

超硬切削工具と粉末冶金工業の趨勢

住友電気工業株式会社
特品部粉末冶金技術課長

入 江 啓

(田中義信教授紹介)

今春三ヶ月にわたつて超硬工具関係の工場を中心に欧米各地の工場を見学する機会を得たのでここにその中の感銘深い二三の点に就て述べたい。

1. 超硬工具メーカーを訪ねて

先ず超硬工具に就ては有名なウイディア、ケナメタル、フアーサロイ等の数社を訪れ第一に感じた事は超硬工具の豊かな将来性である。1927年初めてウイディアの名の下に世にあらわれて約30年超硬工具は切削工具面では従来の高速度鋼による切削速度 $20\sim 40\text{m}/\text{min}$ を一躍8倍の $150\sim 300\text{m}/\text{min}$ に上昇し、ダイヤ等の耐摩工具面に於ては更に著しい寿命の増加を可能にし、又最近には鉄山用鑿岩工具として著しい性能を挙げつつある事は周知の処であるが、超硬工具の応用、活用は漸く緒についたに過ぎず、之が活用方法の進歩と、他方使用材料に向上とに伴つて態々本格的な応用が行われんとして居る。

之に対応して超硬合金製造商に於ても粉末の調整、真空焼結、添加元素の研究、操作の自動化安定化に各社夫々真鍮な努力が払われて居るが専門的な合金製造商は省略して一般使用家各位にも関心の深い工具としての加工部門に就て若干詳細に述べたい。

(1) 鑲付技術の進歩

超硬合金はその製造法に於ける制約と価格の点とから小片を必要部門にのみ鑲付して使用するのが常識であつて、特に超硬合金が銅との親和力の強い事により従来殆んど電熱マツフル炉に於ける銅鑲付が推奨されて来た。併しこの方法によると 1100°C 以上の高温に曝される為、銅シャンクの変質は防ぐ事が出来ず、変質を許すとしても酸化による汚損は後の作業を煩雑にし、又不注意によつては超硬合金自体にも悪影響を及ぼす事が多かつた。

之を克服する為に鑲材と、鑲付炉の両面に著しい進歩が現われた。先ず鑲材については超硬合金とのなじみも鑲付後の強度も銅鑲に劣らず、而も鑲付温度を 700°C 前後に低下し得る特殊銀鑲の出現で、銀の他亜鉛、ニッケル、其の他の元素を加えた五元合金が、専用の特殊溶剤と共に売出され盛んに用いられて居る。

他方鑲付炉の方は我國に於ても既に各所で試みられて居る高周波鑲付炉の進出が目立ち、ギャップ式、モーターゼネレーター式、真空管式、の各種高周波発生装置を用い、鑲付部分丈に簡単な加熱コイルを装置して銅シャンク本体には殆んど有害な温度上昇を来さず、数秒乃至十数秒の短時間で鑲付する事が可能になり、上記の銀鑲採用と相俟つて超硬工具の強度を増大し、設計を便利にして居る。

又超硬合金鑲付で常に悩まされる鑲付亀裂の問題に就ては所謂サンドウキツチ鑲付法により殆んど之を解決して居る。元來鑲付亀裂なるものは超硬合金が鋼の約1/2の膨脹係数しか持たぬ為鑲付後の冷却時大きな応力を受けるに因ると考えられ、之を防ぐ為鑲付層を厚くする様、従来から銅鑲の間に鋼金網等を介在させて来たものであるが、銀鑲の採用に伴い銀、銅、銀とサンドウキツチ式に用いての鑲付が推奨され、鑲付温度の低下と相俟けて鑲付歪を非常に減少して居る。

(2) 研磨作業の進歩

超硬合金工具の研磨には炭化シリコン砥石、即ちカーボランダム砥石を使う事は周知の処であるが、最近ノルトン社では特に超硬合金用として研磨時の温度上昇の少ない新しい結合剤を用いた砥石を V.K なる記号を附して売出して居り、又砥石の回転軸を中空にし之を通じて水を送入し砥粒の間隙を縫つて遠心力により水を研磨面に充分に與える方式の砥石も一部で使用されて居る。

併し之等にして眼を惹くものはダイヤモンド砥石の進出で、従来の如きレゾノイドボンドの外にメタルボンド、ピツリフアイトダイヤモンド砥石が盛んに使用され、超硬切削工具の最終仕上げは、ダイヤモンドラッピングに依る事が一般の常識になつて居る。之は単に超硬工具メーカーに限らず、小さな町工場に於てもその工具室にはダイヤモンドラッパの一台は備え付け、之によつて最終仕上げを遡行して居り、又ダイヤモンド砥石によるチップブレイカーの研ぎ付けも非常に普及して居り、我國と相当な開きのある事が痛感された。

(3) 特殊加工法の發展

超硬合金にネヂを切れないかと言ふ様な事は我々超硬

工具設計者の時々夢見た処であつたが、之を現実に変現させる特殊加工法が最近に到つて急速に発展しつつある。即ち既に諸種の技術雑誌により紹介されたメソッド X、とキャピトロンが夫である。メソッド X は穿孔せんとする孔型に等しい断面の真鍮製電極を用い、電解液中で超硬合金とこの電極の間に強大な電圧をかけてスパークを生じ、迅速に穿孔する物で、極と品物との間隙を一定に保つ自動送り装置が巧妙に工夫されて居る。キャピトロンは全く之と異り、ニッケル等の磁歪材料を用いて超音波振動を生ぜしめ之に直結した穿孔針を品物にあてて機械的に穿孔を行うもので、各種の異型孔の穿孔、ネジ切り、彫刻等に盛んに応用されんとして居る。

(4) 超硬切削工具設計の進歩

設計面に於ける進歩は先にも述べた如く、工作機械の進歩、切削理論の発展、被削材の進歩と併行して止る処のないもので、特に著しい傾向はネガチプレキの活用、

インサート型工具、新型カッター等に現われて居るがここに詳述する紙面ももたぬし、個々の条件により甚だ複雑であり、更に根本的には工作機械の改良と言う問題を含むので省略させて頂き、特に興味のあるカッターの問題だけを次項で若干述べる事とする。

2. カーネー・トレツカー社を訪ねて

有名なミルオーキー・ミリングマシンのメーカーカーネー、トレツカー社はミルウオーキーの駅から自動車で約15分の郊外に廣大な鋸屋根を列ねて居る。先ず営業所で種々と挨拶やら雑談を交わして居ると、「貴方は日本の超硬合金メーカーだそうだが日本では超硬フライスは仲々問題が多いでせう。少くとも鋼のミリング作業では常にクレームがたえないのではないか。当社のミルオーキー・ミリングマシンが日本に輸入される様になる迄は其の悩みは絶えないでせう。」と仲々思い切つた事を言う。少々面喰つたり癪にさわつたりしながら絶けて話を聞くと、「当社では超硬合金をミリング作業に活用する為に

第 1 表 ミルオーキー・堅フライス盤主要寸法

	20 番	(2 番 H)	30 番	(3 番 H)	50 番	(4 番 H)
指 示 動 力	20HP	5 HP	30HP	7 ½HP	50HP	10HP
テ ー ブ ル 動 程	28"	28"	34"	34"	42"	42"
テ ー ブ ル 大 き さ	56"×12"	50"×10"	65"×15.5"	64"×13.5"	82"×18"	74×15.5"
主 軸 速 度 (R. P. M)	16 50~1250	16 35~1400	16 50~1250	16 20~1000	16 50~1250	16 20~1000
送 り (I. P. M)	32 ¾"~90"	16 0.5"~30"	32 ¾"~90"	16 0.5"~30"	32 ¾"~90"	16 0.5"~30"
早 送 り I. P. M.	150"	150"	150"	150"	150"	150"
電 動 機 馬 力	主 軸 送 り ホ ン プ	20	30	30	30	10
		3	3	7 ½	3	
		¼	¼		¼	
重 量 C. d. S	8000	4250	10000	6750	14525	8750
ベ ー ス の 面 積 巾 × 長	30"×55"	25"×43"	32"×61.5"	28"×49"	37"×68"	32"×55"
機 械 の 高 さ	75 ¾"	70"	81 ¾"	74"	98 ¾"	81 ¾"

10年の努力を重ねた。そして其の為に超硬合金用のミリングマシンを設計し、同時に之に使う超硬フライス自体運作つて居る。合金自体は需要家の要求で何処のものでも使うが之を取付けてフライスとしての完成は当社で行つて居る」との話から新しいミリングマシンとフライスの CSM 型について詳述して呉れ、工場中を連れ廻つて之でもか之でもかと、物凄い超硬切削の現場を見せて呉れた。その内容は既にカタログ等により我国にも廣く紹介されて居るが念の為次に其の二三の点を述べて見る。

(1) ミリングマシンの進歩

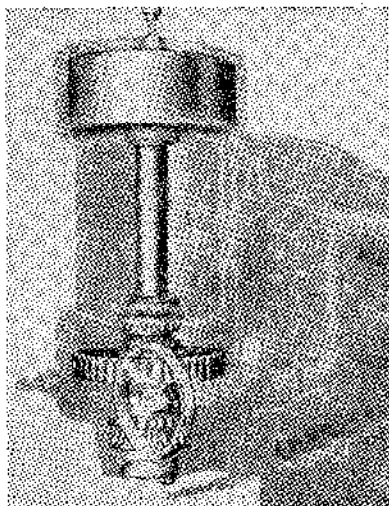
先ず同社が超硬切削用として特に銘打つて居る CSM 型の特徴とする処は次の諸点である。

(イ) 馬力の増大、従来のミルウオーキーフライス盤に比し如何にその馬力が増大して居るかは第一表に示す如くであつて、CSMの2番で20HP、3番で、30HP、最高は50HPに達し大略従来の5倍になつて居り、更に送りやポンプ用の電動機は別個に設けられ、高速深削りの性能を充分に発揮出来る。又主軸送動と送り電動機は電氣的に連絡して居り主軸の停止と共に自動的に送りも停止す

る。

(ロ) 主軸にフライホキール

超硬フライス加工でフライスの傍にフライホキール附ける構想は少し以前からも推奨されて来たが、本フライス盤では第1図の如く主軸の一端に大きなフライホキール



第 1 図

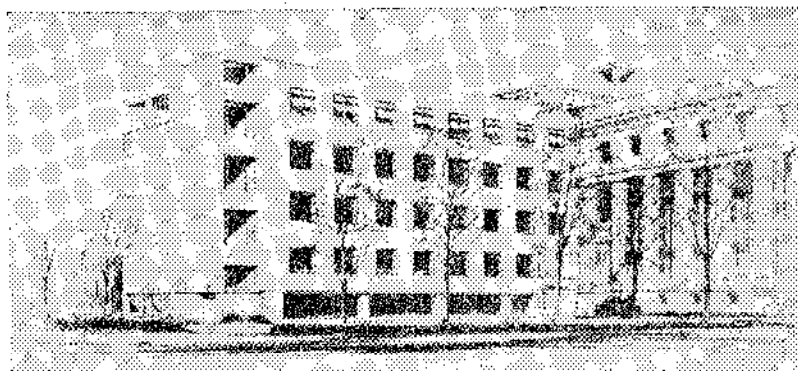
ルを附し、2番で140kgから最大は270kg位のフライホキールの重量を示して居り、之によつて断続切削に伴う衝撃を緩和し超硬合金の特性を有効に発揮させて居る。

(ハ) 其ノ他

上記の馬力の増大と切削速度、切込量の増大に伴い必然的な要求として非常に剛性の高いフレームを用い、又クライムカットを常用し得る様傳導装置に工夫が凝らされて居る。

(2) 超硬フライスの進歩

超硬合金を全般的に活用する設計と自慢する同社のCSM フライス盤は外観第二図に示す如きもので、(イ)ムクの超硬合金ブレードをフライス本体に $+15^\circ$ のラヂアルレーキで後光型に取付け、更にその刃先部に小部分の第一ラヂアルレーキと称するレーキ角を持つたランドを設けて居る事、(ロ)軸方向にはすべて -7° のネガチブ



第 2 図

レーキを與えて居る事、(ハ)切刃の前に充分な切屑の除去溝があつて、能率よく切屑が除去される事が特徴で特に鋼切削では双数を可成り減らしこの切屑溝を大きく取り、前記の第一ラヂアルレーキを -6° 〜 -10° と大きく負角にして居る。

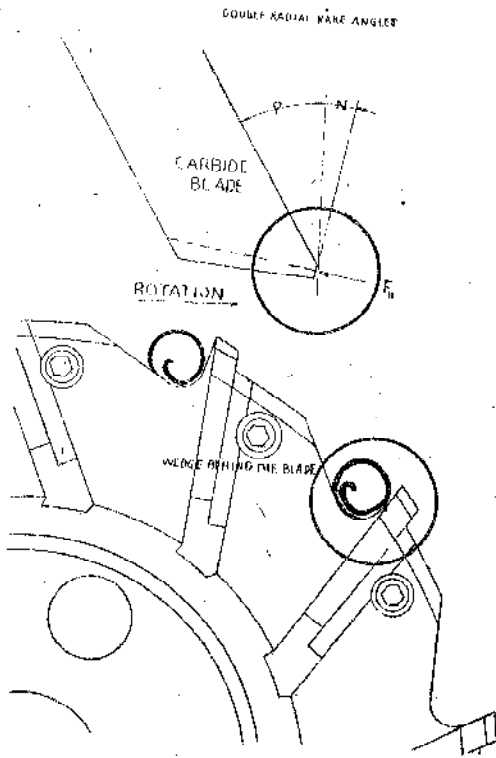
尚之等の詳細に就て述べる事は多々あるが既に我々の権威早坂氏が小峰工業出版の「工具(II)」に詳述して居られるので之に譲り、ただかかるフライス盤とかかる超硬フライスが工場中に100%活用され、各種鋼材が木材を削る如く処理されて居るカーネートレッカー社を見て廻つて、我々工具のメーカーの責務を痛感すると共に我々工作機械メーカーとの緊密なる連繫の必要性をつくづくと感じた事を記してこの項を終り置い。

3. M.I.T.の金属切削教室を訪ねて

切削工具を造る者として其の基礎となる切削理論は弁えねばと常々考え乍ら我々の接する切削理論は実験室的なデータに基く高踏的な理論か、現場の報告に基くバラバラなデータばかりで、結局永年の経験以上に法則もないと慨歎しつつ紹介されたマサチューセツツ大学のショー先生を訪ふ事とした。処が行つて見て驚いた事は、先ず機械工学部の中に工作機械並に金属切削科と称する一科が独立して居り切削に関する理論と技術が秩序立てて明快に指導されて居る事と、第二にゼネラルモーターから寄贈され今春竣工したばかりの100万の金属加工研究室の立派なことであつた。

前者の切削講座の内容に就ては別の機会に詳述することとするがショー先生の御自慢話によると、従来経験以外に取得の道がないとされた金属切削学をはじめこの科で講座としてまとめる事が出来、切削理論と共に切削力の測定、切削温度の測定等の技術は完全に身につけた学生を世の中に送り出せる様になつたとの話で、この金属切削科が金属切削学のルネッサンスを展開したと自負して居られた。

又後者の金属加工研究室は第2図の写真に示す如く400〜500坪の五階建てで、先ず一階は周辺三面が硝子張りの作業場で、シンシナチー、ミルウオーキー、アメルカン、等々我々の垂涎措く能わざる最新型の工作機械がズラリと並び学生がこれらによつて切削の初歩実習から、各種の新しい研究の数々に勤しんで居る。2階の大半は講義室で、中には3階まで突抜けた階段教室もあつて、正面の黒板をあげると背後から説明用の工作機械が引き出



第 3 図

せ、実物に就ての実演と講義が出来る。更にその背後にはエレベーターがあつて、望みのままの機械を1階より持ち上げ教材に供し得る構造になつて居る。3階はプレス加工、4階は引抜加工と言う様に設備が配置されて居り全く到れり盡せり、明治時代の工作機械で切削実習を辛うじてする日本の学生が羨れになり、今一度こんな処でミツチリ勉強したいと感じた次第であつた。

4. 超硬切削研究会に望んで

ニューヨーク滞在中の一夕、ハドソン河を挟んで対岸のホボケンにあるスチューブンス大学で超硬切削研究会があると報に早速、聴講に赴いた。集るもの40~50人、半数以上が職長さんらしい人々で、半数が既に頭の光つた年輩の人々である。夕刻7時から2時間夜、超硬切削工具の使い方を主とした討論会で毎月1回例会があるのだそうである。当日は先ず、「超硬切削工具による不銹鋼の切削」と言う題目で或社の技師が講演を行いそれから討論に入る。講演の内容はあの削り難い不銹鋼を200ft/min から 250ft/min で毎日削つて居る諸データの報告で、結論として超硬合金による不銹鋼の切削にはS種とかG種とかの超硬合金の品種の選定は問題ではない。問題は硬度の高いものを選ぶ事と、適当な切削剤をふんだんに使う事であつて、切削剤が充分であれば

クレーター摩耗も怖れる事はない。と言つた様な非常に勇敢な話であつた。話の結論については我々としてすぐには納得も行かないが、感銘を深くしたことは、我国に於けるかかる催しの多くが、学会の如きもの主催で行われ、超硬切削を論ずるものが超硬合金メーカーであることとの対比である。このホボケンの研究会は全く使用者の集りで主催しリードする人は使用者である。勿論カーボロイやケナメタルのセールスエンジニアも居た様であるがその発言には威力がない。考えて見れば超硬合金による切削法を知つて居る者は実際に之を日々手にして使つて居る人であつて決して超硬合金のメーカーではない。我国超硬合金の歴史も既に20余年、何時迄も啓蒙的な超硬合金メーカーの一般論的講演ではなくて、使用者の身についた切削法の話が出て来る様になりたいものである。

先に述べたカーネートレッツカーの超硬フライス開発の努力と言ひ、この切削研究会の行き方と言ひ、我国との水準の差を眼の前に見せられた感が深く、超硬合金工具製造に携わる者として一般使用家各位並に工作機械メーカーの各位と密接に手を握つてこの水準の向上に努力したいものだと思ひ、長いリンカーントンネルを通りながら冥想に耽つた。

5. 粉末合金学会の年次大会に列して

4月29、30日シカゴで行われた粉末合金学会と粉末合金工業用機械の展示会にも幸い参加する好機に恵れた。粉末合金工業が近時長足の進歩を遂げて盛大な発展をなして居る事は予期して居たが、500余人の参加者を見て今更その盛大さに驚いた。展示会の主なるものは各種粉末の展示、還元炉、焼結炉、各種高能率プレス、各種測定器が主なるもので大して読者の興味を惹くものもないと思うので年次大会の講演を主として雑感を述べたい。

先ずこの大会で講演された題目から粉末合金工業の重点と思われるものを上げると次の三つである。

- (1) 構造部品(マシンパーツ)としての粉末合金
- (2) 耐熱材料としての粉末合金
- (3) 磁石材料としての粉末合金

この内特に研究面に於て興味を中心は(2)の耐熱材料で、ジェットエンジンのタービンブレードを対象として各社が真剣に取り組んで居る問題で見学したどの超硬合金メーカーでも高温のクリープ試験等に熱心であるのが見られた。

(1)の構造部品としての粉末合金は研究的な興味よりも寝る企業的な興味を中心で非常に多種多様な方面に予想以上の進出を見せて居る。単的に言ふと之は所要成

分の、即ち銅とか鋼とか特に是不銹鋼とかの粉末を押し固めて、機械加工なしに所要の構造部品を造る事で、例えばタイプライターの部品、ミシンの部品、中には時計の部品迄がこの方法で生産され使用されている。而も精密鑄造や精密鍛造等とは異なり非常に精密な寸法に迄機械加工なしに造り上げることが特徴とされている。

併しこの精密な仕上げを可能にする根本は精密なるプレスに基くもので、そのためには精密な金型の準備が第一条件となる。従つてそこに生産単位が当然問題になり同じ物を多量に要求せられて初めてその効果が発揮され

ること等直ちに想像されたる処である。鑄造鍛造等対して如何なる処にその探算眼界が置かれるか、米国のあの膨大な需要を前提として初めて可能な企業であるか、種々考えるべき問題を包蔵して居るが、兎も角米国に於ては之が発展は目覚ましいものがあり、百貨店にも粉末合金製の玩具の機関車が陳列されて居る程で、将来の発展は非常に興味深いものと考えられる。

以上、誠に取とめもなく全くの見学雜感で恐縮ながら本稿を終り度い。

研削作業に就いて

日本磨砥石株式会社取締役 三浦自勝
(田中義信教授紹介)

(1) 研削砥石の沿革

- 第一期 主として砂岩を使った天然砥石時代
- 第二期 Emery 又は粉碎した Corundum を砥粒とした人造砥石時代
- 第三期 酸化「アルミニウム」質砥粒^(A) (charles. BJacob 1897 AD 発明) 又は炭化珪素質^(C) (Edward goodrich a cheson 1891 A.D 発明) を使つている
現代の人造研削砥石時代

(2) 人造研削砥石の砥粒

(A)系	(WA) 砥粒	バイヤー法に依るアルミナ熔融し結晶させたインゴットを粉碎したもので無色透明の純粹な「コランダム」結晶粉から成る。
	(A) 砥粒	ボーキサイト、アルミナシエールなどのアルミナ鉱石を環元熔融して不純分を少くし結晶させたインゴットを粉碎し精粒したもので酸化チタニウム其他の不純分を少量含み褐色のコランダム結晶粉からなる。
(C)系	(GC) 砥粒	純粹な炭素材と珪石を原料として電気抵抗炉で加熱し純粹な炭化珪素の結晶を發達させたインゴットを粉碎し精粒したもので緑色の炭化珪素結晶粒から成る。
	(C) 砥粒	比較的純粹な炭素材を原料として電気抵抗炉で加熱し炭化珪素の結晶を發達させたインゴットを粉碎し精粒したもので黒色の炭化珪素結晶粒から成る。

砥粒	純度	比重	硬度	靱性	用途
A	Al ₂ O ₃ 90~95%	min 3,91		100 √	鋼材粗研削
WA	Al ₂ O ₃ 98,5%以上	min 3,93		81 √	仕上研削
C	SiC 94 %以上	3,16~3,24	^	60 √	鑄鉄、陶磁器、石材
GC	SiC 98 %以上	3,16~3,24	^	60 √	炭化タンゲステン工具

砥粒の品種による用途

工作物の材質により砥粒の品種を撰択しなくてはならぬが例えば金属の場合ならばその材質の抗張力の大小又

は非金属の場合には其品種等によりて適當な砥粒を撰択しなくてはならぬ。

1 A Al₂O₃ 90~95%