

日立 900 mm ホブ盤 について

900mm Hobbing Machine

久保寺 武夫*
Takeo Kubodera

内 容 梗 概

本機は通産省試作助成金の交付をうけて製作された最新鋭のホブ盤であるが、特に次のような点に留意している。

- (1) 高精度の歯車を高速重切削で加工しうるよう、強固な構造にした。
- (2) 操作を簡易化するため電気油圧による操作方式を用い、操作の集中化と簡易化を計った。
- (3) 各種の用途を満足しうるよう、種々の特別付属装置を備えた。

このような考え方にしたがって製作した本機は、割出精度・切削能力などに関して所期の成果をあげたのでその概略について記述する。

1. 緒 言

従来高精度・高能率の中型ホブ盤は、その大部分を輸入にまっていた状況である。これは国内に有力なホブ盤メーカーが少なかったことに起因する。有力なメーカーが少なかった理由は、ホブ盤に使用する高精度の親ウオームおよび親ウオーム歯車、長い高精度の送りネジなどの製作が優秀な親マシン、測定器およびきわめて熟練度の高い作業者の技術に依存せざるを得なかつたからである。幸い日立製作所は上記特殊部品の加工に適した優秀な設備と技術を有しているので、これを生かして 1,500 mm テーブル移動型ホブ盤、4,000mm ライネツカ型ホブ盤などの製作を行ってきたが、さらに昭和31年度には 800 mm コラム移動型ホブ盤第1号機を完成した（日立評論 Vol. 38 No. 10 に発表）。

このような各種の実績から国内ホブ盤メーカーとしての地位が認められ、昭和32年度には中型ホブ盤の輸入防遏を計るため通産省より試作助成金の交付をうけ、最新鋭の 900mm ホブ盤を完成し通産省の審査も好評のうちに終った。ここに本機の性能について説明する。

第1図に本機の側面外観写真を示す。

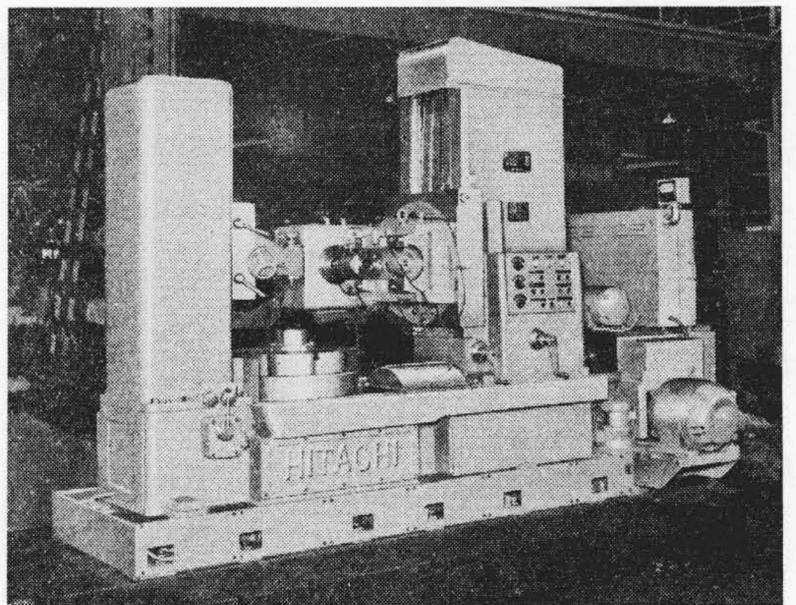
2. 設計製作に当つての考え方

ホブ盤をその用途から大別すると次の三種に分けられる。

- (1) 自動車工場向のように量産を主体とし、比較的小型で生産能率に重点を置いたホブ盤。
- (2) タービン減速歯車用ホブ盤のように精度を第一義に考えるホブ盤。
- (3) 一般産業用で多種小量生産向で切削能力も精度も相当程度要求されるホブ盤。

今回製作した 900mm ホブ盤はその大きさおよび性能

* 日立製作所川崎工場



第1図 900 mm ホブ盤

からいつて、上記(3)の範疇に属するものである。

- (1) に属する歯車は大略その大きさが外径 300 mm 以下で、これらの歯車は現在主としてシェービング加工前の荒仕上を行う場合が多く、このためホブ盤に対する要求も「もちろん精度は良くないと困るが、それよりも切削性能がきわめて良く取り扱いが容易で自動サイクル・自動ホブシフトなど各部の機構をできるだけ自動化したホブ盤」であることを必要とする。
- (2) のホブ盤は大体 2m 以上 5m 級の大型ホブ盤で、タービン減速歯車にかかる高荷重を支障なく伝達するための非常に高精度な歯車を加工するもので、これには世界的なホブ盤の BSS 規格（英国規格）があつてほとんどこれに準拠して製作されている。

以上(1)、(2)のホブ盤がほぼその使用目的を一定しているのに対して、今回製作した 900mm 級の中型ホブ盤ではきわめて多種多様の歯車を同一機械で加工する場合が多く、したがって次のような点が要求される。

- (a) 歯車の大きさが比較的大きいから歯切後シェービングあるいは研削加工をする例が少なく、歯切のま

まで使う場合が多い。したがってホブ盤は最終仕上に用いられるから要求される精度が高い。

(b) 比較的大きいモジュールで大直径の歯車を切削する場合が多いから振動が出やすい。このため各部の剛性・強度の大なることが要求される。

(c) ホブ盤はほかの工作機械に比較して機械操作が比較的複雑であるから、操作を集中化し、かつ簡易化し、作業の容易なことが望まれる。

(d) 用途が汎用的であるから種々な特別付属品に対する要求が多い。

本機はこのような要求を満足すべく設計製作されており特長を上記項目にしたがって説明すると次のとおりである。

2.1 精度向上について

ホブ盤における被加工歯車の精度は直接親ウーム歯車の精度の影響を受けるので、その精度向上には十分な注意を払っている。すなわち同一ピッチ誤差の親ウーム歯車であれば径の大きいほど割出精度は有利であるから、本機は親ウーム歯車の径を大きく取つてある。加工しうる歯車の最大径に対する比率は80%であり、これはBSSのタービン減速歯車用ホブ盤規格と同一である。なお各社ホブ盤との比較を第2図に示す。またこの精度を維持するため材質の組合せも磷青銅-渗炭鋼とし、バラクラッシュも複リード方式により当りを変化させずに調整可能である。

親ウーム歯車の取り付くテーブル主軸軸受の構造の概略は第3図に示すとおり回転精度は平軸受で保持し、切削力は平坦なスベリ面で受けるようにしてある。

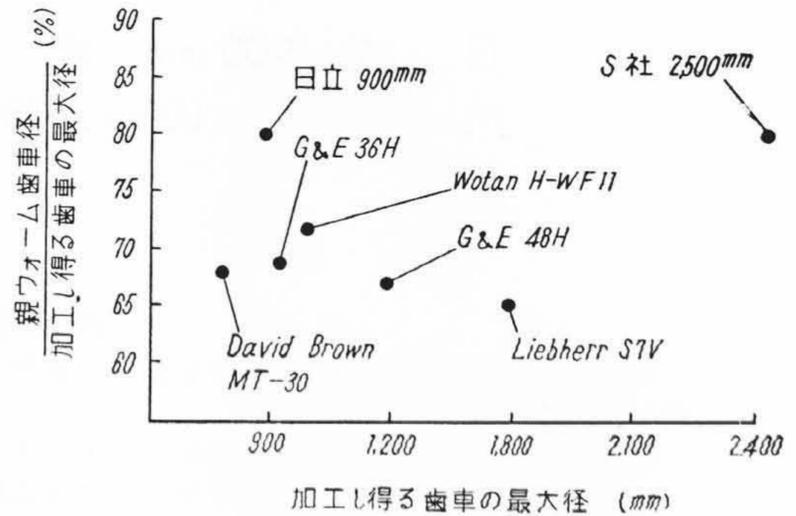
次にホブ軸であるが、この偏心運動は被削歯車の歯型誤差に直接影響するので高精度が要求される。しかも長時間使用後の摩耗に対処できるように容易に遊隙を調整できる必要がある。第4図にホブ軸軸受の構造を示す。

2.2 高速重切削について

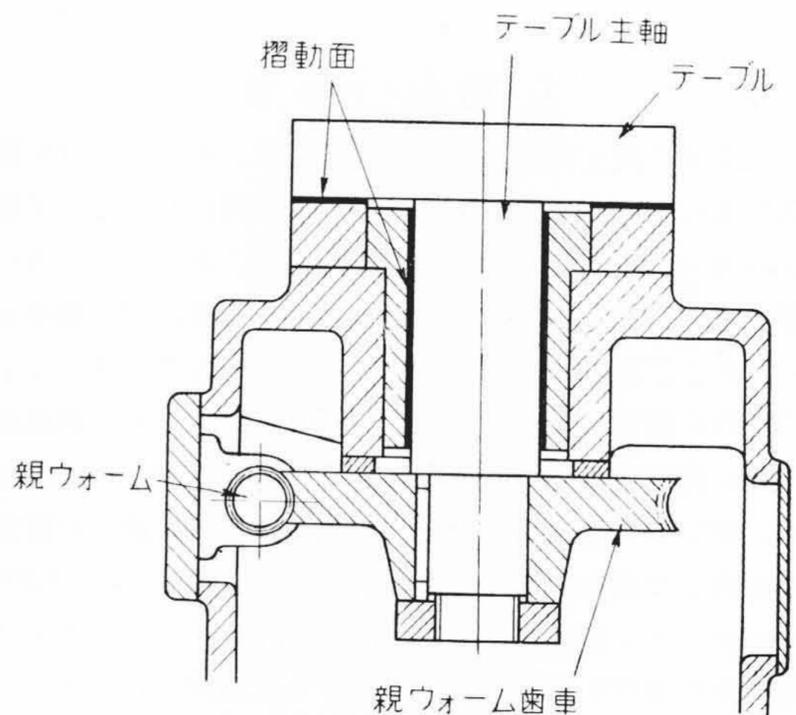
強力切削を可能にするため各部の形状・肉厚・リブのとり方などに十分注意し、特にコラム・ベッドは箱型として、摺動面は角型のナローガイドを使用している。

なおホブ切削は断続切削になるのでホブ駆動系統の軸を太くし、軸の振れによる振動防止を計っている。

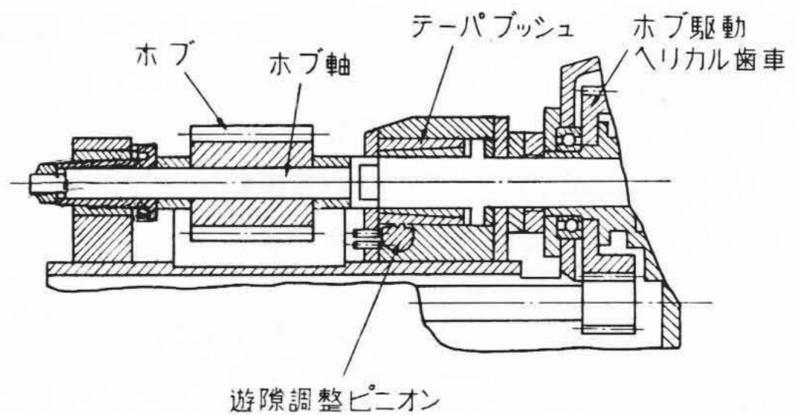
また第1表に示すようにすくい角付ホブにより常時80m/min程度の高速切削が可能のようにホブ軸最高回転数を300rpmとした。この高速化に対処するため軸受・すべり面・歯車噛合部などの潤滑は強制給油を行い、なおプレナムタル部には圧力の高い潤滑油を供給して万全を期している。



第2図 加工しうる歯車の最大径に対する親ウーム歯車径の比率



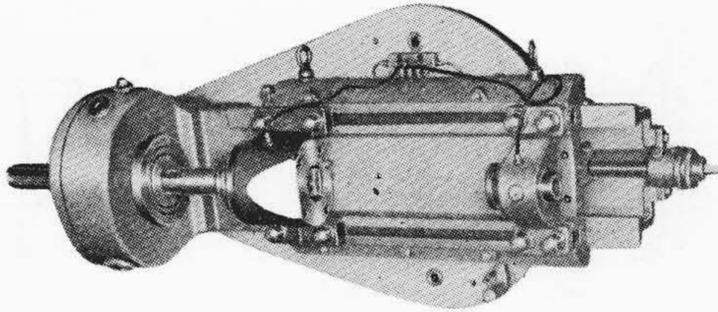
第3図 テーブル主軸軸受構造



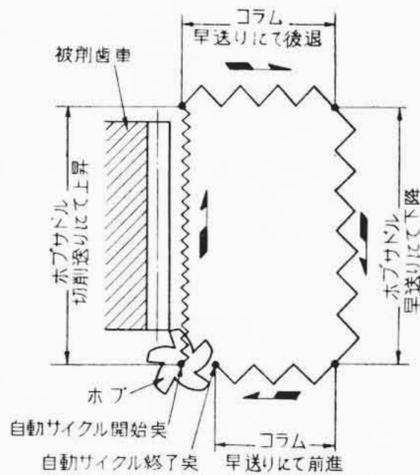
第4図 ホブ軸軸受の構造

第1表 すくい角付ホブによる切削例

種類	モジュール	歯数	硬度	材質	切込回数	切込量	送り	ホブ径	ホブ回転数	切削速度	削り方向
ヘリカル	5.5	60	RC20	SH100	2	荒11.5 仕0.5	1.33	115	228	82	クライム
スパー	8	14	RC22	SH100	3	荒13 中4 仕0.6	1.5	125	176	69	クライム
スパー	3	49	RC22	SF55	1	6.6	1.5	80	300	75	クライム



第5図 タンゼンシャルフィード装置



第6図 自動サイクル時のホブ軌跡

2.3 操作性について

操作を簡易化するため電気—油圧方式を用いて操作の集中化を計っている。これによりコラム側面に設けられた電気操作盤上の押ボタン・セレクタスイッチで、各電動機の起動、停止、送り方向、送り速さの切り換えが行え、さらにコラムのベッドに対する緊定、送り速さに対する送りネジのバックラッシの調整もセレクタスイッチの切り換えに連動して行える。

なお運転時の安全性を確保するため関連機構にはインターロックを掛けてある。たとえばバーチカルとラジアル送りおよび、早送りと切削送りが同時に掛らぬように油圧シリンダの動きにインターロックを掛けてある。

2.4 特別付属装置について

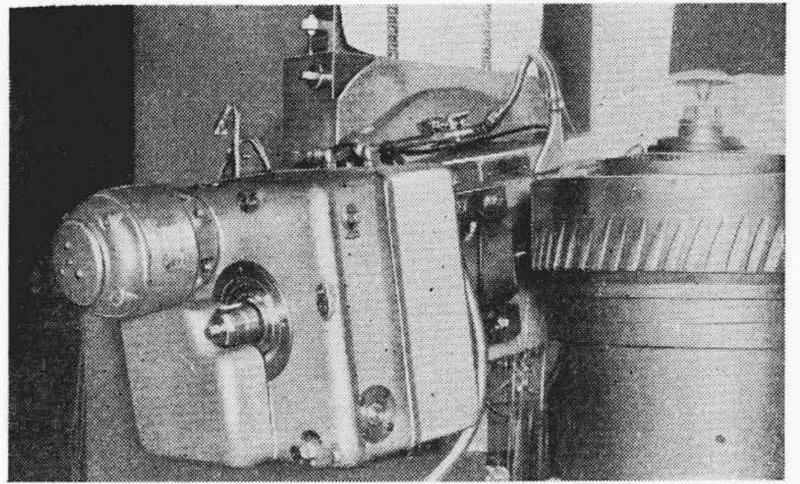
(1) 第5図はタンゼンシャルフィード装置を示す。本装置によりテーパホブあるいはフライツールによるウォーム歯車の切削ができる。

(2) 同一寸法の歯車を多量生産する場合、ドックの位置決めを行つておくことにより切削完了後セレクタスイッチを切り換えずに、ホブを最初の切削位置までもどすことができる自動サイクル装置を備えている。第6図はこの動きを示した線図である。

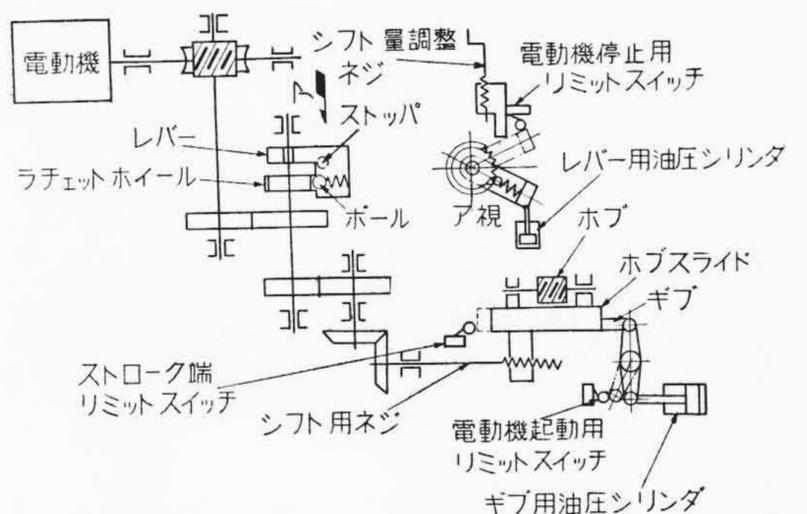
(3) 第7図はオートホブシフト装置付のカッタヘッドを示す。

これはホブの位置を軸方向にシフトしてホブの局部的摩耗を防止し、これにより被削歯車の精度を向上しようとするものである。

第8図は本装置の歯車系統図で、図に従がつて作動を



第7図 オートホブシフト装置付カッタヘッド



第8図 オートホブシフト装置歯車系統図

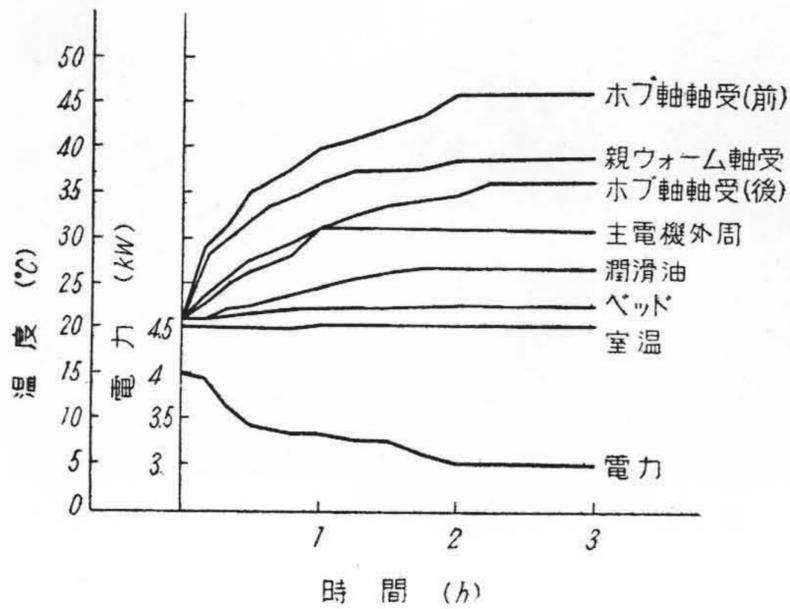
説明すると最初調整ネジにより電動機停止用リミットスイッチの位置を決める。これによりホブスライドの移動量が決まる。次にホブシフトのボタンを押せば油圧回路が切り換え油圧シリンダが作動して、ホブスライドのギブをゆるめる。ゆるみ端にてリミットスイッチが押されホブシフト用電動機が起動、ホブスライドを移動しシフトを始める。同時にラチェットホイールにボールを介して固定されたレバーが回転し、最初セットした電動機停止用リミットスイッチに当るまでシフトする。なおスイッチを押されると油圧回路が切り換えふたたびギブを締める。またレバーも油圧シリンダにより初めの位置にもどされる。上記のようなシフトを数回くり返しホブスライドがストローク端に行くとリミットスイッチを押し電動機が逆転しホブスライドがスタートの位置にもどされ、ただちに一回シフトを行つて停止する。

3. 性能について

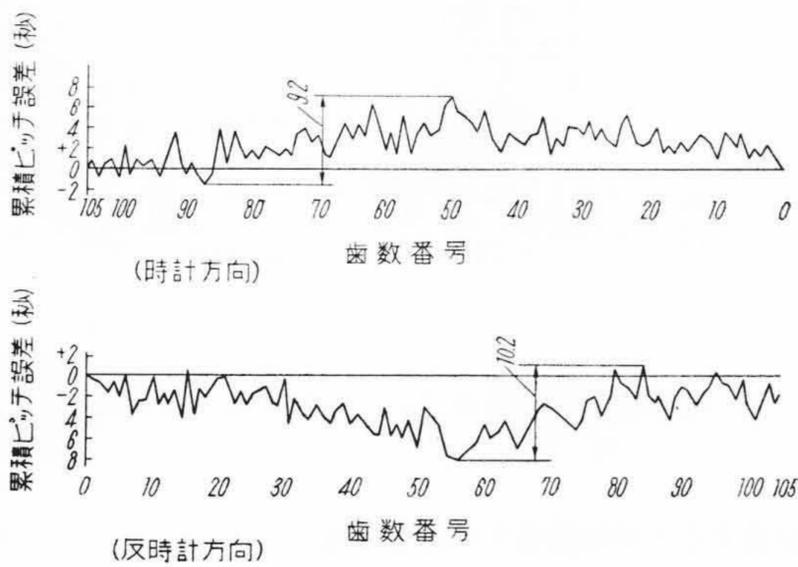
上述のような考え方によつて製作された本機の性能試験の結果について簡単に記述する。

3.1 連続運転試験

ホブ軸最高回転にて3時間連続無負荷運転を行い、各部の温度上昇および主電動機の消費電力を測定したが、



第9図 連続無負荷運転時の各部温度上昇および消費電力曲線



第10図 親ウォーム歯車割出精度

これを第9図に示す。これによれば各部の温度上昇は約2時間で飽和点に達している。

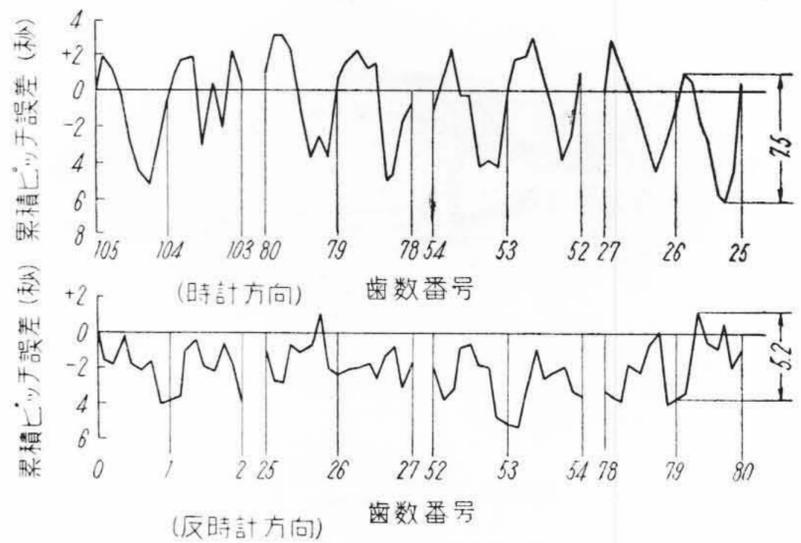
3.2 親ウォームと親ウォーム歯車の噛合精度

(1) 親ウォームと親ウォーム歯車の割出精度は、第10図のとおりである。

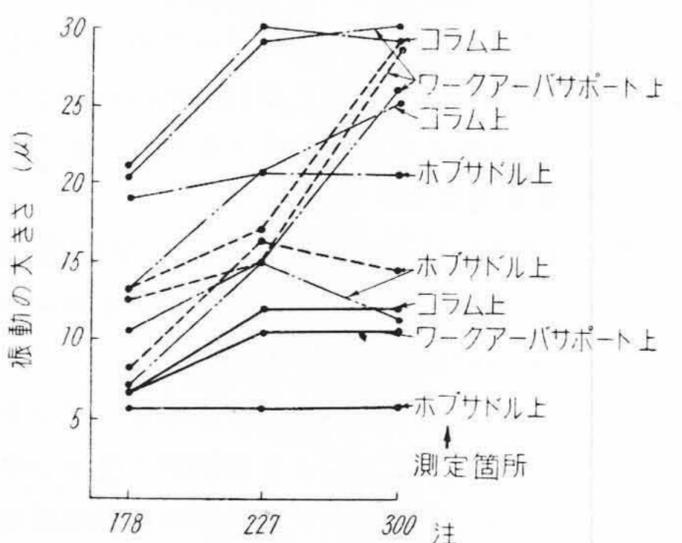
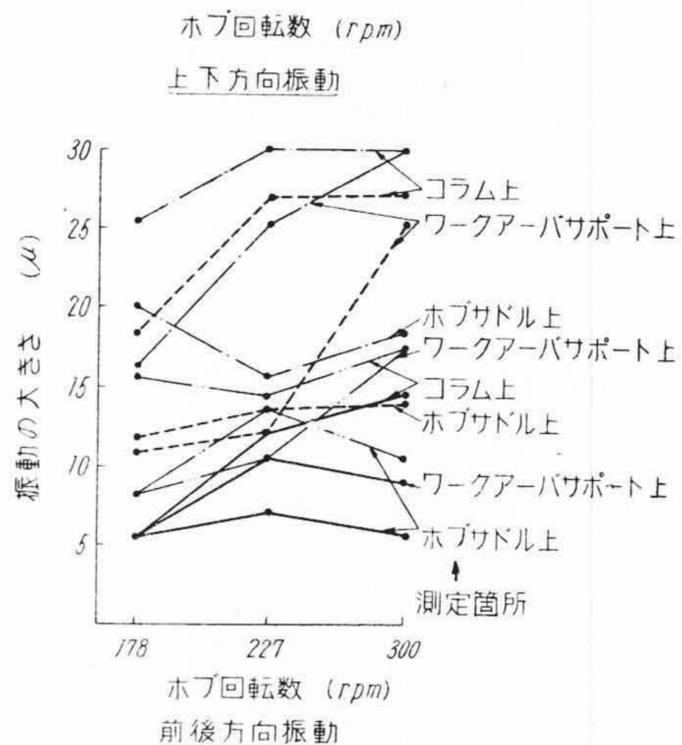
これは WILD 社製 T-3 型テオドライトにより親ウォーム一回転に対する親ウォーム歯車の回転角度を読み、角度で表わされた累積ピッチ誤差を示している。

(2) 親ウォームと親ウォーム歯車の噛合い時の循環誤差は第11図のとおりである。

これは割出精度と同様 WILD 社製 T-3 型テオドライトにより親ウォーム 1/8 回転に対する親ウォーム歯車の回転角度を読み、角度で表わされた累積ピッチ誤差を示している。この循環誤差が大きいとテーブルの遅速回転運動の原因となり、テーブルの振動、ヘリカル歯車を切削したとき歯面にアンジュレーションを起すことになる。



第11図 親ウォーム1回転に対するテーブル運動の循環誤差



注
 ホブ回転数 (rpm) — 無負荷
 — 切削送り = 0.87 mm/rev
 左右方向振動 — 切削送り = 1.33 mm/rev
 — 切削送り = 2 mm/rev

第12図 切削時と無負荷重の機械各部の振動

3.3 切削試験

下記のような諸元の歯車を切削したが切削時の振動は第12図のとおりである。切削諸元を下記に示す。

第2表 旧型ホブ盤との切削能率比較

要 目 ホブ 盤	種 類	モジュ ール	歯 数	歯 幅	硬 度	材 質	ホブ材 質	切 込 回 数	荒 削			仕 上 削 り			切削時間(min)		切削時間 比 率
									切 込	切削速度	送 り	切 込	切削速度	送 り	荒 削	仕上削	
旧 型	ヘリカル	4	112	150	RC ₂₂	SF55	SKH3	2	8.2	25.5	1.33	0.4	25.5	1	155	206	5.45
本 機	ヘリカル	4	112	150	RC ₂₂	SF55	SKH4	2	8.2	92.5	2.	0.4	92.5	1.5	38	28	1

第3表 加工歯車の精度 (モジュール3, 歯数74, 振れ角10度右, 圧力角20度)

測定値および規格		被 削 歯 車	日本歯車工業規格2級	DIN.7級
単 一 ピ ッ チ 誤 差 (法線ピッチ)	右歯面	4	12	14
	左歯面	4		
単一ピッチ誤差(円周ピッチ)		6	12	14
累 積 ピ ッ チ 誤 差 (法線ピッチ)	右歯面	14	46	50
	左歯面	7		
累積ピッチ誤差(円周ピッチ)		31	46	50

注: 単位 μ

(1) 工作物

ヘリカル歯車, モジュール=4, 歯数=112,
ピッチ円径=469.40φ, 振れ角=17度22分19秒,
振れ方向=左, 圧力角=20度, 材質=SF55,
硬度=RC22,

(2) 使用工具

口数=1, 進み角方向=左, 外径=98 mm,
材質=SKH4, すくい角=6度, 溝数=12,

(3) 切削諸元

切込=8.2mm, ホブ回転数=178, 227, 300 rpm,

送り=0.87, 1.33,
2 mm/rev

切削速度=55, 70, 92.5 m/min

削り方向=クライムカット,

切削油=日本工作油 TS-16,

次に第2表は旧来のホブ盤で切削した場合との能率を比較したもので, 表に示すとおり切削時間は1/5.5 と非常に短縮されている。

(4) 加工品精度

第3表は本機により加工せられた試験歯車の加工精度の一例である。表に示すとおりホブ盤で切削しうる最高の精度が得られていることがわかる。

4. 結 言

以上で本機の概要について説明したが, われわれとして一応所期の成果を得られたが, なお幾多研究改良すべき点があり今後さらに研鑽をかさねより以上のものにしたいたいと考えている。

Vol. 40

日 立 評 論

No. 5

- ◎ゲルマニウム熔解炉の0.01%自動温度制御における諸問題
- ◎機械部品の疲労度に及ぼすショットピーニングの効果
- ◎日立 FPF-2型炎光光度計
- ◎ギャ内蔵型ターボ冷凍機について
- ◎片持車軸のつりあい試験
- ◎列車冷房装置について
- ◎液圧式ディーゼル機関車のけん引力試験

- ◎車体の曲げ剛性を考慮した客電車の上下振動
- ◎特殊 FM 検波管の動作試験装置
- ◎試作カラーテレビジョン受信機
- ◎大電力パルス発生装置
- ◎低圧重合ポリエチレンの電線への応用
- ◎Cr-Mo-V 熱間ダイス鋼の熱処理および機械的性質について
- ◎正ケイ酸エステルの研究

発行所 日立評論社 東京都千代田区丸ノ内1丁目4番地 振替口座東京71824番
取次店 株式会社オーム社書店 東京都千代田区神田錦町3丁目1番地 振替口座東京20018番



最近登録された日立製作所の特許および実用新案

(その4)

(第38頁より続く)

区別	登録番号	名称	工場別	氏名	登録年月日
実用新案	470420	工業用テレビジョン装置映像器	戸塚工場	角田正夫	33. 1. 16
"	470422	パイプレーターによる交換機の交流信号装置	戸塚工場	橋本正章	"
"	470423	継電器	戸塚工場	日比正喜	"
"	470424	自動交換スイッチのカバー止具	戸塚工場	田北島村慮	"
"	470433	引出装置	戸塚工場	木大沢竜二	"
"	470434	通信機筐	戸塚工場	大菊地誠勉	"
"	470440	回路接続装置	戸塚工場	加野水洗政雄	"
"	470441	回路接続装置	戸塚工場	加野湯藤政政	"
"	468800	電線接続装置	戸塚工場	加野湯藤政政	"
"	468822	電磁開閉器の可動接触子支持装置	戸塚工場	野高瀬橋一	"
"	468823	プランジャー型電磁開閉器	戸塚工場	高梨本一	33. 1. 16
"	468825	巻上機の速度制御装置	戸塚工場	小出藤橋一	"
"	468834	電動機の自動起動装置	戸塚工場	高鬼頭国忠	32. 12. 2
"	468851	精紡機用自動掃除機の走行装置	戸塚工場	松田幸次郎	"
"	468757	継電器	戸塚工場	松田幸次郎	"
"	468760	落下型衝撃試験機の落下装置	戸塚工場	千原利丸	"
"	468768	放射状素子を有する折畳み空中線装置	戸塚工場	大友和夫	"
"	468799	電話機ダイヤルの緩衝装置	戸塚工場	山崎栄次郎	"
"	468808	空中線給電線接続箱	戸塚工場	鈴木幸治	"
"	468843	電話用ダイヤルカム	戸塚工場	伊藤虎男	"
"	468849	電話用受話補聴器	戸塚工場	伊藤忠夫	"
"	468850	電話用受話補聴器	戸塚工場	三沢竜二	"
"	468853	有極継電器	戸塚工場	朝岡保雄	"
実用新案	468767	可変抵抗管球	中央研究所	白古谷勝美	33. 12. 2
				中三村純之助	