

日本に脅威を感じる米国工作機工業

大阪大学工学部 津 和 秀 夫

はじめに

日本に工作機械工業が興ってから約半世紀しか経ていない。しかも日本の工作機械工業が世界から注目されるようになったのは、ごく最近であって、ほんの5年も経過していないほどである。しかし、その興隆の勢はすさまじく、在来欧米機にとって最大の輸出市場であったわが国が、欧米をその輸出市場としようとしている意義は極めて大きい。

著者は64年春と夏を米国工作機械工業の中心地ミシガン州で過ごしたが、その間米人がどのような眼で日本の工作機械を見ているかということに興味を持っていた。

著者の感じた結論は、米国の工作機械工業はやがては日本の工作機械によって蹂躪されるおそれがあるということである。その故に米国はその工作機工業の地歩を維持するために、苦慮し、新しい努力をしている。

わが国工作機工業の歩いた道

日本は過去半世紀以上にわたって米国工作機械工業にとって主要な輸出市場であった。とくに第2次大戦直前には莫大な対日輸出が行なわれており、これら米国製工作機械を中核として、対米戦争準備が強力になされていた。しかも対米戦争の一つの動機として、ルーズベルト大統領による工作機械と石油の対日禁輸が挙げられることを思えば、いかに米国工作機が当時の日本にとって重要であったか、またいかに多量の工作機械が海を渡って日本に輸入されていたかがわらう。

日本の工作機械工業は、戦争の要請によって、この時期に急激な発展を見た。しかしこの当時のものは欧米機をそのまま模倣したもので、質的に劣ったものであった。

日本の工作機工業は終戦によって全滅的な打撃を受けた。軍需産業の壊滅とともに、おびただしい量の戦時形粗製濫造工作機が放出せられ、新しい機械の注文は絶無となり工作機工業はここに一旦終息を見た。このような現象は、他の工業界にも云えることであるが、工作機械ほどのひどい打撃を受けたものはなかった。

朝鮮戦争による工業界の立直りは、漸やく工作機械業界にも影響を及ぼし、その頃から自由経済下の新しい工作機械工業が起った。また工業界がこの頃から、新ら

しい技術を応用して、高能率の生産方式に切り換へを始めた。そのため旧式の低能率機より新鋭機への転換が盛んに行なわれ出した。

しかし、この当時のわが国工作機械工業は、こうした高能率の新鋭機を製造する能力を持たず、徒らに欧米機の輸入を拱手傍観するだけであった。

そこで、工作機械工業界では昭和30年頃より、技術的な向上を目指して急激な体質改善が行なわれた。すなわち戦中から戦後にかけての技術的空白時代に出来た欧米技術との間の懸隔を除くために、欧米製造者との技術提携による品質の向上が強力になされた。

こうした努力が結実して、昭和35年頃には一応欧米機に匹敵する程度のもので製造されるまでに躍進を遂げた。この頃からが、いわゆる高度成長経済下における黄金時代となるわけである。

設備投資ブームによって、工作機工場には注文が殺到した。しかし、工作機械工業は他の機械工業と異なり、急激な生産拡大を実施することはできない。そこで再び、急速な需要の増大を充たすために、多量の多国製工作機械が輸入せられた。

この輸入を防ぐために、わが国の工作機械工場は設備の拡充と改善とによって、その生産量増大に鋭意努力して来た。こうした努力によって生産量が増大した頃には、すでに工作機械の市場では、設備投資ブームは去って、不運にも供給過剰の時代が訪づれ始めていた。こうした状況下にあっては、工作機械工業の進むべき途としては、その莫大な生産の一部を海外市場に指向せざるを得ないことは当然である。工作機械の海外市場としては、従来から東南アジア諸国があったが、これらの国では数量的にも性能の面から云っても、わが国の工作機械にとって主要な市場とはなり得ない。そこで新しく問題となるのは、欧米に対する工作機械の輸出である。生産量の増大した日本の工作機械工業にとっては、国内需要を対象としていたのでは、その前途は暗胆としている。こうして、好むと好まないとにかかわらず、日本の工作機械は欧米への逆輸出を指向しなくてはならなくなった。

逆輸出と一言で云っても、それには幾多の重大な問題が含まれている。在来欧米機にとって絶好の市場であった日本が、一転その製品を先進国へ送り出そうというの

だから、並大抵のことではあるまい。機械の性能を向上させることと、その価格を下げるということが強く要望せられた。また欧米市場に対する宣伝も重要であり、この方面への大きな努力も必要であった。

これら問題の解決には幾多の困難が含まれているが、それらの解決に向けて鋭意努力した結果、現在においては、逐年欧米への輸出量が増大し、前途に光明が見出され始めている。

工作機械製造技術の特色と

わが国の技術水準

工作機械はつぎの3点で一般機械と趣を異にしている。

- (1) 精度の高いこと
- (2) 生産能率の優れていること
- (3) 比較的少量生産であること

工作機械に精度の要求せられることは、それが母となつて、その精密さを工作物に移すのであるから、当然のことと云える。そのため工作機械を構成する要素は、一般機械に比べて一段と高精度でなくてはならない。また運転中に加わる大きな力に対して十分の剛性を持っていて、その精度を低下させることがないようにしなくてはならない。さらに運転中に生じる振動も、これが極力小さくなるように配慮しなくてはならない。長期の苛酷な稼働に対してよく耐えて、当初の精度を維持するためには、各部の摩擦面が耐摩耗性を持たねばならない。

こう見てくると、工作機械の製造技術には、材料とその加工法について特殊な技術的配慮の必要なことがわかる。とくに重要なものは、回転運動の規準となる軸受と、直線運動を規制する滑り面である。これらの設計と製造には高度の技術水準が要求せられる。

たとえば、図1はわが国で開発せられた研削盤の砥石軸用の非真円平軸受である。これの特徴は負荷に応じて、軸受円周上3ヶ所にあるくさび状の間隔が自動的に調節せられ、常に良好な油膜を形成することである。

第2の生産能率の高い工作機械ということは、高速度

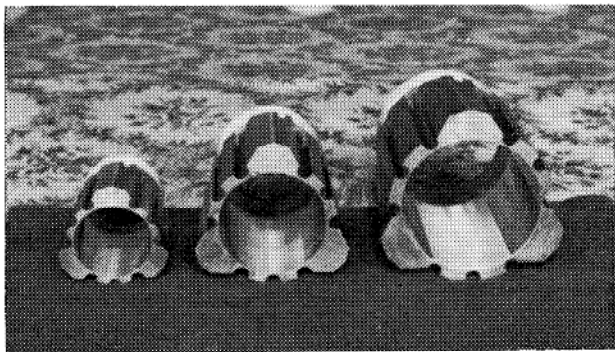


図1 非真円平軸受 (大隈鉄工所)

で大容量の機械を必要とするばかりではなく、作業目的に合致した使用の便利さ、さらには汎用機から単能機へ、自動機へという問題を含んでいる。こうした問題の解決には、総合的な技術が必要である。とくに電気、油圧、光学機器の有効な応用が重要で、その方面の高い技術がなくてはならない。

生産能率の高い機械は勢い単能機あるいは自動機となるため、その生産は多機種少量生産とならざるを得ない。こうした少量生産ということは、工作機械工業にとっては常につきまとう縮命的な問題である。多量生産のときには、自動加工を応用して人手を省いて能率化を実施できるが、工作機械の製造ではこうした方式をとることができない。

以上の3点を考え合わせるとき、工作機械工業を特色づける1つの結論に到達する。それは、精密加工と総合技術と少量生産ということからくる問題として、人手を要して、熟達した技術者の知能と勤が要求せられるということである。

わが国の技術に眼を当てると、日本人の鋭い勤と器用さ、頭腦的な鋭敏さはこの部面で極めて大きな強味を発揮する。それに加わえて労働コストが欧米に比べて低いことは、人手に要するコストを低減させて、工作機械の価格を下げるのに威力を発揮する。

工作機械こそは、わが国に最も適した産業ということができよう。造船業が人手を要することと総合技術であることのために、日本が世界を制覇したのと同様に、わが工作機工業がやがて世界の首位に立つことも夢ではな

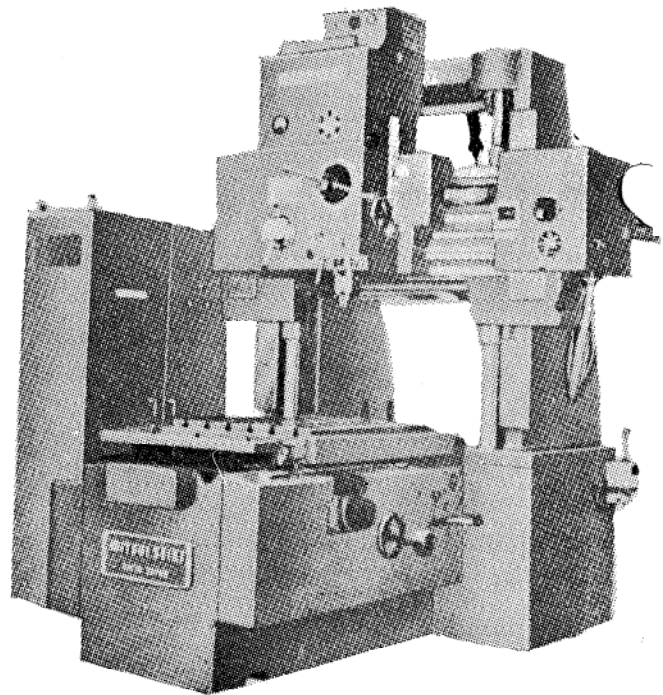


図2 光学油圧式ジグ中ぐり盤 (三井精機)

かろう。

わが国の技術水準が一流であることは、その製品に極めて優秀なもののあることから実証せられる。たとえば図2は三井精機のジグ中ぐり盤である。この機種は、直角座標上の所要の位置に、 2μ 程度の高精度ジグ加工をするものであるため、工作機械中で最も高精度で、一流の技術水準にある国だけが製作できるものである。この機械は現在、世界中で高く評価せられ、輸出も行なわれている。

米国工作機械製造技術の背景

工作機械は英国に始まって、その技術がドイツに移り、ドイツからさらにアメリカにきたものである。そのため米国の工作機械は五大湖の周辺からその東部にかけての、比較的ドイツ系移民の多い地方で発達した。

こうして、米人はドイツの技術を学びはしたものの、新しい感覚のもとに、欧州の機械とは異なったものを創造し、世界の工作機械にとって指導的地位を保持するようになった。

たとえば、従来の旋盤がいわゆる英式のものであるのに対して、新しい構造のものを造り出し、滑り面とベッドを改良して高荷重高速度に堪える米式旋盤を創った。現在では、この米式旋盤が主流となっている。またフライス盤の発明は米国でなされ、在来のバイトによる平面削りに対して革命的な進歩をもたらした。さらに、米国工作機械の発達にとって、自動車工業のぼっ興と、二度の大戦を通じて、世界の兵器廠となって軍需生産に努力したことを忘れてはならない。このような製品はその本質上極端な多量生産を要求せられるので、米国の工作機械が量産を眼目とした生産形の機械や自動機の方向に強く指向せられたのは当然である。この方面では米国機が独自の境地を啓いて来た。自動旋盤から始まって、油圧、空気、電気式の倣い旋盤、トランスファマシンの制御工作機械へという一連の発展は、総べて米国で発芽し開花したものである。

現在の米国は、工作機械の生産量はもちろん世界一であるが、海外への輸出の点ではほぼ西独と同額で、両者で第一位を争っている。

しかし、米国の労働コストが他の国に比べて著るしく高いことは、工作機械の輸出にとって大きな障害となっていることは否めない。その上、西独を始めとして、フランス、イギリス、イタリア、チェコ、東独といった諸国が盛んに工作機械を造って、それを海外に輸出しようとしている。それに加えて、近年の日本の台頭である。米国にとって現在まで最大の顧客であった日本が、逆に輸出国に転じようとしている。

少なくとも、在来の形式の工作機械を造る限りでは、米

国のコスト高は、その輸出に致命的打撃を与えることは自明の理である。ここに米国工作機械業界の持つ最大の苦悩がある。

この苦悩に打ち克つためには、彼等のなすべき道はただ一つしかない。それは常に世界にさきかけて、新しいものを創造することである。

HITACHI か NC か

著者は、7月のある日、ミシガン州のU社を訪ねた。ここはポンプの製造者として有名なところで、日本にもU社と技術提携をしてその設計のポンプを造っている工場がある。ここで研削について、著者に聞きたいことがあるというので、ミシガン大学の教授と、産学協同の仕事をしている職員と同道して出向いた。

研削の方は、先方の技師と約一時間程度話し合っただのだが、その後の副産物として、新機械の購入談義があって、これがなかなか興味津々であった。

同社は大形の産業用ポンプを始め、各種の原動機用高圧ポンプを製作している。そのため生産はいわゆる多種少量生産をよぎなくせられている。そのため機械設備としては、汎用機ばかりで、自動機の設備は持っていない。

こうした工場で、生産の能率化を行うには、汎用機として高性能機を設備することである。同社は、その考えのもとに日立精機の立フライス盤の購入を計画していた。この立フライス盤は日本独自の設計になるもので、使用の簡便さ、高能率、高精度において定評のあるものとして内外で広く認められている。(図3)

ところがミシガン大学の人達は、この話に及ぶと、日

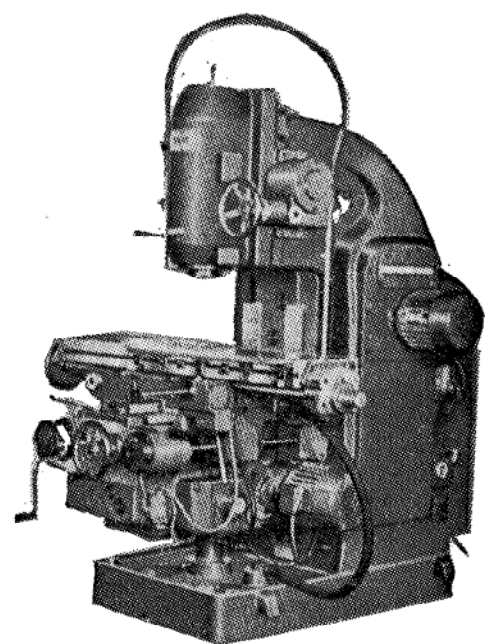


図3 立フライス盤(日立精機)

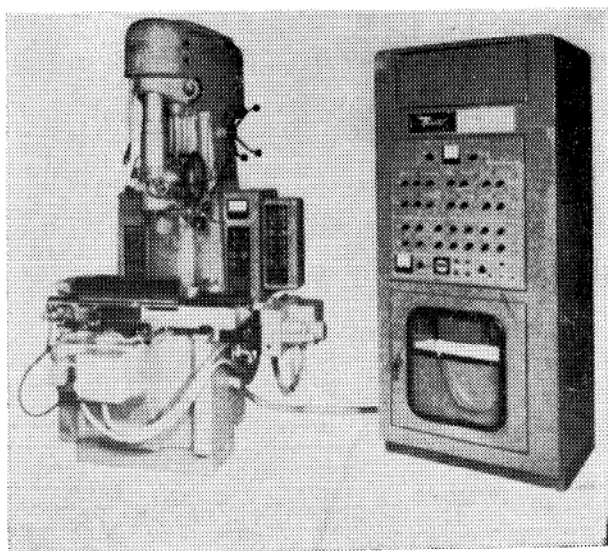


図4 数値制御立フライス盤

立精機をやめて数値制御 (NC) のフライス盤を買えと盛んに勧め始めた。数値制御立フライス盤は図4に示すようなもので、穿孔テープによって自動加工ができ、しかもテープを取り換えることによって汎用機としての使命を果たすことができる。

工場側は、NC機はまだ開発の初期にあり価格の高いことのために、その経済性に疑問を持っていて、投資に対して確実な利潤を挙げ得る日立精機を固守する現実論を唱える。

それに対して、大学側は明日の工作機械の主流となるNC機を選べと、その経済性や実用例を挙げて、理想論で立ち向かっている。

著者は、祖国の工作機械がこれだけ認められていることを喜ぶとともに、是非それを勧めたく思ったのではあるが、ミシガン大学から訪づれたものとしては、それも行かず、ただ黙ってこの論議を興味深く眺めていた。

工場側も結局、NC機を検討するということになり、そのために、ミシガン大学を訪づれてNC機のプログラミング方法を見ようということに落ち付いた。

その後のことは帰国後のことでわからないが、恐らくは、今回のところはHITACHIに落ち付いて、次回でNCを計画しては、という位のところではなからうか。

ミシガン大学には、NCの旋盤があって、すでに学生にはそのプログラミングの方法を実習させている。またNCについての講習会を開いて、積極的にその実用化を産業界に訴えている。

これは、NC機こそは将来米国工作機械の主力になるという信念から出発しているものである。そして、こうした新技術を採用入れ、新原理に基づいた新しい工作機械にこそ、米国の今後があると考えているからである。

彼等は、一般の旋盤やフライス盤のような、どこの国でも造れるものを製作していたのでは、やがて米国の製品は諸外国とくに日本のものに負けてしまうであろうということを、よく知っている。

彼等はまた、日本人が天性器用で頭脳明敏、何をやらせても上手なこと、それに加わえて生活様式の差異からくる労働コストの安いことも承知している。その日本が、現に優秀で安価な工作機械をもって、米国の市場に突入して来た。安閑としてはられない彼等である。

米国工作機械の生きる道

上に述べたように、米国の工作機械が生きる道はただ1つしかない。それは世界にさきがけて、独創的な新機械を産み出すことである。そうでない限りは、繊維工業や、ラジオ、オートバイ、カメラなどと同じように、やがては日本機が米国市場を蹂躞するであろう。新製品の開発こそ、米国工作機の生きる道である。

だから、彼等は常にこのことを心掛けて、不断の努力を重ねている。そしてその点で大いに成功を収めている。米人の持つねばり強さと、開拓者精神が結び付いて、こうした成功となったのであろう。

著者は、研削盤で有名なHeald社を訪づれた。この技師長Hahn博士は、著者のために午後から夜にかけて時間を割いて歓待して呉れた。

ここでは、Hahn博士新発明の全く新しい構想の内面研削盤を製作していた。在来のものを全面的にこの新しい形式に切り換えたのである。わが国にはまだ輸入されていないが、遠からず軸受工場などで内径の研削に威力を発揮することであろう。

この新しい研削方式は、抵抗制御式 (Controlled Force) と呼ばれるもので、図5に示すように砥石車を一定の力で工作物に押し付けて加工するものである。在来は図のように一定の切込を与えて砥石車を工作物に作用させ、干渉部分を強制的に削り取っていた。

このように加圧によって研削をするということは、従来の研削の観念からは全く外れた画期的なことであって、

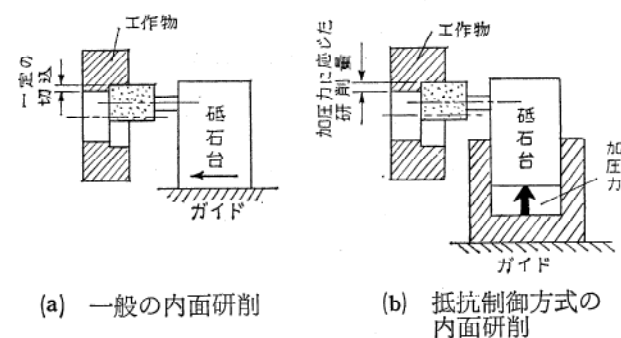


図5 内面研削の2つの方式

このような一見非常識とも思えることを実現したことは驚ろくべきことである。

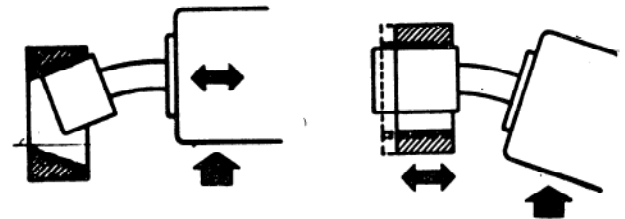
この抵抗制御方式の効果は、簡単に云えば、図6にあるように、研削抵抗による砥石軸のたわみから起こる製品の精度を向上させ、一定精度の安定した生産を行わせることにある。

こうした加圧方式では、幾多の困難がある。それは一定の力で適当なダンパーを介して加圧しなくてはならないことと、加圧運動のガイドが極めて精密で、ガタがなく、摩擦一定となることである。そのために会社では、これらの機構部分には特に入念な設計と工作上的配慮を行っている。たとえばガイドはローラガイドなどの転がり路を排して、在来形の滑り路とし、そのかわり強制潤滑と、精密加工とによって目的を達している。図7にはこの機械の外観を示す。

お す び

工作機械工業は、わが国情に適合した**将来性**のある工業である。そのために米国は日本に**脅威**を感じ、日本ではなし得ないと彼等の考える新機械に活路を求めようとしている。だからといって、われ我が新しい**独創的**な機械を製作してはならない理由の一つもない。

技術的に世界一流国並みとなったわが工作機械工業界は、今こそ総力を挙げて、独自の**独創的**機械の開発に邁進しなくてはならない。



(a) 一般の円面研削 (b) 抵抗制御内面研削

図6 研削方式と工作物の加工精度

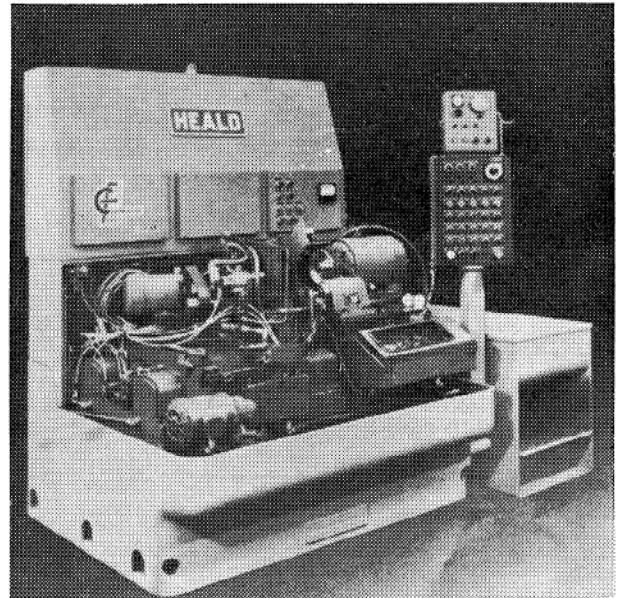


図7 Controlled Force 方式、内面研削盤 (Heald)