

超硬工具の近況

住友電気工業KK* 入江 督

ここに工作機械特集号の余白を借りて、超硬工具の近況を報告できるのは幸甚である。凡そ現在の工作機械はすべて超硬工具を使用することを前提として設計され、常に進展する超硬工具の性能を十二分に活用せんとして改善が続けられて来たものである。全く超硬工具の進歩が工作機械の改善を導き、又工作機械の改善が超硬工具を普及せしめて来た。

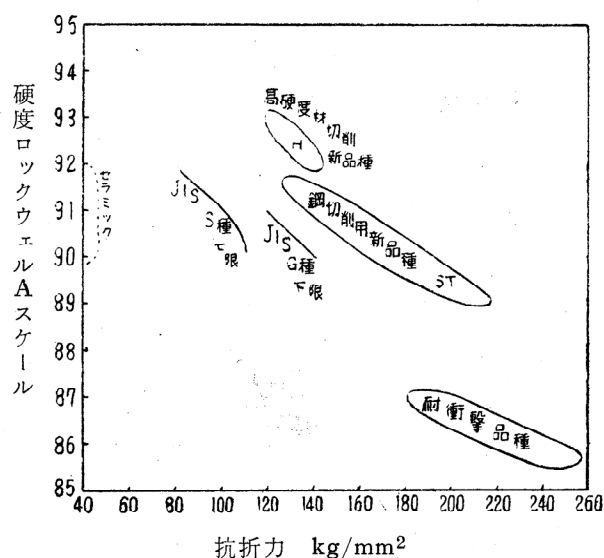
しかして戦後特に大きく性能を改善した超硬合金は単刃工具のいわゆるバイトから広くカッター、ドリル、ボーリング工具等への進出を可能にしたが、最近ではその設計も高能率な Throw-Away 型に発展しつつあり、更にすすんで新しい工具材料、セラミックを超硬合金の弟分として登場せしめつつある。かかる情勢は又直ちに工作機械の進歩改善を促す機縁となるべきものであろう。従つてここにこれら超硬工具の近況を御報告し、工作機械に関する諸賢の論説と共に読者の御参考に供したい。

1. 超硬合金の改善

戦後一時は、特に鋼切削用品種において、欧米に若干の立遅れを見せていたわが国超硬合金も1954年、住友電気工業によつて発表されたキゲタロイ新品種を契機として各社競つて改善品種が発表されるに到つた。かくて現在では全く海外の何処の製品にも劣らないものが生産され又輸出もされる段階になつた。勿論、各社の歴史や技術水準により夫々若干の甲乙もあり、特異性もあるが、第1表に示す如く、その品種の増加振りは正に百花爛漫の感がある。

さてこれらの改善品種の狙いとする処は既に周知の如く、(1)鋼切削品種の耐クレータ性と強靱性とを同時に備えること。(2)は鑄鉄切削品種の硬度を上げ、耐磨耗性を増大して高硬度材料切削を可能とすること。(3)鑄鉄、鋼鉄両者を併せて切削しうる性能をもさせることである。その代表的なものは (1)では ST, STi, TX 等の銘柄 (2)では H, TH等 (3)では L 種である。しかしこれ等を通じて言えることは従来の超硬合金に比して同じ硬さ、同じ耐クレータ性においては必ず靱性が増加していることである。即ち欠け易くて使い難いと言われた超硬合金がこれによつて欠け難いなじみ易い超硬合金へと成長した訳である。(第1図参照)

更に昨年末から今年にかけて、この強靱性を強調した新しい品種として A 種が出現し初めている。これは多数の工具を同時に装着する為めややもすれば剛性が犠牲となりやすい自動盤用工具として適すると共に高速度鋼に近い刃先形状をも可能にして超硬工具の利用面を一層拡大しようと言うものである。



第 1 図

しかしこのように品種が多種多様に分れ発表されることは悦ばしいようなものの、反面それぞれの切削標準の明示も難しく、品種の選定が複雑になり、却つて使用者の不便を招く怖れもある。特に現状では各メーカーの銘柄に統一はなく一層混乱を起させている。他方従来の超硬合金の J I S は S 種、G 種、D 種に限定されており、不合理な感がいよいよ深くなつた。そこでこれらを統一して何等国家的な標準表示を定めようとする機運も起り第1表に示した国際標準 (ISO) を参考に案が練られようとしている。

2. セラミック工具の出現

前節のように超硬合金がひたすらに粘く強くと改善をすすめられている間に、逆に若干脆くてももつと高速の切削に耐えるものをとの探索も常に怠られた訳ではなかつた。そしてその面で絶えず注目して研究されて来たのがセラミック工具である。

セラミックという言葉は非常に広義な言葉で、その中

* 兵庫県伊丹市混陽宮本・伊丹製作所

第 1 表

用途	JIS	日			U.S.A. standard Cod. No.	米 国	英 国	ドイツ規格 DIN 4990	ド イ ツ		オーストリア 記 号	ISO
		井ゲタロイ	タンガロイ	トリア ダイヤ エツト		カーボ イ メタル コ ロ イ	ウ メ ット		ウ イ チ ニ ット	タ ワー ラ ム		
切削	全 般	U1	AX1	U1		K5H K2S 350 370		(M)	AT	VZ	M	10 20 30 M
	精密仕上用	SF	SF	FT1	C-8	K5H	S92	FX7 FX	FT1	FW1	FM	05 鋼鑄鋼
	高速切削用	S1	S1	ST1	C-7	K3H	S92	S1 (L1)	TT1	SW1	S1T	10 可鍛鑄鉄
	中速切削用	S2	S2	ST2	C-6	K2S	S90	S2 (L2)	TT2	SW2	S2T	20 (長い切粉の出るもの)
	中〜低速切削用	S3	S3	ST3	C-5	KM K2S	S88	S3 (L3)	TT3	SW3	S3T	30
工具	低速切削用		TX4	ST4		78C		S4 (L4)	TT4	SW4	S4T	40
	精密仕上用			H3	C-4	999	C93				K	01 鑄鉄, チルド鑄物, 焼入鋼, 可鍛鑄鉄
	硬物大なるもの切削用		TH2	H2			N	H2 (H2)	H2	HW2	H2	05
	高速切削用	G1	G1F	G1	C-3	905	C93	H1(H1) G1(G1)	G1H1	WG1 HW1	H1	10 (短い切粉のでももの)
	中速切削用	G2	G2F	G2	C-2	883	C91	G2(G2)	G2	WG2		20 プラスチック非鉄金 属, 木材
耐摩	低速切削用	G3	G3	G3	C-1	44A	C89	G3(G3)	G3	WG3		30
	耐磨耗性(衝撃小)	D1	D1	D1	C-9	44A 883	C89		G1	WG1		
	" (" 中)	D2	D2	D2	C-10	779 44A	C88		G2	WG2		
	" (" 大)	D3	D3	D3	C-11	55B 55A	C8515		G3	WG3		
	衝撃小	G5			C-12	44A	K1	C8515	G4	WG4		
衝撃	" 中	G6			C-13	55A	K18	C8020	G5	WG5		
	" 大	G7	G8		C-14	190	K25	C7525	G6	WG6		

註 1) 本表は各超硬メーカーが用途別に推奨する夫々の材質を各社の発行の型録仕様書等により区分表示したものである。

2) 各超硬メーカー共個々の材種につきその性能の改善を行っているため本表の対比は必ずしも絶対的なものでなく凡そその対比使用範囲を示すものとして使用されることが望ましい。

には一般的な陶器も含まれる。陶器で金属を削るという試みは古くからあり、それが次第に進歩して、第二次大戦中にはタングステン資源のない独乙で、真剣にこの方面の研究が行われた。更に戦後、ソ聯では微少な酸化アルミニウムの結晶を焼結して、所謂マイクロリットの名前で実用に供せられ、素晴らしい高速で金属切削を行えることを発表した。ついで米国では G. E. 社が数年前新しい工具材料としてセラミック工具を発表し、以来急速に第三の工具材料として注目喧伝されるにいたつた。

わが国でも昨年の見本市を機会に初めて 1.2 のメーカーが発表してから、各社が相次いでセラミック工具の市販或は試作を公表するに到つた。機械試験所、科研、その他の研究機関で行われた試験においても、これら国産セラミックの内には充分海外のセラミック工具の水準に達したものが認められており、実用的にも局部的ではあるが、その効果を発揮する処が出て来た。

しかしてセラミック工具の最大の特長は高温においても硬度が低下せず、超硬合金に比して金属との親和力が少ないため高温溶着が少ないことから高速切削が可能になることである。またその原料は割合に得易い酸化アルミニウムであり原価的に超硬合金より安価になることが期待される。

しかし、現状では海外諸国のものも含めてセラミック

工具は未だその抗折力が漸く 40kg/mm^2 の線を超えたにすぎず、従来のカーバイド系超硬工具に比して余りにも脆きに過ぎる。またその価格も決して安くない実情である。

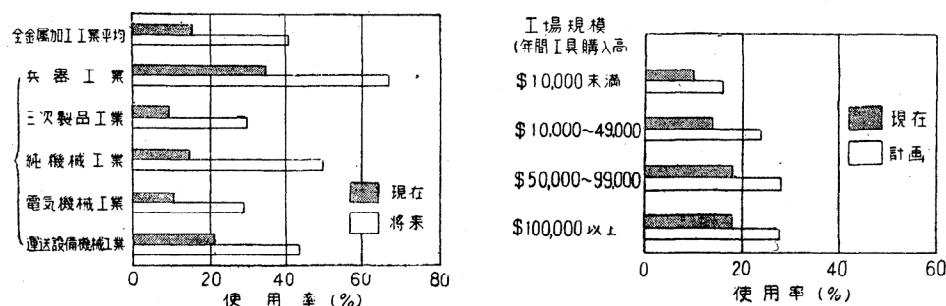
従つて現在の工作機械と工作技術ではまだまだ一般的な実用の域に達したとはいいい難く、超硬合金の初期の時代と同様、その実用化のためには幾多の改善研究が必要である。

既に米国ではセラミックに若干の金属を添加することによりその靱性を増大したものを得ている模様であり、一方ジョージフィッシャー旋盤でもセラミック用に C 型を発表したとのことである。このようにセラミックの強靱化と、工作機械の専用化がわが国においても急速に進み、同時にセラミックの価格が低下して次のべる Throw Away 用チップとして安心して使える時代も間近いことと期待される。

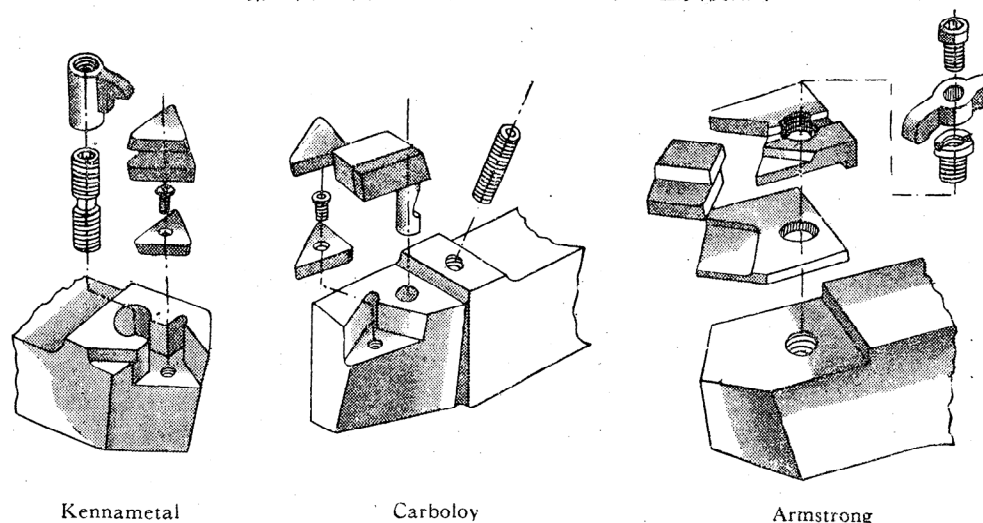
3. スローアウェイ工具の発達

超硬切削工具の設計の面で最近の大きな進歩はいわゆる Throw-Away 型の出現である。これは特に米国で発達し、ここ数年の間に既に第 2 図の如く使用バイトの 20% 近くがこれに置換りつつある。わが国でも些か遅れた感はあるが前節のセラミックの出現とも相俟つてこの種の設計が漸く実用化の段階に入つて来た。第 3 図には米国各社の Trow Away 型バイト、第 4 図には住友電工の SEC バイトを一例として示す。

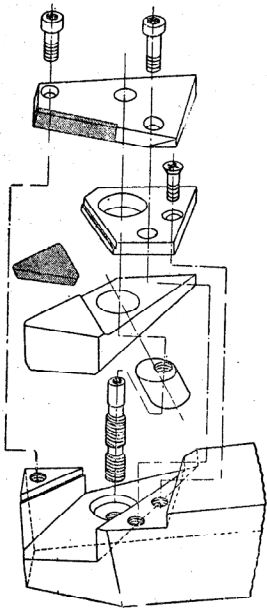
元来超硬合金は高価なものであるため、小型のチップとして鋼シャンクに鑲付して用いられることは周知である。しかし超硬合金は膨脹係数が鋼の半分に過ぎないため鑲付に際して危険な鑲付歪を伴うことが避けられないこれが鑲付亀裂を起しまた切削時の応力に鑲付歪による応力が附加



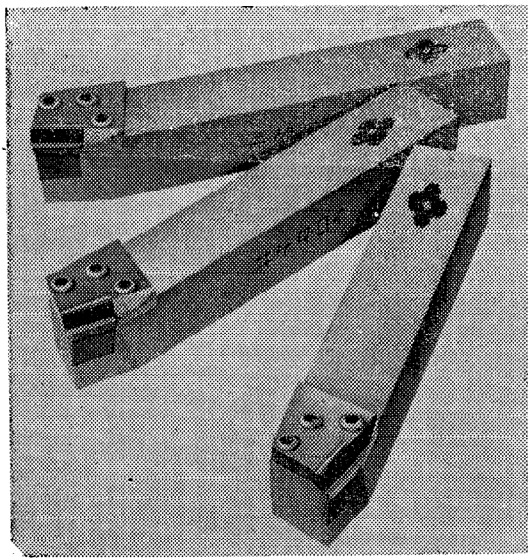
第2図 米国におけるスローアウェイ工具使用率



第 3 図



SECバイトホルダー分解図



第4図 住友電工 SEC バイト

されて思わぬ損を惹起する。またシャンクを構成する鋼材自体も鑽付時の加熱により劣化する。

そこでこれを改善する為、数年来チップの機械的保持が推奨され各種の考案が実用化されて来た。併し工作機械の生産性が向上するにつれて工具の取替、調整の休止が問題となり、人件費の上昇に伴い再研磨の費用も検討されることとなり、ここに思い切つたこの **Throw-Away Type** が出現した。

即ちこの方式によれば鑽付に起因する不安を除去し、一段高性能の超硬合金を用い、熱処理された強固なシャンクに保持されるため高速切削を可能にすると共に工具の寿命を延ばし得る。又チップのみを揃えれば工具としての在庫は減少し得る等、一般の機械的チップ保持方式と同様の効果があるのは勿論のこと、最大の特長として極めて短時間に次々と新しい切刃を正確な位置にセットすることが出来、機械の稼働率を大巾に向上する。更に再研磨のための研磨機や高価なダイヤモンド砥石も不要になり、そのための人件費も除去出来るので第5図の如

く製品1ヶ当りの費用は明らかに削減される。

ただわが国の美德ともいえる「勿体ない」という観念がこの **Throw Away** の考え方をそのまま受け入れるかには若干疑問があるが、既に一度使用を始めた処では明らかにその利点を認め次第にその型式の採用部門を拡大しつつある。なお第2表はスローアウェイ用チップの米国規格原案を示す。

4. 用途の拡大

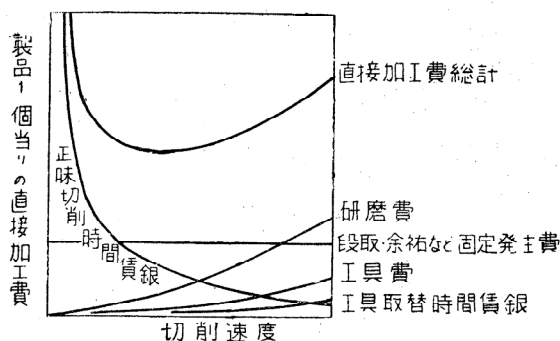
第1節に述べた超硬合金の改善、特にその強靱化は切削工具、塑性加工工具、剪断工具、鉋山工具、耐磨耗部品等として愈々広くその用途を

拡大した。次に鉋山工具を除く各部門についてその近況を記述しよう。

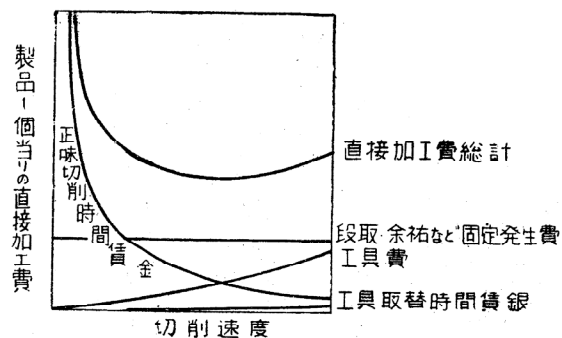
4-1 切削工具

超硬工具の最も大きな用途は切削工具であり、その中でもバイトである。併しそのバイトもシエパ、プレーナにまで広く用いられるに到つたのは新品種の出現と高速機械の出現によつてであり、30~60m/minの切削速度で大型プレーナーに超硬バイトを用いることが常識化して来た。

ついでカッターはバイトについて広く用いられるが、これまた鋼切削に安心して使えるようになったのはやはり新品種の出現以来であり、正面フライス以外に側フライス、平フライス、コンベックスカッター等、広く使用せられるようになって来た。また最近の目立つた傾向としてはフローリップ、ギデイングルイス社等の巨人機が続々と輸入され、また国産の大型専用機も増加して直径1米に近い正面フライスも出現している。



A. 鑽付型バイト



B. スローアウェイ化した場合

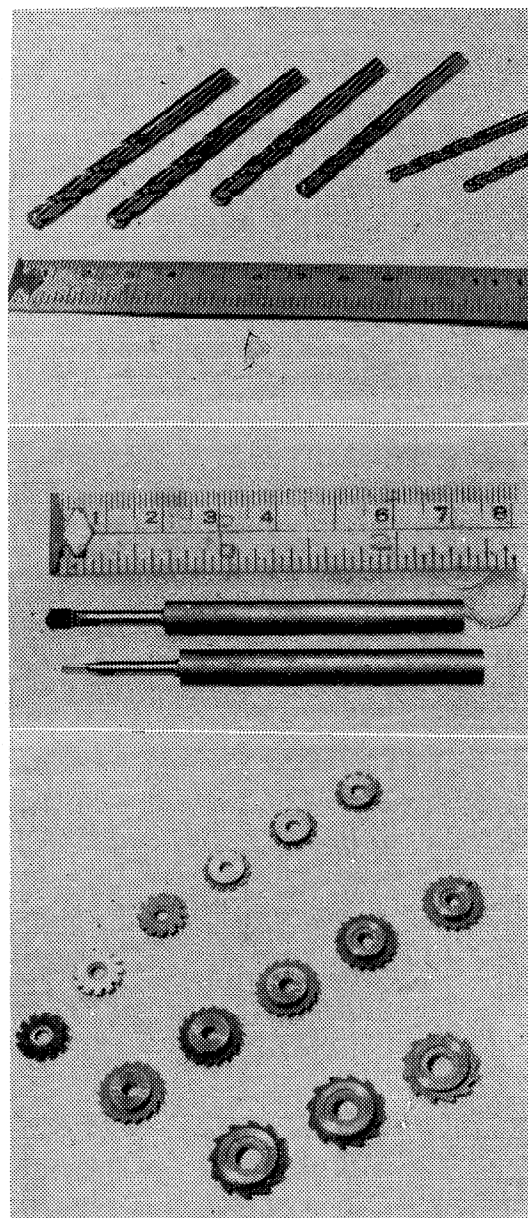
第5図 スローアウェイ化の効果

第2表 アメリカ規格原案一覧表

形状略号	正方形チップ			三角形チップ		
	負掬角型	正掬角型	零掬角型	負掬角型	正掬角型	零掬角型
	SQT	SQP	SQN	TBT	TBP	TBN
型番	各々 12U2, 16U3, 24U4の3種			各々 8U2, 12U3, 16U4, 20U6, 24U8, 28U10, 32U10の7種		
精度	各々 12P2, 16P2, 16P4, 24P4, 24P8の5種			各々 8P2, 12P2, 12P4, 16P4, 16P8, 20P6の6種		
角度	 $\pm 15'$ ($\pm 5'$)			 $\pm 15'$ ($\pm 5'$)		
取付寸法	 (mm) $\pm 0.13 \sim 0.25$ (± 0.025)			 (mm) $\pm 0.18 \sim 0.36$ (± 0.025)		
大きさ	 (mm) $\pm 0.13 \sim 0.18$ (± 0.025)			内接円直径 D (inm) ± 0.13 (± 0.025)		
厚み	(mm) ± 0.13 (± 0.13)					
平行度	(mm) 0.025以内 (0.025)					
逃角	$\pm 1^\circ$ ($\pm 1^\circ$)					

註①型番U, P, $\left\{ \begin{array}{l} \text{前の数字は対辺寸法} \frac{0''}{32} \\ \text{後の数字はノーズ半径} \frac{0''}{64} \end{array} \right\}$ を示す

② () 内寸法は精密用を示す

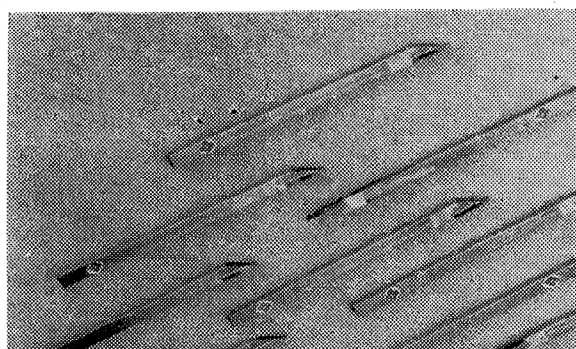


小径ムクドリル

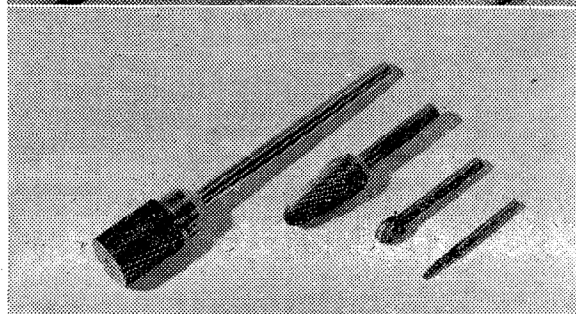
手 錐

薄刃メタルソー

第 6 図 微小工具



第 7 図

P B
バイト

第 8 図

超硬バール

カッターについて新しい傾向は深孔ボーリングヘッドの超硬化で、従来小径のボーリングに用いられた半月錐式の設計や、トレパニング式のボーリングヘッドがベルチエ社のボーリング機の輸入に伴い各所で使われる段階に到っている。

これら大型工具の超硬化と反対に時計工業を中心とした微少精密部分加工用の微少切削工具も第 6 図に示す如く小径のムクドリル、平錐、薄メタルソー、微少側フライス等が漸次超硬化されている。また第 7 図は小型自動盤用バイトを第 8 図は小型超硬バールを示す。

また切削工具の一部として、超硬リーマーと超硬スクレーパがあり、特に後者は最近漸く各所で使用されるようになり、使用方法によつて非常によい結果を得ている

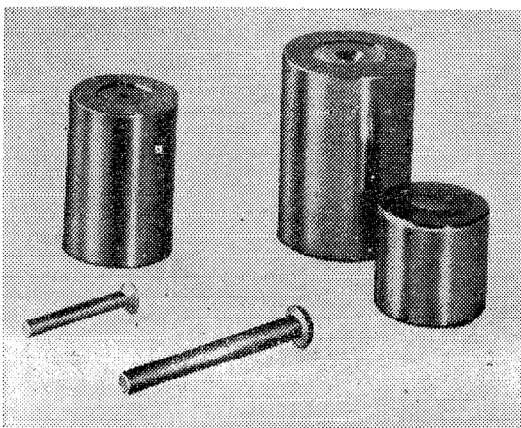
4-2 塑性加工工具

超硬工具の応用分野として最も古いこの分野においても超硬合金の改善と放電加工の出現に伴い、次第に新しい応用が増加した。即ち従来の引抜加工用丸ダイスから六角、四角等の異型ダイスに進み、各種の深絞りダイスに発展したが、更に熱間押出ダイス、衝撃押出ダイス等にも広く応用されるに至った。

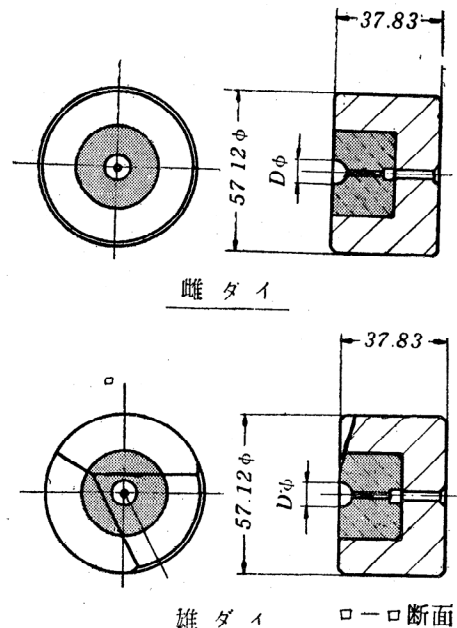
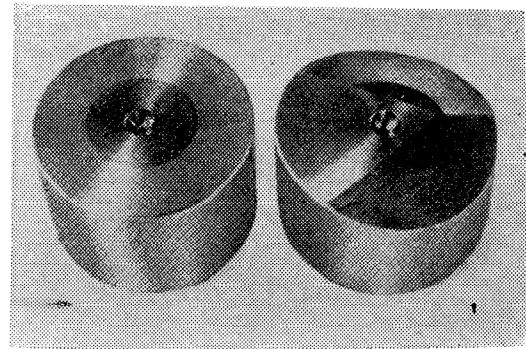
しかし最近の強靱な超硬合金は更に新しい用途として衝撃を伴う塑性成形工具にまで用いられるようになった。即ち第9図、第10図、第11図に示す如きボールヘッダー、ビスヘッダー、ボルトヘッダー等で各所で卓越した成績に示している。更に一段と複雑なものとしては製

工程	加工図	工 具
定長切断		シヤーダイ シヤーブレード
予備打ち		予備パンチ
仕上打ち	 	丸型 仕上パンチ 凹型 段付
頭部成型		打抜ダイ
ねじ造		

第9図 各種ベッター



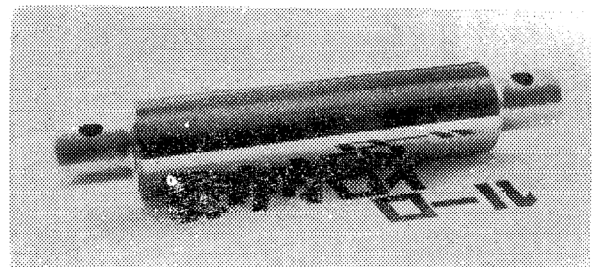
第10図



第11図

釘用工具があり、これも製釘機の整備状態によっては素晴らしい効果を挙げる。

今一つ塑性加工の分野で進歩の著しいものは川延ロールの超硬化で第12図にその一例を示す。最近では直径360mm、長さ400mmもの大型ロールも国産が可能になった。

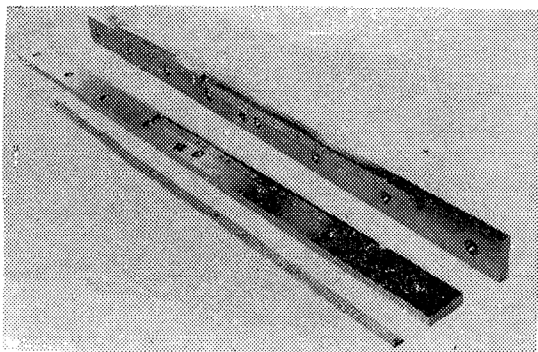


第12図

その他バーニング仕上用超硬ボール、スピニング加工用ロール等も新しい用途と考えられるのであろう。

4-3 剪断加工工具

この種工具で一番簡単なものはシャー刃で第13図は硅素鋼鋳剪断用大型シャー刃を示す。一般には更に複雑な



第13図 シャー刃

ものとしてプレス加工に用いるパンチとダイである。これも超硬合金の強靱化と放電加工の進歩により次第に普及し、電気器機用硅素鋼板の打抜、チェインプレート、ペン素材、鋸刃等に広く用いられるようになった。

また以上の金属剪断の外に合成繊維の剪断、ゴムの剪断等にも超硬合金の応用されることも多くなりつつあ

る。

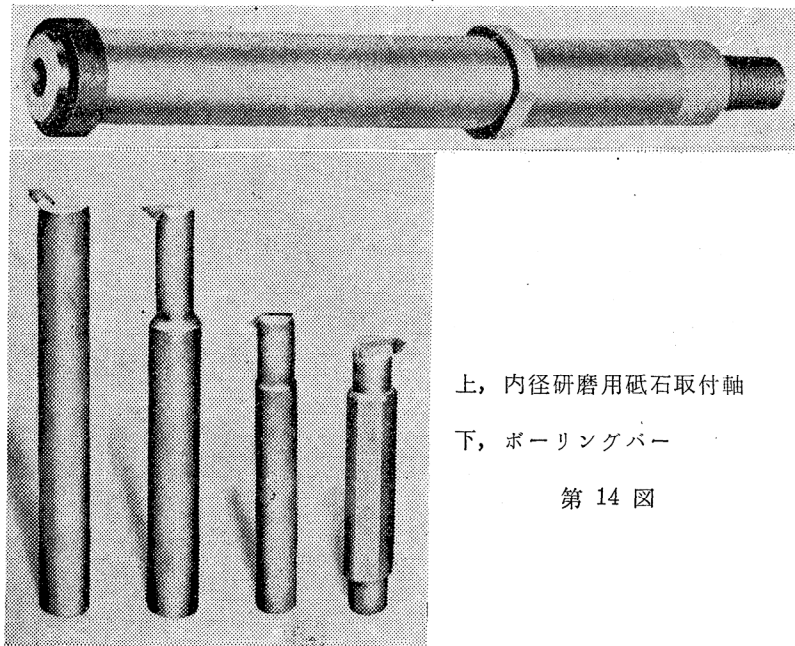
4-4 耐磨耗部品

これは本来工具という分類に入らない各種の部品でありたとえば一般に常識化したものではレースセンター、グラインダセンター、センタレスグラインダーや、矯正機の受台、マイクロメーターのアンビル、更に各種のゲージ類等がある。更に最近では超硬ボール、超硬ニードル等も新しく出現した。また各工場ではそれぞれ独自の着想により量産機、自動機の各所に超硬合金を利用し、耐磨による機械事故や、製品の精度事故を防ぐことが非常に盛になつており、各種ガイド、スライドの面に利用して大いに効果を上げている。

また耐磨耗性の活用だけでなく、超硬合金の弾性係数が 60000kg/cm^2 にも及ぶことを利用して第14図インターナルグラインダーの砥石軸や細長いボーリングバー

に用い、撓みを減少するのに成功しており、部品としての新しい分野といえるであろう。

以上、工作機械と共に用いられる超硬工具を中心としてその近況を概説したが、超硬合金も出現以来はや30年を経て漸く身近に親しまれる工具材料として広く愛用されるようになり、更に新に従来のものをカーバイド系超硬工具といえどオキサイド系超硬工具ともいうべきセラミックの弟分を生み出し、いよいよ機械工作の高能率化に貢献せんとしている。ここに広く読者諸兄の御支援と御鞭撻を御願ひして本稿を終りたい。



上、内径研磨用砥石取付軸

下、ボーリングバー

第 14 図

(21頁より続く)

いないのは残念だ。

防振 前にフライス盤の所で少し述べた。又主軸台や心押台の下に防振ゴムを使う。とくに研磨盤に使うがよい。

技術提携 昌運カズヌーブ、三菱エリコン、その他ハイド、ベルチエなど前から衆知のものは別にして、この頃は牧野と富士電機通信、三菱造船と三菱電機、日立

精機と大阪工作所など国内同志も進みつつあるようだ。外貨の国外流出を防ぐのでよい。

値段 値段を一々調べたのではないが、Churchill (英) の平面研磨盤 $10'' \times 30''$ で300万円である。これは国産に比して約10%は安い。チェコスロバキアのもの、例えば彫刻盤などは30%も安い。スイスの Frautschi & Monney の倣いドリルは30万円位である。