

## 第3回工作機械見本市と国産工作機械

大阪大学工学部 津 和 秀 夫

昭和37年秋、大阪港会場で第1回的工作機械見本市が開かれた。第2回は2年後に東京で、そしてまた2年後の今年、10月15日から12日間、大阪で第3回の見本市が開催せられた。工作機械が一般の見本市から分離して、独自の開催となって3回目である。

しかし、その間の工作機械の進歩と、工作機業界の転変は大きい。この3回の見本市は、それぞれの時代を反映するものとして、それぞれに興味深い特色を持っていた。第1回は外国製工作機の全盛時代であり、第2回は工作機械業界が不況のどん底にあったときで、今回の第3回は、日本の工係機械が輸出産業としてクローズアップされたことに意義がある。

筆者は、見本市を通じて見た国産工作機械の現勢を書くのであるが、それには先づ、日本の工作機械工業について、そのたどって来た歴史を簡単に述べ、その後で特色のある数種の出品機を解説することとしたい。

### 1. 日本の工作機械工業

#### 1.1 苦難の歴史

日本に工作機械工業らしいものが興ったのは、正確には明治30年代、日露戦争以前である。しかし実際にそれが、近代的産業としての形態を整えたのは、支那事変前後であった。そして当時は兵器生産のため最重要な産業として、国家から十二分の保護を受けて急激な進歩発展を遂げた。

当時は、工作機械製造についての技術的な裏付けや経験がないために、ただやみくもに外国機のコピーを行い、形態だけの真似に終わって、その実は粗雑品を多量生産したに過ぎなかった。

そして迎えた終戦とともに、日本の工作機械工業は完全に潰滅し去った。その後は、工業界の活動停止と、莫大な戦争中の濫造工作機械の放出とによって、工作機械工業は、他の工業に比べて最も永い空白時代を経験した。

朝鮮戦争を境として、わが国の工業界が復興を見せて来たが、工作機械工業だけは最後まで取り残され、昭和30年に近付いてようやく立ち直りを見せ始めた。しかし、その時期には戦中戦後の長い空白時代の影響によって、欧米との間の技術的懸隔は甚だしいものがあつた。

この懸隔も業界の努力によって順次縮められ、現在では欧米先進国に比べて決して遜色のないまでの立ち直りを見せている。その間には、欧米の有名メーカーとの間でのいわゆる技術提携によって技術的な向上がなされたことを忘れてはならない。

とは云え、工作機械工業はこの間に決して順調な発展を遂げたわけではない。工作機械工業の持つ宿命として、景気に最も敏感で、不況によって最も大きな痛手を受けて来た。それは工作機械製造には、大きな設備投資と、熟練者の技能とが要求せられるからである。

とくに、最近数年間の長期の不況は、工作機械工業にとっては、最も激しい苦難であった。この苦悩を切り抜ける道は、一流先進国と同様に、輸出に力を入れること以外にはない。こうして、数年来輸出に力が注がれ、現在の景気好転と相いまって、わが国の工作機械工業は、その30年余りの歴史において、始めて前途に光明を見出した。

#### 1.2 光明を見出した現在

表1は最近数年のわが国工作機械生産額と、その輸入輸出額である。とくに著るしい変化は、輸入額が最近激減したことである。昭和37年500億円に近い工作機械輸入があつたのに、現在では100億余りとなった。逆に輸出は26億から100億に近付き、今年または来年中には、輸入額を越えることは確実である。ここに日本工作機械は、その未来に光明を見出したわけである。

表1. わが国工作機械の生産と輸出入額  
単位 億円

年 度	生産額	輸入額	輸出額
昭和34年	243	104	5
35	452	197	16
36	819	389	24
37	1009	476	26
38	951	228	43
39	909	213	65
40	703	140	89

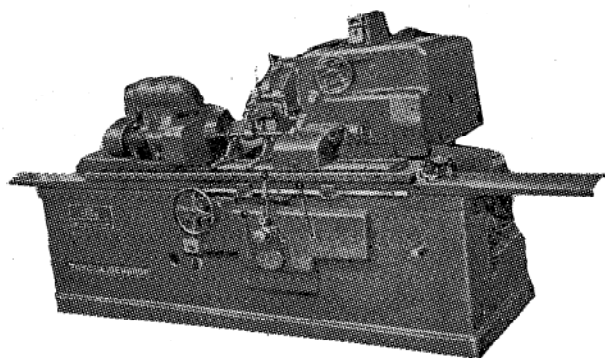


図1 円筒研削盤（豊田-Gendron）

過去30年間、欧米工作機械の蹂躪にまかせて、何ら報いるすべを知らなかったわが国の工作機械が、ようやく積年の宿願を果たして、欧米一流国へ輸出できるようになったのである。喜ばしい限りと言いたい。こうして欧米への逆輸出となった原動力は何か、少し考えて見たい。

第1に挙げられることは、日本の工作機械が品質において著しい向上を示したことである。その最大の原動力は欧米との技術提携である。技術提携によって渾大な月謝を払い、工作機械業界は真剣な勉強をした。世界中をどん慾なまでに探し歩いて、最も優れた機械を求め、その技術をそっくり学び取ったのである。

たとえば、図1は豊田工機が10年前に、フランスのGendron社と技術提携して、仏人の設計をそのまま機械にしたものである。砥石軸を流体軸受にして、その精度を高めたことや、洗練された設計と、各種の自動制御装置とは、当時世界的に定評のあったものである。さすがは天才的な仏人の設計と感歎したことであった。フランスに工作機械工業が興ったのは第2次大戦後である。そのように新しい歴史しか持たないのに、過去にはなかったような独創的で斬新な機械をたちまち完成した才能は驚ろくべきことであった。

しかし悲しいことに、仏人はその天才的な設計を実際の製品とする方策において不得手であった。性格的に怠情なこと、生活水準の高いこととが、工作機械を生産するための障害となっていた。事実Gendron社は、その研削盤を自国で生産するよりも、東洋で生産させることの方が有利なことを知っていた。豊田工機の生産量の方が、本家のGendron社を上回ったのは当然である。

豊田工機では研削盤を生産ライン上で流れ作業、しかもコンベヤ方式によって量産している。工作機械がこのようにコンベヤ方式によって生産せられた例は、東西を通じてこれが唯一であらう。

このようにして、日本の工作機械工業は、欧米の優れ

た技術を謙虚に受け入れ、日本人独特の熱意と勤勉さで十分にこれをそしゃくし、時には新しい改良をも加えて、今ではこれを完全に自己のものとしてしまった。その証拠に、豊田工機は10年来のGendron社との技術提携を中止して、完全に自己設計の研削盤を製造している。

話をもとに戻して、日本工作機械が光明を見出した第2の理由を述べよう。それは、鉄鋼、電気、機械その他工学全般にわたる著しい技術的進歩である。工作機械は一種の総合技術であるため、他の分野の進歩はそのまま工作機械の発展となって反映する。とくに電気制御の分野の発達、日本工作機械の近代化と、その生産性能の向上に役立った。

第3の理由は、労働コストが欧米より安いことである。このことは、工作機械のように多くの人手を必要とする分野では無視できない強味となる。日本製の工作機械は価格が安く品質水準の高いことが、欧米への逆輸出の魅力となっている。

上に述べた3点によって、現在のわが国工作機械は、開びやく以来始めて、明るい未来に向っている。

### 1.3 今後の問題

現在の輸出工作機械を、その機種内容について見渡すとき、その将来について一抹の危懼が感じられる。輸出超過であるとか、工作機械生産量がやがて西独を追い越して世界第2位になるとか云っても、単純に喜べない因子がひそんでいることを忘れてはならない。

それは、欧米へ逆輸出せられている機種が、旋盤、フライス盤、ボール盤などの平凡な汎用機が主力となっていることである。欧米が日本製の機械を喜んで買うのは、日本製の機械が特別に良いからではなくて、その種の機械の製造はすでに欧米では経済的に成り立たなくなっていて、日本製を買う方が得策であるからに過ぎない。

欧米では、新らしく開発せられた機械や、特別に高度の技術を必要とする機械、あるいは徹底的な量産機械などの生産に努力を注いでいる。労働コストの高い国では、高級な機械を造らなくてはならないからである。

もし、日本が現況に甘んじて、旧態依然とした機械にこうでいして、新機械の開発を怠るならば、旋盤、フライス盤は後進諸国製のものに圧倒せられ、折角の輸出振興も一朝の夢と消え去るであらう。工業的に高い地歩を占め、生活水準と労働コストの高まったわが国では、も早や在来からあるような機械だけを造っているわけには行かない。研究開発を旺んにして、独自の設計になる高級な機械に専念しなくてはならない。

## 2. 見本市を特徴づける出品機器

### 2.1 数値制御工作機械

数値制御 (NC) 工作機械は将来の工作機械の主力となるであろうとさえ云われるほど、その能力は高く評価されている。要するに、主力とはならないまでも、同等な地歩を占めるであろうことだけは確実である。米国では、全工作機械の7%程度まではNC機に置き換えられるであろうと云われている。

それだけに、第3回見本市に出品した工作機メーカーは、NC機に大きな努力を払っていた。今回の見本市を見た人が異口同音に云う言葉は、NC機の華々しい展示であった。NC機がわが国で始めて造られたのは5年余り以前である。しかし、その後の発展は徐々であって、いずれも試作品の域を脱し切れず、実用化の前途はなお遠いことを想わせていた。

しかし、今回の見本市では、実用機が多数出展され、この機種についても、日本の工作機械が欧米への進出を期している姿がよくうかがわれた。このようにわが国でNC機が急速な進歩を遂げた原動力は、日本の電子計算器の著しい進歩と、その進歩によって完成せられた簡単に優秀な数値制御装置にあることを忘れてはならない。

図2は池貝鉄工所の数値制御旋盤である。特別付属品としてタレット台や油圧ならい装置を備え、これらの長所と数値制御とを組み合わせることで生産能率を高めることを考えている。制御はX,Y両軸方向に輪郭制御をするようになっており、パルスモーターによって駆動せられ、その1パルスは0.01mmに相当している。

図3は豊田工機のNCカム研削盤である。元来、研削盤に数値制御を応用することは、その成否が論じられ、悲観的な見方が強かった。それは、研削盤の目標とする加工精度はミクロンの単位であるため、その達成には機械をその単位まで精密に制御できるNC装置を必要と

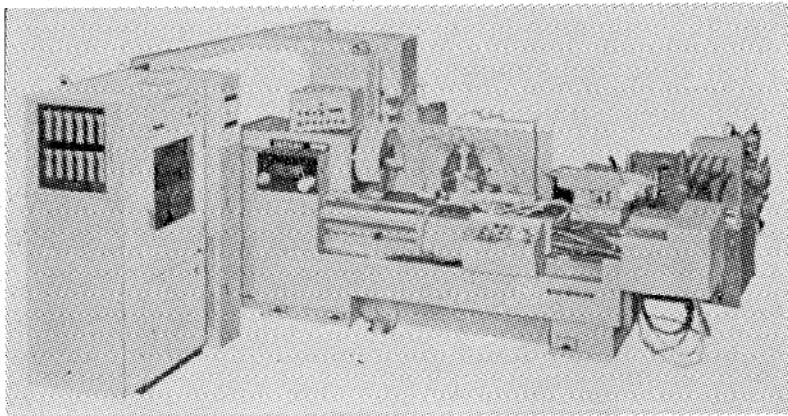


図2 数値制御旋盤 (池貝鉄工所)

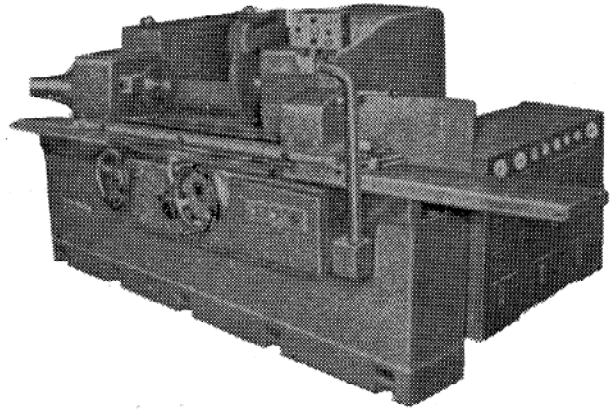


図3 数値制御カム研削盤 (豊田工機)

する。ジグ中ぐり盤のように、テーブル位置だけをミクロン単位に制御することは、現在複雑巧妙な方式によって、なんとか達成している。しかし研削盤では砥石と工作物との関係位置をその単位まで制御する必要があり、そのときの最大の困難は、砥石の摩耗量をミクロン単位まで知って、その量だけの補正をすることである。

砥石が研削中に受ける摩耗量をミクロン単位にまで測定し、それによってNC制御に補正を加えることは、現在の技術としてほとんど不可能であるため、研削盤はNC制御不能と考えられていた。

図の機械は、大径の砥石車を使い、工作物としても、自動車エンジン用カム専用という制限を設けることによって、研削中の砥石の摩耗を実用上無視できる程度におさえることによって、世界で始めて研削盤にNC制御を応用したものである。もちろん、加工中の砥石摩耗は補正できないが、目なおしによる摩耗には補正を加えている。しかしとにかく、研削盤にNC制御を採用した功績は大きい。

在来はマスターカムを用意して、それにならってカム研削をしていたのであるが、この機械ではテープによって簡単に自動研削することができる。カム研削の性質上、砥石車の直径の減少は、カム輪郭曲線の誤差となるので、砥石車の使用範囲が比較的小さいことは止むを得ない。

図4は大隈鉄工所の数値制御多軸ボール盤である。ボール盤作業では、ドリル、リーマ、タップなどの各種工具を工程を追って適用する場合が多い。この目的のために、ボール盤主軸にタレットヘッドを取り付けて、自動工具交換をしたり、複雑な工具交換装置を付置したりしている機械が多い。しかし、このような機械では工具交換に伴って主軸の位置がずれて加工精度を害する恐れが多い。

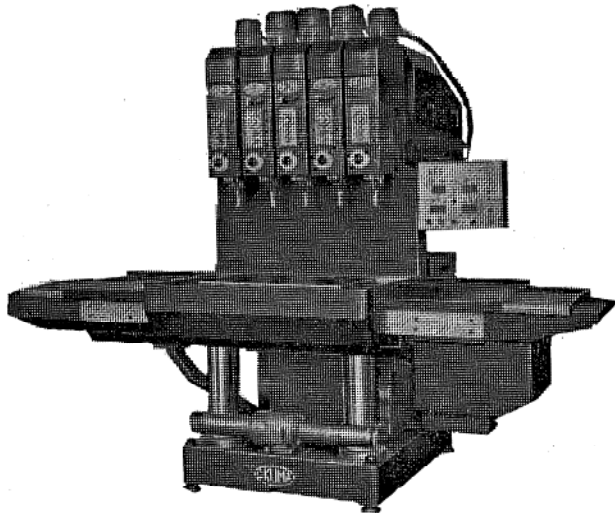


図4 数値制御多軸ボール盤（大隈鉄工所）

図の機械は、5本の軸を並べてその各々に各工程用の工具を取り付、工作物を移動させることによって順次その工程を追うようにしたものである。簡単な機構と、精度の高いことが特徴である。工作物のテーブル上のXY軸方向の位置決めを同時方式によってNC制御している。長大な移動距離を短時間で動かすために、両軸方向に3段変速の特殊装置を組み入れている。

上に挙げたものは、見本市出品のNC機のうちでそのごく一部にしか過ぎない。フライス盤、中ぐり盤、ボール盤、型彫り盤、座標テーブル、ジグ中ぐり盤など、数値制御工作機械として優秀なものが数多く出品せられていた。

## 2.2 自動車工業用工作機械

日本の自動車工業は、いま驚ろくほどの速度で発展をしている。近い内に世界第2位の西独を追い越して、米国に次ぐ地歩を築くことは確実であろう。工作機械工業が自動車工業とともに発展することは真理に違いない。そこで、日本の工作機械工業が自動車工業に焦点を合わせた各種工作機械の製造に力を入れているのは当然の帰結である。

クランク軸、カム軸、ピストン、バルブ、シリンダという自動車エンジン専用の能率的な自動加工工作機械を始めとして、歯車、軸受、各種の軸類の専用機、あるいは生産ラインとしてのトランスフェーマシンなどが数多く生産せられている。

そのため、今回の見本市には多くの優れた自動車工業用の専用機が出品せられていた。図5（東洋工業）は自動車用ユニバーサルジョイントの球面をホーニングする自動専用機である。工作物はホッパーから自動供給せられ、カップ形ホーニング砥石によって球面を精密に仕上げられる。図では工作物自動供給装置が取り外されている。

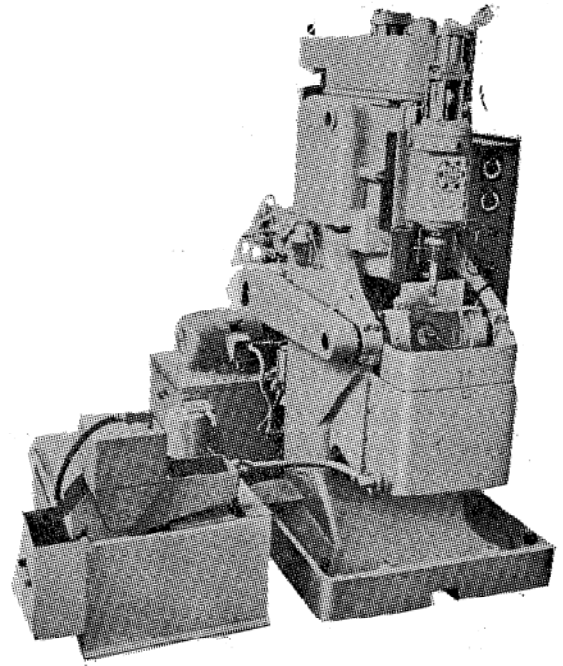


図5 球面ホーニング盤（東洋工業）

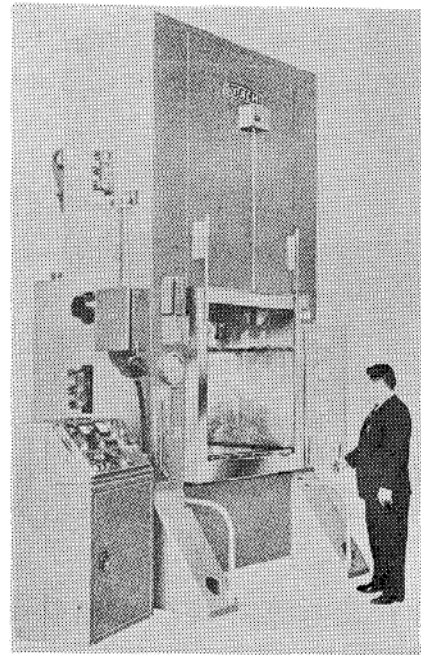


図6 電解加工機（日立製作所）

## 2.3 特殊加工機

最近の工作機械における著るしい進歩は、在来にはなかった新しい加工原理による特殊加工機が発達したことである。超音波加工機や放電加工機はその例である。

今回の見本市では、ごく最近発展を見た電解加工機と電解研削盤とが数多く出品せられて一般の注目を浴びた。電解加工機は型の生産を著るしい高能率で行うもので、図6に示す日立製作所のものは大寸法の型の製作を目的とした大形機である。

電解研削盤はダイヤモンド砥石を使う作業に電解の効果を付加して、ダイヤモンドの節約と加工能率の向上を目指して開発せられた。そのため超硬工具の研削に用いるのが主目的であった。

最近では、アランダムやカーボランダム研削砥石を使って、一般の硬質機械部品の精密研削作業に使われるようになった。図7は同じ日立製作所の電解内面研削盤である。外見は一般の内面研削盤と変わらないが、主軸と砥石軸が絶縁せられ、砥石と工作物間で電解が行われるようになっている。図8にその主要部の構造を示す。なお、これに用いる砥石は、一般のものとは異り、導電性の高い特別のものである。

### 2.4 業界グループ化の成果

工作機械業界は今回の不況で甚だしい打撃を受けた。その結果、業界はグループ化によって互いに製造機種種の協定を行い、過当競争を回避して共栄を期した。この方策は成功を見て、経済的にも技術的にも、工作機械業界の発展となった。

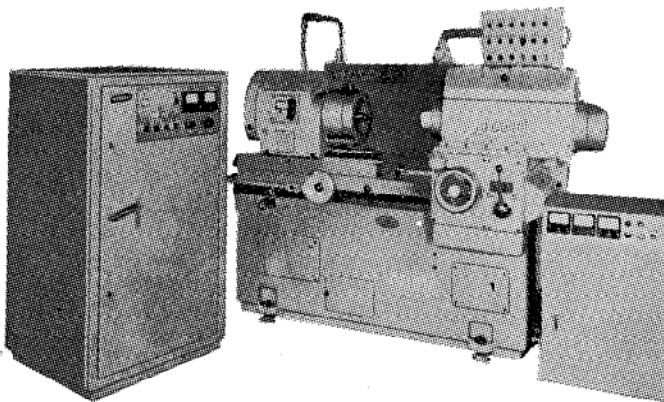


図7 電解内面研削盤（日立製作所）

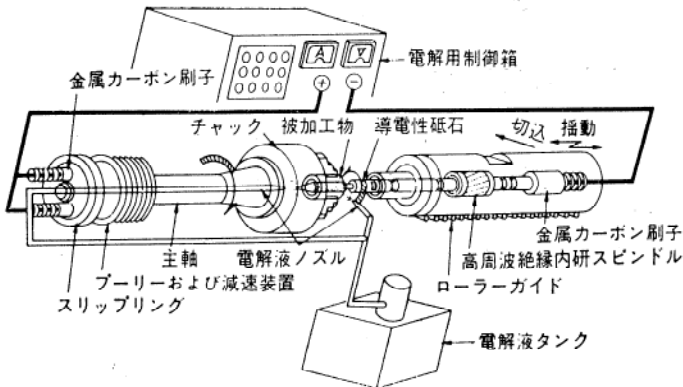


図8 主軸と砥石軸の構造

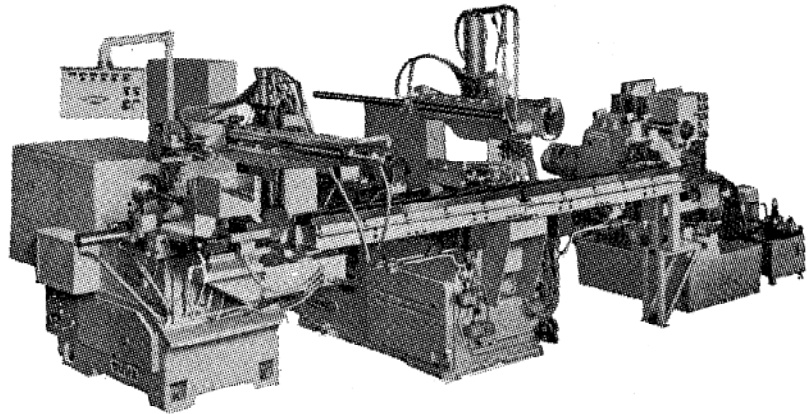


図9 軸加工用トランスファーマシン（自動機グループ）

今回の見本市では、共同出品や、カタログの共同製作などでグループ化による相互協調が強く印象付けられた。なかでも興味深く見られたのは、グループの共同作業によって、一連の自動加工機が出品せられたことである。

図9は自動機グループを形成する菅鉄工所、大洋精機、豊和産業の機械をコンベアによって連結して、自動車部品を全自動で量産する一種のトランスファーマシンである。第1の機械は単能機で旋削によって軸を加工する。第2は自動ねじ切盤で、軸の一部にねじを切る。第3は単能フライス盤で、工作物の一端を角形に仕上げる。

### 2.5 特に新しい機械

毎回の見本市には、新しい機種が発表せられて来たが、今回もまたかなりの数の新機種が展示せられた。その中でも特に意義深いものとして印象づけられたものを以下に述べる。

図10は三井精機が出品したジグ研削盤である。ジグ中ぐり盤は同じ会社によって戦前から製作せられて来たが、このたびわが国で始めてジグ研削盤が製造されるように

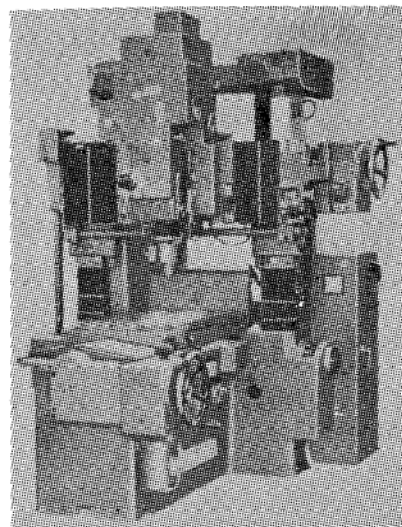


図10 ジグ研削盤（三井精機）



なった。砥石車の遊星運動によって、テーブル上に定置せられた工作物の穴を精密研削する。この種の機械は工作機械として最も技術的に高度なものであるが、それがわが国で生産せられるに至ったことは心強い。

図11は東芝機械の曲り歯かさ歯車研削盤である。和栗博士の創案になる等高歯方式によって加工する機械である。曲り歯かさ歯車の研削盤として世界最初のものであり、日本人の独創として意義が大きい。

図12は津上製作所の歯車転造盤である。これは、米国の独創になる新しい転造方式によるものである。この転造法は在来のもものと大いに趣を異にし、生産性、精度ともに極めて優秀である。

図13にその転造部を示す。上下2枚の転造ロールによって歯筋方向に転造せられる。こうして転造と割出しのサイクルを繰り返しながら、順次軸方向に加工が進められて行く。在来の歯車製造法とは逆であって、中実丸棒を素材として、歯形転造、突切り、内径削りという工程をとっている。歯車のほか、スプライン軸の転造に偉力を発揮する。

### 3. む す び

わが国の工作機械が質量ともに世界の最高水準に近いことを、第3回見本市が実証した。しかし、その陰にはなお重要な問題点が残されていることは否めない。

たとえば、独創の貧困である。多くの立派な機械が出品せられてはいても、それらはいずれも類形を持ち、全く新奇なという種類のものはほとんど見受けられない。このようなことでは、欧米へ高級な工作機械を輸出することは不可能に近い。

また、流行への追従性も挙げられよう。数値制御機や電解加工機として、同じようなものが多くのメーカーから出展せられた。無駄が多いばかりか、過当競争を助長して害をもたらすだけである。

要するに、わが国の工作機械は、自主的に未来を透視し、その目標に向かって頑固に邁進する気概を持たねばならない。

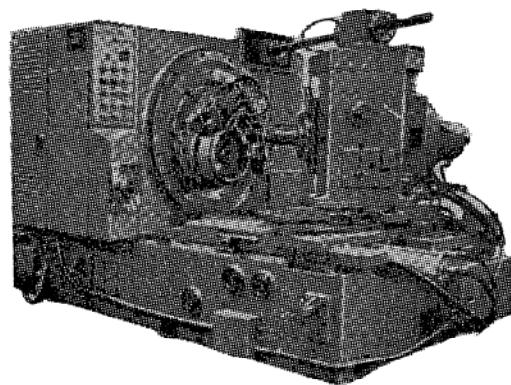


図11 曲り歯かさ歯車研削盤（東芝機械）

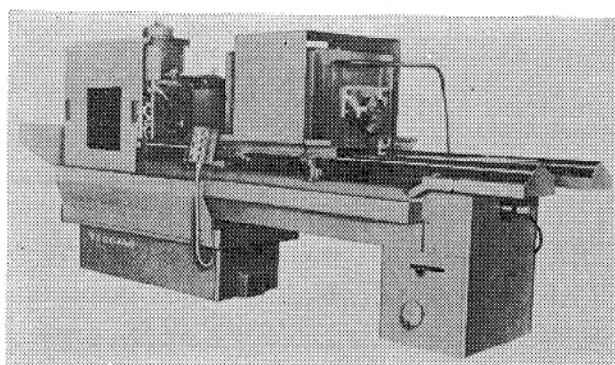


図12 歯車転造盤（津上製作所）

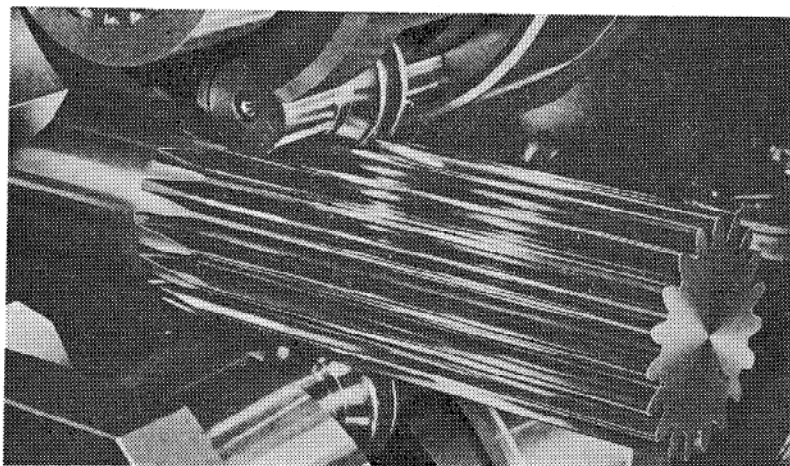


図13 歯車の冷間転造