

超硬平かな刃の研削

小西千代治⁽¹⁾Chiyoji KONISHI: Studies on Grinding of Tungsten
Carbide Knife

要 旨: 木材工業界でも近年とみに利用されるようになった超硬合金工具の研削についてであるが、研削方法に関する具体的な研究は今までのところあまり見あたらない。ここでは使用する砥石、研削方法の違いが研削精度にどのように影響するかを検討してみた。使用した研削盤は岡崎製作所のもので、実験に示した平型砥石、ワン型砥石の両方を使い分けるようになった構造のものである。G C 砥石で一定量研削した後ダイヤモンド砥石で研削したが、研削量が逐次増加するにつれ切刃線のあらさは減少するが、ある量まで研削すればその後のあらさはあまり変化しない。また、ダイヤモンド砥石の粒度が研削精度に及ぼす影響は明らかであった。

1. ま え が き

木材の切削加工面でも被削材料の質的变化、すなわち刃先を極端に摩耗させる成分を含んでいると思われる南方材、あるいは接着剤を用いた複合材、積層材その他パーティクルボードなどのごときものが増えてきた。そして、これらの加工に対してほとんどチップソー（超硬合金ろう付刃丸のこ）が使用されるようになってきたのであるが、単なる鋸断にとどまらず、表面、側面の切削による平滑仕上げ、あるいは接手加工の分野でも超硬合金の使用が要望されている。チップソーの場合の再研削はほとんどメーカー側で引き受けているようであるが、平かなのごとき形状の簡単な超硬合金のろう付刃の再研削は、当然ユーザーサイドで実施しなければならないと思う。ところで、切削困難な硬い材料の切削はもちろん、刃物の寿命向上のためにも超硬かな刃の使用、普及をはかるべきである。超硬合金の特質、チップソーの寿命、あるいはその研削法に関しては若干の文献⁽²⁾に紹介されているものの、具体的な研削の方法、砥石の種類を選択などについての報告はあまり見当たらない。超硬かな刃は硬度が高い反面靱性に乏しいので、研削には種々の問題点があるが、ここでは特に刃先の研削精度に対して使用する砥石、研削方法がどのように影響するかを検討するための試験を行なった。

2. 試 験 方 法

2.1 供試かな刃

超硬合金はタングステンとコバルトの粉末を焼結して固めたもので、J I Sではこれを2とおりに大別している。金属切削用としてはS種、木材加工用としてはG種が利用されている。そしてG種のうちでもG 1, G 2, G 3の順に硬さが減少するが、逆に靱性は増加する。J I Sにおける硬さは、ロックウエルAスケールでG 1は90以上G 2, G 3は89となっている。今回の供試かな刃にはG 2を用いたがその硬

さはビッカースで測定した結果、Hv 1404～1505 であった。なお供試かな刃の寸法は、幅30×長さ50×厚さ4 mmで仕上げの刃先角は45° とした。

2.2 使用 砥 石

超硬合金工具の研削にはG C砥石あるいはダイヤモンド砥石が用いられる。G C砥石の砥粒自体の硬さは超硬合金とあまり差はない。したがって、砥石の硬さ、すなわち結合度は硬いほど消耗は少ないが、いたずらに硬くても、砥粒が鈍化して目づまりを起し、超硬合金と摩擦するに終わる。逆に軟らかければ砥粒の脱落は早く砥石の消耗は大となる。結合度はF, G, H, I, J, Kの順に硬くなるが今回は結合度H, 粒度 #120 を用いた。超硬合金の研削用砥石はダイヤモンド砥石が良いとされているが、高価なので、金属のバイトなどの研削にはG C砥石が使われている。しかし、木工用かな刃の場合は刃先角が鋭角なので、刃先の仕上げ研削にはG C砥石は不向きである²⁾。ダイヤモンド砥石の場合、結合剤の種類によって、レジノイドボンド砥石、ビトリファイドボンド砥石、メタルボンド砥石に分類されるが、今回は砥石の寿命は低い研削能率が高く、平滑仕上に適するレジノイドボンド砥石を用いた。なお、仕上げ方法、砥石の粒度が研削の仕上げ精度とどういう関係にあるかの検討の目的から形状は平型、ワン型に分け、粒度は #200, #400 の2とおりにした。試験に使用した砥石は Table 1 に示すとおりである。

Table 1. 使 用 砥 石
Grinder used in test

種 類 Sort	ボ ン ド Bond	型 Form	粒 度 Mesh	結 合 度 Bonding strength	重さ (g) Weight
G C	ビトリファイド Vitrified	平 型 Flat type	120	H	—
ダイヤモンド Diamond	レ ジ ノ イ ド Resinoid	平 型 Flat type	200	N	528
"	"	"	400	P	528
"	"	ワ ン 型 Cup type	200	N	899
"	"	"	400	N	899

Table 2. 実 験 時 の 諸 条 件
Condition for the test

		砥石の外径 Diameter of grinder	回 転 数 Revolution	研 削 速 度 Grinding speed	送 り 速 度 Feed speed	備 考 Note
G C	#120	(mm) 200	(r.p.m) 2,850	m/min 1,790	m/min 11	湿 式 Wet
ダイヤモンド平型 Diamond wheel of flat type	#200	150	2,850	1,340	14	"
	#400	150	2,850	1,340	14	"
ダイヤモンドワン型 Diamond wheel of cup type	#200	150	2,850	1,340	14	"
	#400	150	2,850	1,340	14	"

2.3 研 削 盤

岡崎製作所の MD350 の精密平面研削盤で、主軸の回転数は 2,850 rpm, 主軸モーターは1.5kw, 2 P で、砥石軸先端円錐面の振れは 0.007mm, 研削は湿式方式である。また研削時の切込みは手動方式を採

用した。切込量は、砥石が一定速度で左右に移動する回数が5～10回ごとに約 2.5μ ずつにした。Table 2は実験時の諸条件である。

2.4 研削方式

研削方式は刃先に対し砥石の進行方向の違いにより上向き研削、下向き研削とあるが、一般に行なわれている上向き研削方式を採用した。次に、かな刃の切刃線方向と砥石軸の関係において、平型砥石を用いた場合と、ワン型砥石を用いた場合は Fig. 1 のごとく異なる。

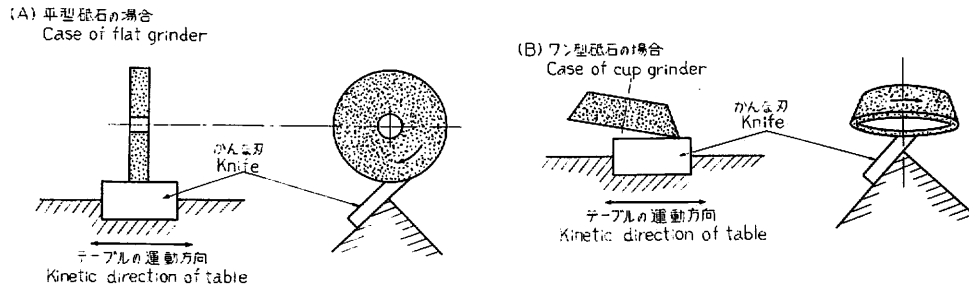


Fig. 1 研削方式
Type of grinding

2.5 切刃線のあらし (凹凸状態) の測定方法

切刃線のあらしを表示する方法として、万能投影器で切刃線の部分を拡大撮影した。このとき倍率は100倍である。また触針式アラサメーター (小坂研究所製) で切刃線の凹凸を測定したが、このときの縦倍率は2,000倍にして記録すると同時に、中心線平均あらしの値を測定した。記録時の紙送り速度は4mm/secであった。中心線平均あらしの値を測定する際にはメーターカットオフを0.8mmとした。

3. 試験結果および考察

3.1 GC砥石による仕上げ精度

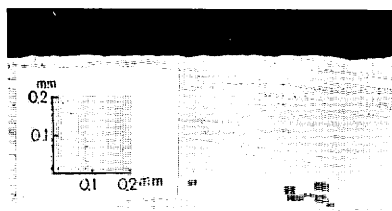
ダイヤモンド砥石で実験するまえに、供試かな刃の切刃線の真直度 (凹凸状態) を同一にするため、まず Table 1 に示した GC 砥石で15～18分間研削した。その時の切刃線の真直度を Fig. 2, Fig. 3 に示す。GC 砥石で研削したときのアラサメーターで測定した中心線平均あらしは、 $1.9\sim 2.6\mu$ の範囲にちらばったが、記録した Fig. 2, Fig. 3 をみる限りではおおよそのところ同じような状態であった。

3.2 ダイヤモンド砥石による仕上げ精度

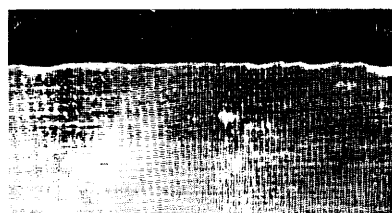
1) 研削量、時間と切刃線のあらしの関係

GC 砥石で仕上げ後、さらにダイヤモンド砥石で仕上げる場合、研削量あるいは研削時間が切刃線のあらしにどのように関係するかを検討してみた結果を Table 3 および Fig. 4, Fig. 5 に示した。その結果、ダイヤモンド砥石の粒度200および400で研削した場合、どちらも研削量の増加につれあらしの値は小さくなり、研削量がある値付近で切刃線のあらしが最小値を示す。粒度400の場合研削量が0.15mm、粒度200の場合も同じく研削量が0.15mmあたりに切刃線のあらしの値が、おおよそ小さい値に達することがわかった。そして、それ以上研削してもあらしの値がとくに小さくならないようである。以上のことから、一定の値 (今回は 2.5μ とした) 切り込んではスパーク研削 (砥石とナイフ先端の位置関係を変えないで同じ位置で5～6回研削をくり返すこと) を行ない、ふたたび 2.5μ ずつ切り込んでスパーク研

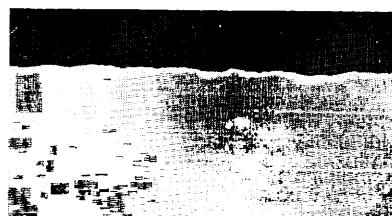
Sample No. 1



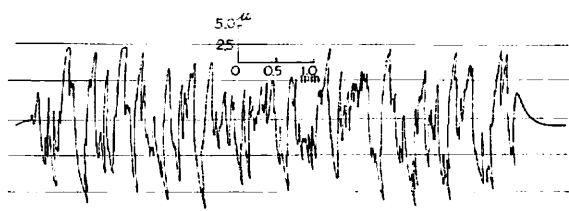
No. 2



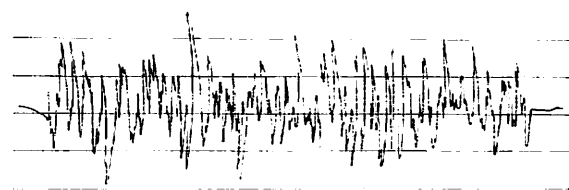
No. 3



Sample No. 1



No. 2



No. 3

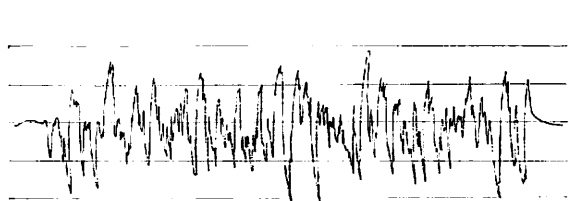


Fig. 2 GC #120 で研削したときの切刃線の状態
Unevenness of knife edge after grinding by GC # 120

Fig. 3 GC #120 で研削したときの切刃線のあらし
Unevenness of knife edge after grinding by GC # 120

削をくり返し、上記の切込量の合計値（ここでは研削量という）がある値に達した時点で研削を終了するようにすべきであることがわかった。Table 3 に示した研削量と研削の所要時間とは比例関係にある。ただし、今回の実験で用いた供試かんな刃の長さは 50mm であったので、研削量が 0.15mm で最良の研削精度がえられたが、かんな刃が長くなるほどかんな刃の両端、中央部をともにむらなく研削する状態になるまでには研削開始を基点として若干の時間をかけ研削する必要がある。そして、かんな刃全長にわたってむらなく研削できるに至る研削量なり研削時間は、供試かんな刃の寸法、研削盤の精度によって決めるべきであろう。

2) 砥石の粒度の影響

Table 3 および Fig. 4～7 で平型およびワン型のダイヤモンド砥石のそれぞれにおける、砥石の粒度が研削の仕上げ面にどのように影響するかがわかるが、いずれにおいても粒度 400 の場合が、粒度 200 に比して切刃線のあらしの値は小さいことがわかった。

3) 研削方式が切刃線あらしに及ぼす影響

試験方法の 4 項で述べたダイヤモンド砥石の形状を平型にした場合と、ワン型にした場合のいずれが研

Table 3. 研削量，研削時間，粒度と切刃線あらしの関係（ダイヤモンド砥石）
Effect of time and amount of grinding and mesh on the roughness
of knife edge (Diamond wheel)

(1) 平型砥石 Flat type grinder

粒 度 Mesh	# 200			# 400			
刃物 No. Tool number	研 削 量 Amount of grinding	研 削 時 間 Grinding time	中心線平均あ らし Value of roughness	刃物 No. Tool number	研 削 量 Amount of grinding	研 削 時 間 Grinding time	中心線平均あ らし Value of roughness
	(mm)	(min)	(μ)		(mm)	(min)	(μ)
1	0.08	6.5	1.15~1.30	4	0.04	3.5	1.50~1.80
2	0.15	12.5	0.90	5	0.08	6.5	0.57~0.60
3	0.23	19.0	1.05~1.20	6	0.15	12.5	0.50~0.55
				7	0.23	19.0	0.70
				8	0.30	25.0	0.80~1.00

(2) ワン型砥石 Cup type grinder

粒 度 Mesh	# 200			# 400			
刃物 No. Tool number	研 削 量 Amount of grinding	研 削 時 間 Grinding time	中心線平均あ らし Value of roughness	刃物 No. Tool number	研 削 量 Amount of grinding	研 削 時 間 Grinding time	中心線平均あ らし Value of roughness
	(mm)	(min)	(μ)		(mm)	(min)	(μ)
1	0.08	6.5	1.20~1.50	4	0.08	6.5	0.62
2	0.15	12.5	1.10	5	0.15	12.5	0.62
3	0.25	19.0	1.00~1.20	6	0.23	19.0	1.00

削仕上げ精度が良好であるかを検討してみると，同一粒度，同一研削量の時点における切刃線のあらしは，あまり大きな違いがないようであった。平型砥石とワン型砥石とでは刃先の逃げ面の形状が Fig. 1 に示すごとく異なる。したがって，ハイス鋼あるいは炭素工具鋼などのごとく，最終仕上げを油砥石などを用いて手仕上げする場合など，刃先の鋭利さを要求するときは平型方式の方が適していると考えられている。しかし超硬合金のごとく，ダイヤモンド砥石を使って機械で仕上げを完了するような場合は，原理的にはむしろワン型方式が適しているのではなかろうかと考えられる。なぜならば，平型に比べワン型の場合砥面と刃物との接触する面積が小さくなり，それだけ摩擦熱の発生が少なくなると考えられるからである。しかし，本試験結果では上述のごとく差がないか，若干ワン型砥石の方が悪いようであった。これは，Table 1 による砥石の重量差による振動の影響が出たものとも考えられるが，この点はさらに検討してみる必要がある。

4. 摘 要

1) 超硬かな刃の研削仕上げに G C 砥石とダイヤモンド砥石の両方を用いて検討した結果，G C 砥石では切刃線のあらしは大きく，仕上げ研削には適さない。

2) ダイヤモンド砥石でも粒度 200 は 400 に比べ，切刃線のあらしは大きい。したがって実用上の研削仕上げ精度を望むならば，少なくとも 400 以上の粒度の細かい砥石を選ぶ必要がある。

3) 一方，研削における砥石の切込量の合計値すなわち研削量がある値以上になるまで研削しないと，

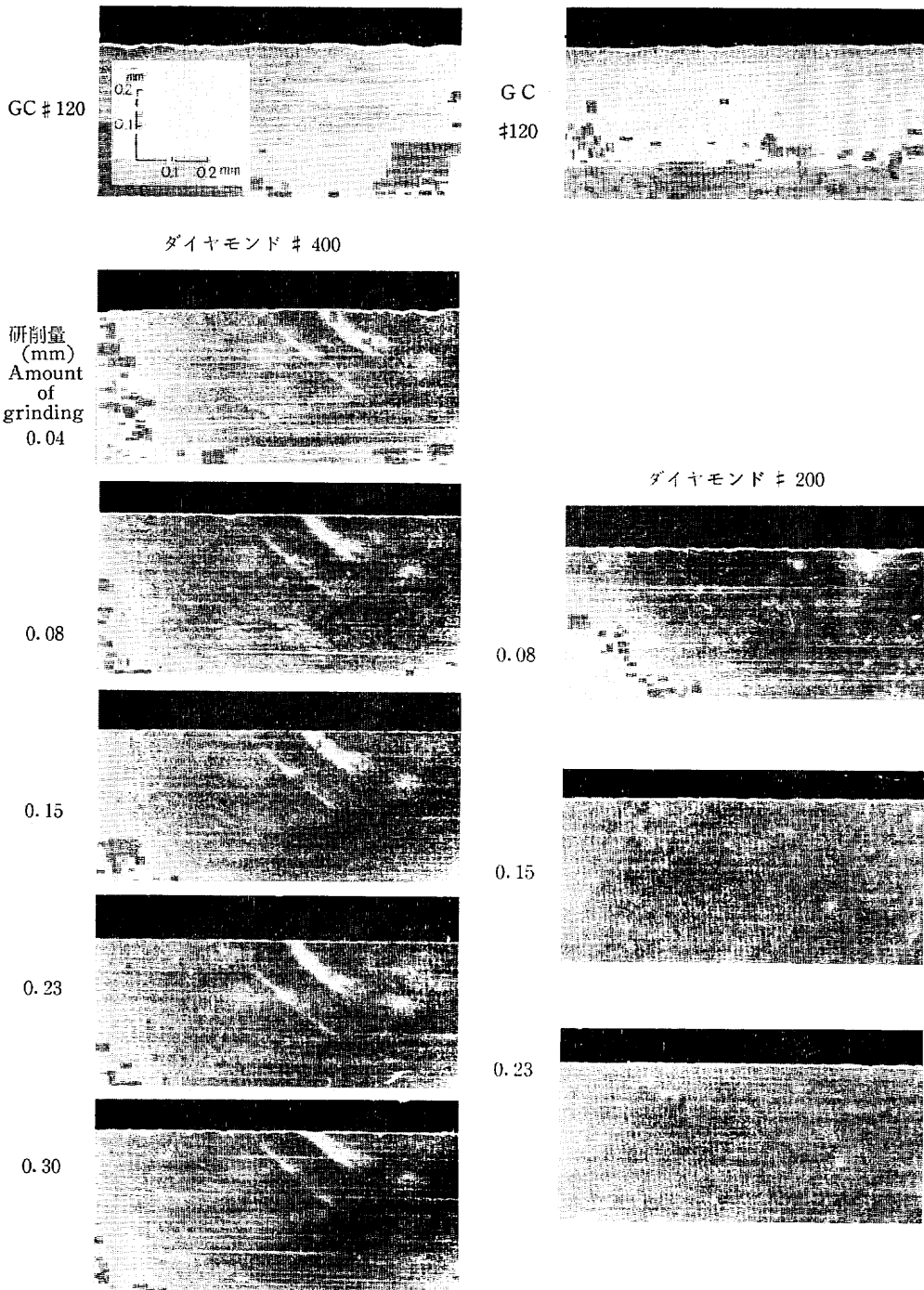


Fig. 4 ダイヤモンドの平型で研削したときの切刃線の状態
Unevenness of knife edge after grinding by flat type diamond wheel.

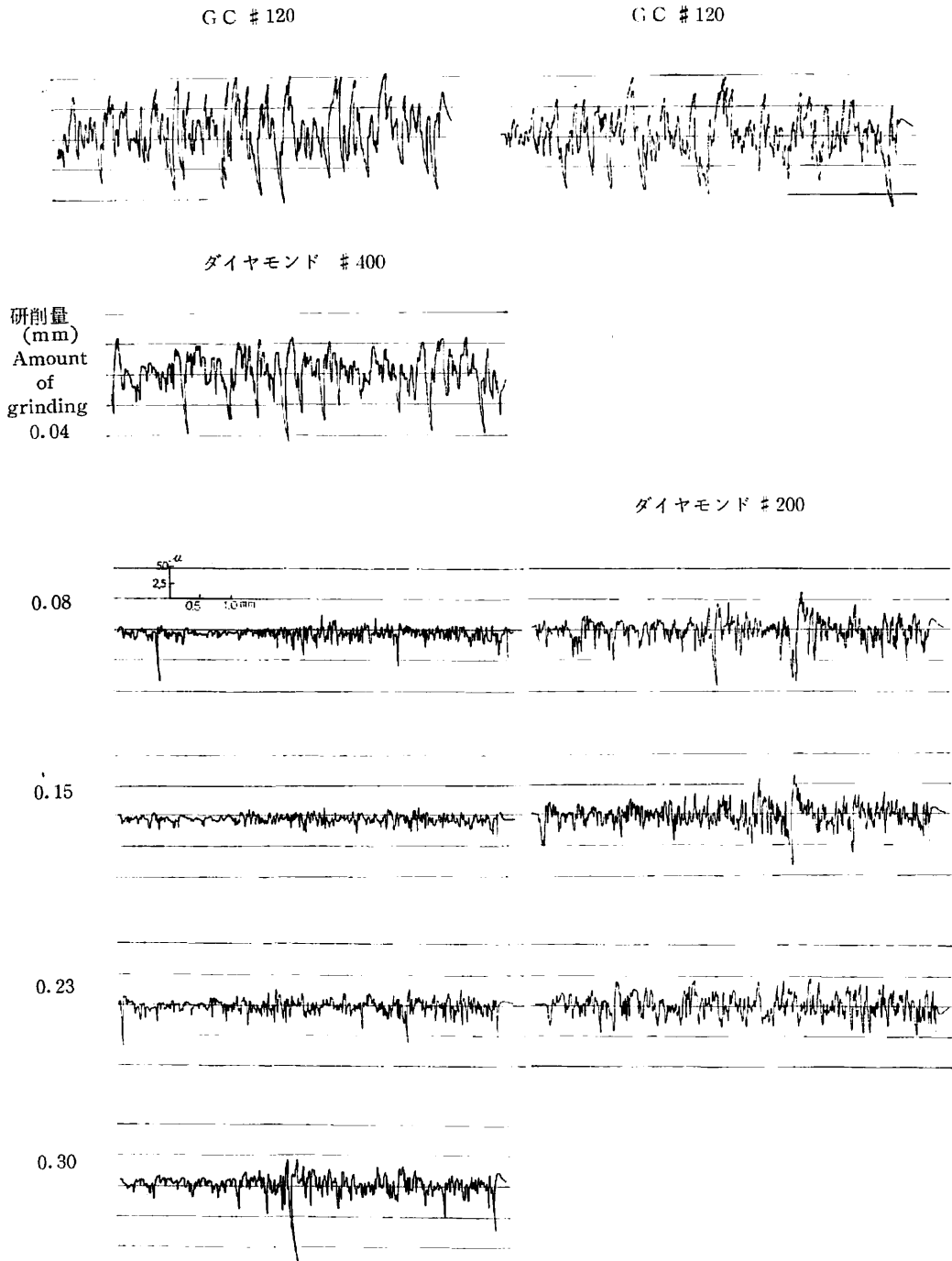


Fig. 5 平型ダイヤモンド砥石で研削したときの切刃線のあらさ
Unevenness of knife edge after grinding by flat type diamond wheel.

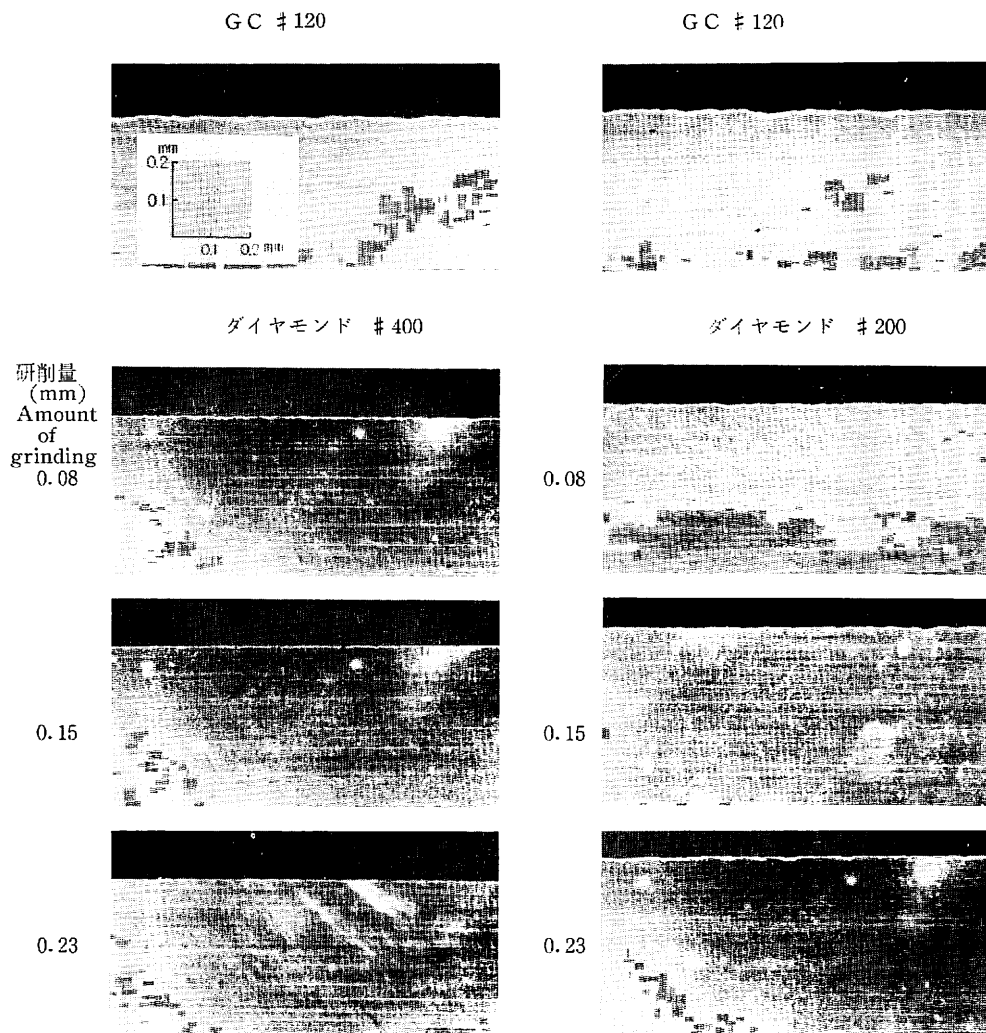


Fig. 6 ワン型ダイヤモンド砥石で研削したときの切刃線の状態
Unevenness of knife edge after grinding by cup type diamond wheel.

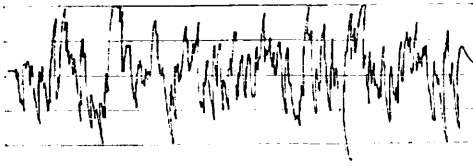
良好な切刃線が得られないことが明らかとなった。

4) 研削方式の違い、すなわち平型砥石、ワン型砥石のいずれの方式が良いかの検討を試みたが、両者の違いはあまり明かでなく、しいていえば本実験では平型砥石の場合が研削精度は良かった。

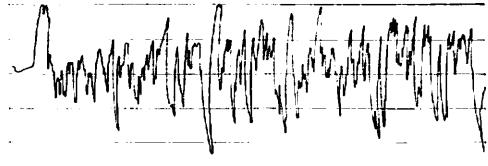
文 献

- 1) 平岩元徳：木材工業に於ける超硬工具の進歩，木材工業，14 (10)，476～480，(1959)
- 2) 小西千代治：超硬鉋刃の研削および切味の変化について (1)，木工機械，36，16～19，(1969)

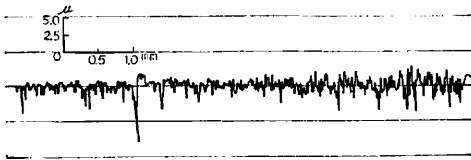
G C # 120



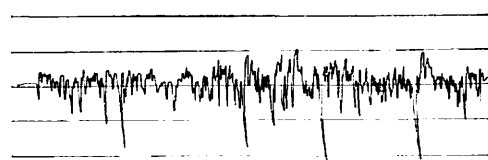
G C # 120



ダイヤモンド # 400

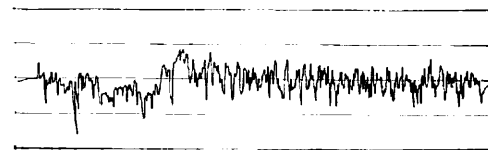
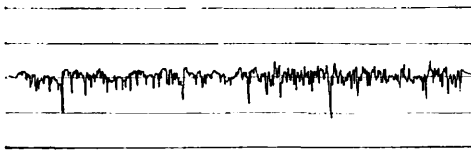


ダイヤモンド # 200



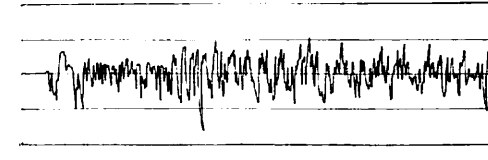
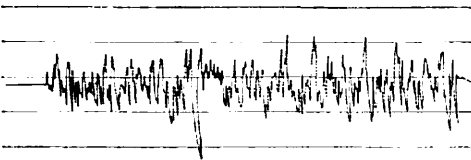
研削量 (mm) Amount of grinding
0.08

0.08



0.15

0.15



0.23

0.23

Fig. 7 ワン型ダイヤモンド砥石で研削したときの切刃線のあらし
Unevenness of knife edge after grinding by cup type diamond wheel.

Studies on Grinding of Tungsten Carbide Knife

Chiyoji KONISHI⁽¹⁾

Summary

This test was carried out to form the basis of a discussion on the effects of grinder used and grinding type on unevenness of knife edge.

Results of several tests that were carried out are as follows :

- 1) Unevenness of knife edge after grinding by G C wheel was $1.9\sim 2.6\ \mu$ according to measurement by roughness meter.
- 2) Unevenness of knife edge after grinding by diamond wheel was $0.5\sim 0.62\ \mu$.
- 3) In the relationship between unevenness of knife edge and amount or time of grinding, the former decreased proportional to increase of the latter.
- 4) The value of unevenness of knife edge after grinding by diamond wheel of mesh 400 was decreased as compared with mesh 200.
- 5) Value of unevenness of knife edge when flat-type grinding wheel was used decreased as compared with cup-type grinding wheel.