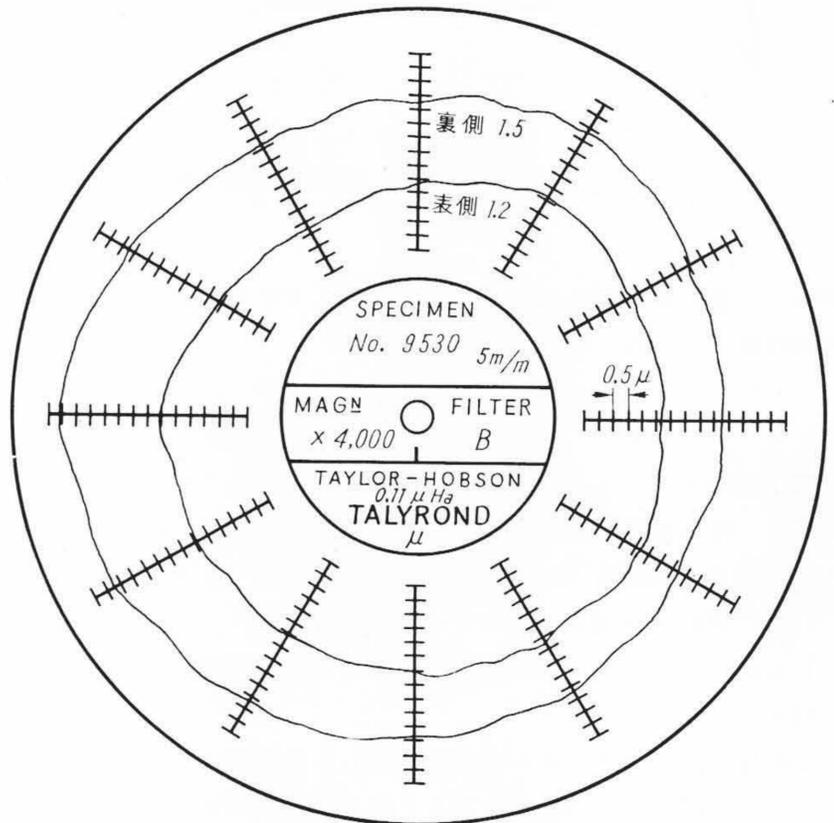
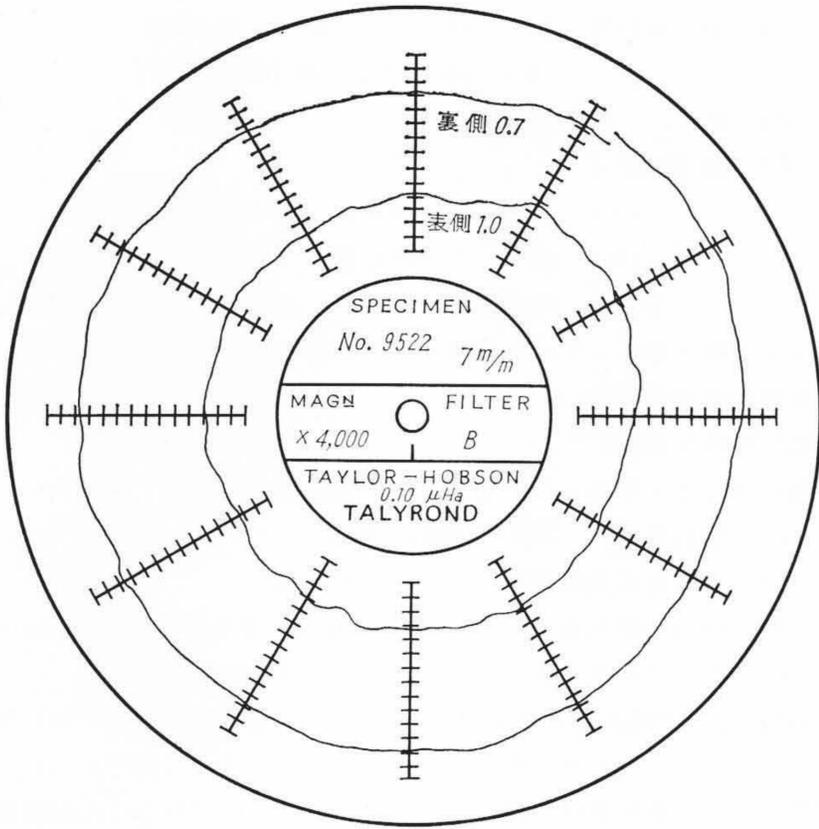
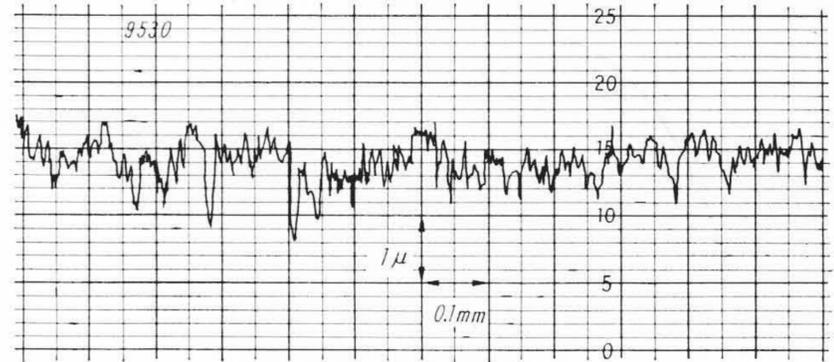
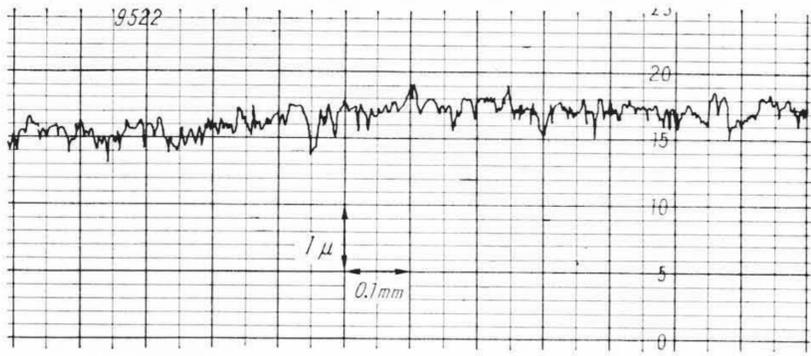
#### 7.1 研削抵抗と所要動力

研削抵抗の理論については多くの論文が発表されているが、本稿

第3表 研削条件および研削面の精度

番号 No.	使用機械	研削条件								研削面の精度			
		加工物寸法 (mm)	砥石寸法 (mm)	砥石回転数 ( $\times 10^4$ rpm)	砥石研削速度 (m/min)	加工物回転数 (rpm)	加工物の表面速度 (m/min)	テーブル送り速度 (mm/min)	テーブル送り量 (mm/rev)	材質 SKD <sub>1</sub> (硬度HRC 63~64)			
										真円度 (μ)			面荒さ* Ha (μ)
										表側	中央	裏側	
1	{第1表のモーター}	14φ×12	10.2φ×10	5.22	1,670	120	5.27	200	1.67	1.0	1.0	1.5	0.01
2	{第1表のモーター}	11φ×10	8φ×10	6.87	1,730	190	6.56	200	1.05	1.0	—	0.7	0.09
3	{第1表のモーター}	7φ×7	5φ×8	10.40	1,630	300	6.60	200	0.666	1.0	—	0.7	0.10
4	{第1表のモーター}	6φ×5	4φ×7	13.7	1,745	300	5.65	200	0.333	1.2	—	1.5	0.11
5	A社製(高周波モーター)	11φ×12	7.2φ×10	6.30	1,430	300	10.35	200	0.666	0.8	—	0.7	0.10
6	B社製(ベルトかけ)	15φ×12	11.5φ×10	4.00	1,440	120	5.65	200	1.67	1.7	2.0	2.0	0.20

\* 面荒さ Ha(μ) はプロフィロメーターによる測定値



(1) 研削条件 第3表 No. 3  
(2) 加工物材質 SKD<sub>1</sub>

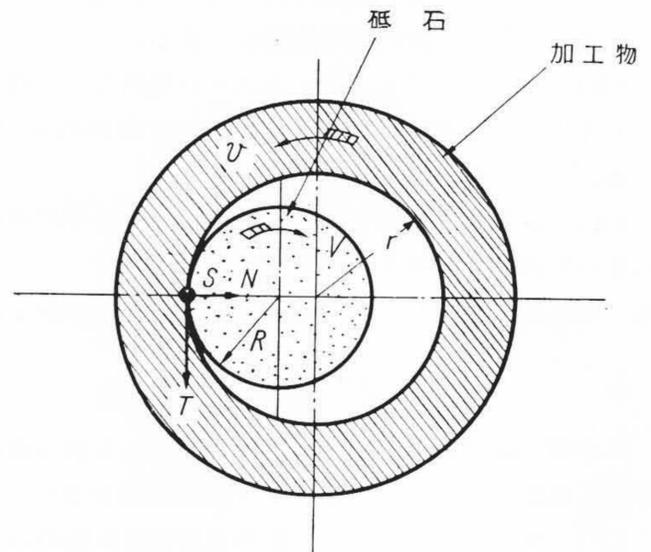
第9図 真円度および面荒さ

(1) 研削条件 第3表 No. 4  
(2) 加工物材質 SKD<sub>1</sub>

第10図 真円度および面荒さ

第4表 各種砥石軸用高周波モータの仕様

No.	メーカー	機種	形式	モータの仕様				電源
				出力 (kW)	回転数 (rpm)	電圧 (V)	周波数 (c/s)	
1	Fortuna (ドイツ)	内面研削盤	SIP III	0.4/0.3	120,000/90,000	145/110	2,000/1,500	回転界磁形高周波発電機
2	Heald (アメリカ)	内面研削盤	#180	0.415~0.25	100,000~60,000	254~153	1,666~1,500	誘導子形高周波発電機
3	Bryant (アメリカ)	内面研削盤	MODEL "B"	0.25~0.188	120,000~90,000	153~115	2,000~1,500	誘導子形高周波発電機
4	Voumord (スイス)	内面研削盤	3 AP	(1) 0.2	120,000	140	2,000	回転界磁形高周波発電機
				(2) 0.2	90,000	108	1,500	
				(3) 0.1	60,000	72	1,000	
5	Hauser (スイス)	治具研削盤	3 SM	0.075	51,000	136	850	縦続形誘導子周波数変換機
					59,000	138	950	
					63,000	148	1,050	
					67,000	163	1,150	
					75,000	175	1,250	



T: 研削抵抗の接線方向分力  
N: 研削抵抗の半径方向分力  
S: 研削抵抗の軸方向分力  
V: 砥石研削速度  
v: 加工物の表面速度  
R: 砥石半径  
r: 加工物半径

第11図 研削抵抗の記明図

では佐藤氏の式<sup>(2)</sup>によって研削抵抗を求め所要動力を計算し実測値と比較した。第11図研削抵抗の説明図において

- T: 研削抵抗の接線方向分力 (kg)
- N: 研削抵抗の半径方向分力 (kg)
- S: 研削抵抗の軸方向分力 (kg)

とすると,

$$T = \frac{\pi}{4} \cdot \sigma \cdot \frac{Rf}{w^2} \cdot \frac{\delta^2}{(\alpha + \delta)} \left\{ 2\Delta - \frac{R(r+R)}{r} \cdot \frac{\delta^2}{3} \right\}^2 \sin \phi \dots\dots\dots (1)$$

$$N = \sigma \cdot \frac{Rf}{w^2} \cdot \frac{\delta^2}{(\alpha + \delta)} \left\{ 2\Delta - \frac{R(r+R)}{r} \cdot \frac{\delta^2}{3} \right\}^2 \tan \phi \cdot \sin \phi \dots\dots\dots (2)$$

( $S \ll T, N$  であるから省略する)。

$$\sigma = \frac{\beta}{(\bar{g})^{1.24}}$$

$$\bar{g} = \frac{\delta}{\alpha + \delta} \left( 2\Delta - \frac{R(r+R)}{r} \cdot \frac{\delta^2}{3} \right)$$

$$\alpha = \sqrt{\frac{r}{R(r+R)} \cdot 2\Delta}$$

$$\delta = \frac{a}{2R} \cdot \frac{v}{V}$$

ここに  $\sigma$  : 比研削抵抗 (kg/mm<sup>2</sup>)  
 $\bar{g}$  : 平均切込み深さ (mm)  
 $R$  : 砥石半径 (mm)  
 $r$  : 加工物半径 (mm)  
 $f$  : テーブル送り量 (mm/rev)  
 $V$  : 砥石研削速度 (m/min)  
 $v$  : 加工物表面速度 (m/min)  
 $a$  : 連続切刃間隔<sup>(3)</sup> (mm)  
 $w$  : 平均切刃間隔<sup>(3)</sup> (mm)  
 $\Delta$  : 砥石の切込み量 (mm)  
 $\phi$  : 砥石切刃の負の平均すくい角<sup>(3)</sup> (°)  
 $\beta$  : 加工物の材質による定数 SF54 で  $42 \times 10^3$ , ほぼ引張り強さに比例

(1), (2)式において他の条件を一定とし,  $V, v, \Delta, f$  が変わった場合は,

$$T \propto V^{-0.76} \quad N \propto V^{-0.76} \dots\dots\dots (3)$$

$$T \propto v^{0.76} \quad N \propto v^{0.76} \dots\dots\dots (4)$$

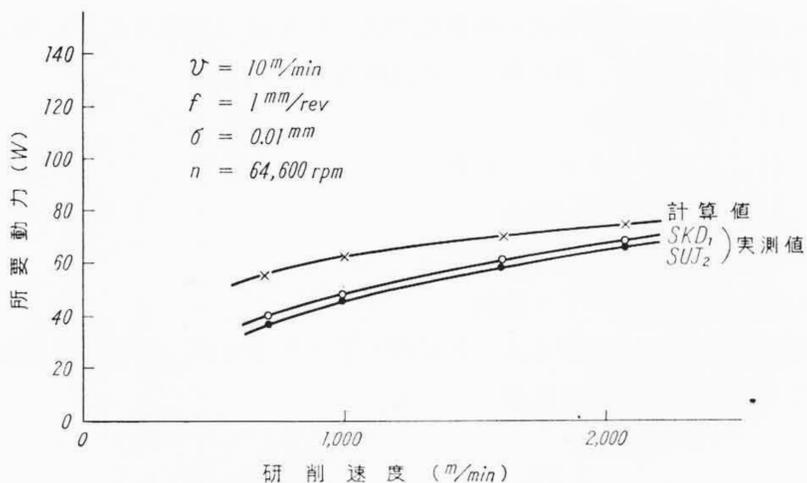
$$T \propto \Delta^{0.88} \quad N \propto \Delta^{0.88} \dots\dots\dots (5)$$

$$T \propto f \quad N \propto f \dots\dots\dots (6)$$

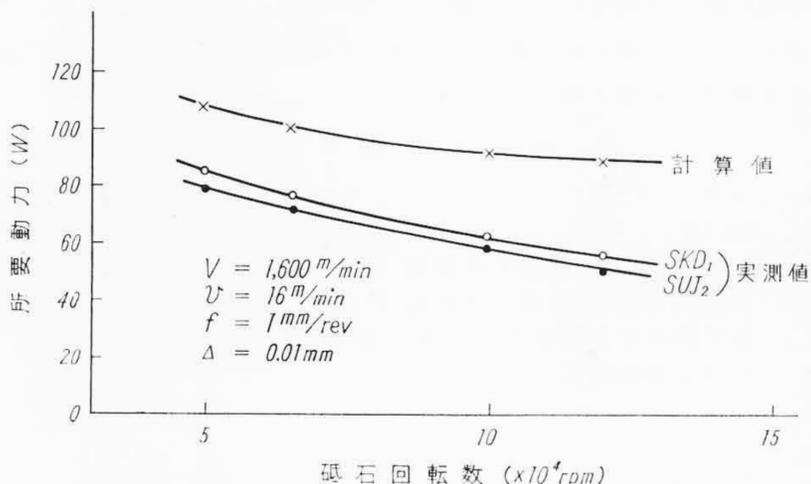
となる。

内面研削作業における研削条件は一般に下記の程度である。

- (1) 砥石周速  $V = 600 \sim 1,800$  (m/min)
- (2) 加工物の表面速度  $v = 6 \sim 18$  (m/min) ( $v \doteq \frac{1}{100} V$ )
- (3) 切込み量  $\Delta = 0.0025 \sim 0.05$  (mm)
- (4) テーブル送り速度  $v_f = 0.2 \sim 2$  (m/min)
- (5) テーブル送り量  $f = 0.2 \sim 5$  (mm/rev)



第12図 研削条件を一定とした場合の研削速度と研削動力の関係



第13図 研削条件を一定とした場合の砥石回転数と研削動力の関係

$$(6) \frac{\text{加工物内径}}{\text{砥石外径}} \doteq 1.3 \sim 1.5$$

$$(7) \frac{\text{砥石幅}}{\text{砥石外径}} \doteq 1 \sim 0.5 \text{ (砥石外径 } 15\phi \text{ 以下)}$$

6項の研削試験の各条件について, (1)式により  $T$  を求めつぎに  
 負荷トルク  $\tau = R \cdot T \times 10^{-3}$  (kg·m).....(7)

$$\text{所要動力 } P = 9.8 \frac{2\pi}{60} \tau \cdot n \text{ (W) } \dots\dots\dots (8)$$

ここに  $n$  : 回転数 (rpm)

(8)式により所要動力を求め実測値と比較したものを第12,13図に示す。計算値と実測値が相違しているのは条件が下記のように違っていることおよび, 砥石に働く研削抵抗の半径方向分力によりと石軸がたわみ実際の切り込みが, 与えられた切り込みより減少することなどによるものと考えられる。

計 算 実 験

- (1) 砥石 A-60 L V H-100 J V  
( $a, w, \phi$  は A-60 L V の値を使用)
- (2) 加工物材質 SF54 SUJ<sub>2</sub> SKD<sub>1</sub>  
( $\beta$  を SF54 の 2 倍とした)。

7.2 モートルの回転数範囲と所要動力

内面研削盤の砥石軸は, 加工物内径および砥石外径の変化に応じて, 適当な研削速度となるよう回転数を加減する必要がある。その方法として,

- (1) 2~4段の周波数を発生する電源により, 各周波数に相当した複数個のモートルを運転する方法 (例, 第4表 Vomard)
- (2) 2段以上の周波数を発生する電源により, 1台のモートルを運転する方法 (例, 第4表 Fortuna, Hauser)
- (3) 無段階の周波数を発生する電源により, 1台のモートルで無段変速する方法 (例, 第4表 Heald, Bryant)

性能上は無段階変速のものが望ましいことは明らかであるが, 経済的な面も考慮すれば, 2~4段で十分のようである。

つぎに1台のモートルの分担する回転数の範囲は,

- (1) 作業の面からはなるべく広範囲のものが望ましい。
- (2) 研削作業の所要動力は低速になるほど大きくなるが, モートルの出力は高速になるほど大きくしやすい。
- (3) 高速回転に対して  $d_m n$  値の関係で寸法の小さい軸受を使わなければならないが, その軸受では低速側における負荷容量が不足する。
- (4) 高速回転の砥石は小さいのでモートル軸は細くてもよいが, 低速になるに従い大きい砥石となりモートル軸に取り付かなくなる。

などの諸条件を考慮すれば 1:1.5 程度が適当である。

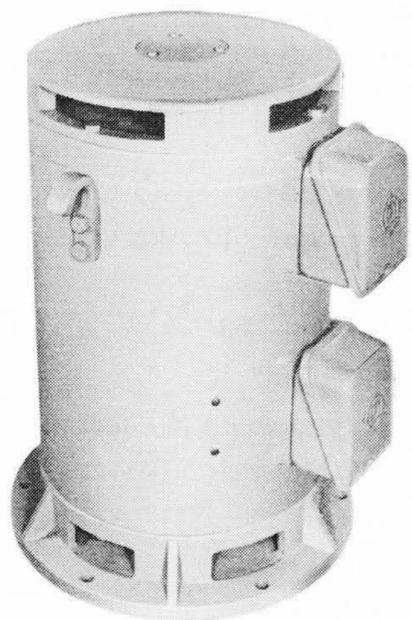
以上を総合し一般に行なわれている研削条件から各回転数における所要動力を求めると第5表のような関係となる。 $V, v, f, \Delta$  の値が異なる場合は, (3)~(6)式により修正すれば容易に所要動力を求めることができる。

このように砥石軸用のモートルは, 速度範囲 1:1.5 程度において,

第5表 回転数と所要動力の関係

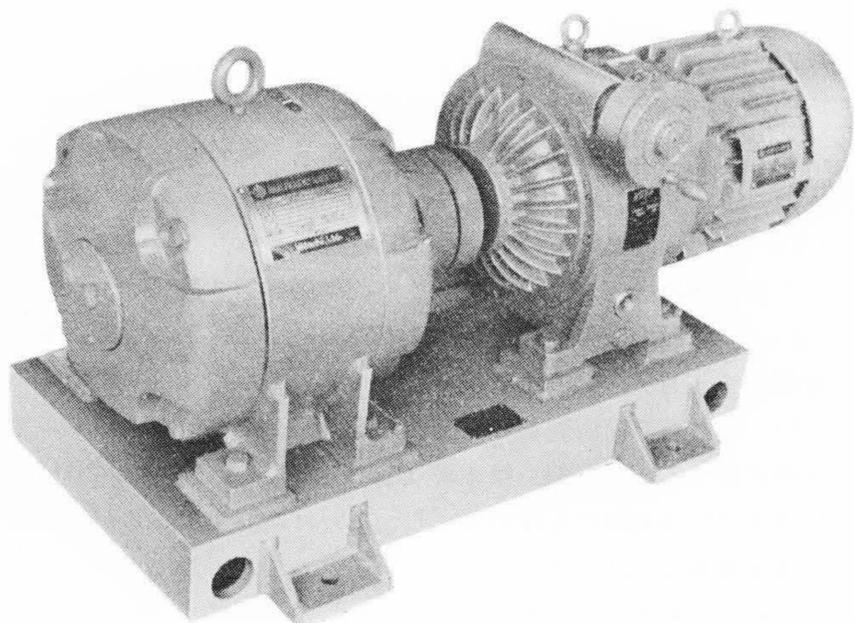
砥石回転数 (×10 <sup>4</sup> rpm)	砥石研削速度 (m/min)	砥石外径 (mm)	加工物内径 (mm)	加工物表面速度 (m/min)	テーブル送り量 (mm/rev)	切り込み量 (mm)	所要電力 (W)
2~4	1,800	28.6~14.3	40.6~20.3	18	3.0	0.02	975
4~6	1,800	14.3~9.5	20.3~13.5	18	1.5	0.15	365
6~9	1,800	9.5~6.35	13.5~9.05	18	0.8	0.015	190
9~12	1,800	6.35~4.77	9.05~6.8	18	0.6	0.01	100
12~15	1,800	4.77~3.82	6.8~5.45	18	0.4	0.005	50

計算条件 (1) 砥石 WA60L したがって  $a = 6.5$  mm  $w = 0.27$  mm とした。  
 (2) 加工物の引張り強さを SF55 の 2 倍と仮定し  $\beta = 84 \times 10^3$  とした。



相 数 2  
容 量 (kVA) 0.5  
周波数 (c/s) 2,280/1,735/1,145/870

第 14 図 立形誘導子形高周波発電機の外観



相 数 3  
容 量 (kVA) 0.6  
周波数 (c/s) 1,667~1,000

第 15 図 直結形誘導子形高周波発電機の外観

一定出力のものが必要となるが、電源の電圧と周波数が比例する場合(第 4 表 Heald, Bryant など)、回転数に対して定トルク特性となりぐあいが悪いので、日立製作所では電圧 $\propto\sqrt{\text{周波数}}$ とすることにより、ほぼ定出力となるよう考慮している。

### 8. 電 源

500~2,500 c/s 程度の高周波電源としては、回転界磁形高周波発電機(例, Fortuna, Vomard) 誘導子形高周波発電機(例, Heald, Bryant) 縦続形誘導周波数変換機(例, Hauser) などの回転機と、電子管発振器, SCRインバータなどの静止器がある。電気的特性, 寸法, 所要床面積, 価格, 信頼性などそれぞれ一長一短があるが、現在のところ価格と信頼性の面で有利な誘導子形高周波発電機が多く使われている。なお電源の相数には 2 相のものと 3 相のものがある。小容量の場合 2 相式の方が電源が小形にまとまる点有利であるが、モートル自体の特性, 寸法上の差はほとんどない。

第 6 表 砥石軸駆動方式の比較

	長 所	短 所
1. ベルト駆動	(1) 簡便である。 (2) 比較的安価。	(1) あまり回転数を上げることができない。一般には 50,000 rpm 程度で、それには 100,000 rpm もあるが実用的でない。 (2) ベルト張力により軸受寿命が短い。 (3) 機構が複雑となる。二段増速の場合その傾向が大きい。 (4) 振動が発生しやすく、仕上面の精度に悪影響がある。 (5) ベルトのすべりによる速度変動が生じる。
2. コンタクトローラ	(1) 3 個のプーリ軸に取り付けられたフランジにより砥石軸をささえながらフランジ径と軸径の比だけ増速しているため、プーリ軸は低速でよい。 (2) プーリ軸によりケーシング内の油を霧状にし軸受の潤滑を行なっているため付属装置が不用。	(1) 機構が複雑である。 (2) フランジ砥石軸は高速度の回転接触を行なっているため摩擦の点に問題がある。
3. エアタービン	(1) 構造が簡単で配管も容易である。 (2) 無段変速が容易にできる。 (3) タービン用の空気とオイルミスト用空気を共用できる。	(1) 負荷による速度変動率が大きい。 (2) 空気の消費量が大きく大形のコンプレッサを要し総合効率が悪い。 (3) 排気音が大きく作業者に不快感を与える。
4. オイルタービン	実例が少なく長所, 短所が明らかでない。	
5. 高周波モートル	(1) 必要な出力, 回転数のものを製作することができる。 (2) 砥石軸部分が小形軽量で、研削盤本体の設計, 製作が容易となる。 (3) 負荷による速度変動率が小さいので良好なる研削面を得ることができる。 (4) 振動が小さく仕上面の精度が良い。 (5) 操作が容易で静粛な運転ができる。	(1) 高周波電源を必要とし、オイルミスト, 冷却水の配管を必要とするから、設備費が若干かさむ。

第 14, 15 図は日立製作所で製作した誘導子形高周波発電機の外観写真である。

### 9. 他方式との比較

超高速内面研削盤の砥石軸駆動方式としてはつぎの方式としてはつぎの方式があり、第 6 表にその比較を示す。

- (1) ベルト駆動
- (2) コンタクトローラ駆動<sup>(4)</sup>
- (3) エアタービン駆動
- (4) オイルタービン駆動
- (5) 高周波モートル駆動

高周波モートル駆動方式は設備費が若干かさむが、他方式に比較して高精度の研削加工に適している。

### 10. 結 言

超高速内面研削盤砥石軸用高周波モートルと、その使用上の問題点の概要を紹介したが、高周波モートルは他の駆動方式に比べ多くの長所を持っている。これを採用することにより内面研削盤, 治具研削盤の機能が向上し、小径軸受, 燃料噴射ノズル, プレス型, ダイキャスト型, モールド型, および治工具類の精密加工に大いに威力を発揮するものと考えられる。

### 参 考 文 献

- (1) 可児: NTNベアリングエンジニア 第 4 巻第 3 号 P494 (昭 29. 12)
- (2) 精機学会編: 精密工作便覧 P407 (昭 33 コロナ社)
- (3) 精機学会編: 精密工作便覧 P391, 407 (昭 33 コロナ社)
- (4) 軸受潤滑便覧編集委員会編: 軸受潤滑便覧 P734 (昭 36, 日刊工業新聞社)