

3.1 バイト研削方法の異なる場合の寿命比較 (S45Cの旋削の場合)

泊 誠
前 野 一 郎

1. 諸 言

旋削加工における標準的な切削諸元については、工具材種と材料の組合せについて多数の実用的な数値が文献に示されており、工具、材料を正しく使う限りにおいては実用上大きな問題はないようである。

旋削用バイトは主として超硬合金と高速度鋼であるが、超硬合金が現在最も多く使われ、工具の研削方法も確立されている。

旋削工具の研削は超硬合金の場合、微小クラック防止の点からもG C砥石で荒研削後、ダイヤモンド砥石によって仕上研削する方法がとられ、又切削試験を行なう場合も工具諸元を統一するためにこの方法によっている。

この研削方法は工具研削盤によって可能となるが、工具研削盤のない場合はG C砥石で荒研削したままで使用しなければならない。

零細企業においてはこの傾向が強く、旋削の場合に（他の切削加工でもそうであるが）普通の切削標準を適用することに疑問がある。

本実験では機械材料として最も多用される S 4 5 C を用いて、ダイヤモンド砥石により仕上げられたバイト、G C 砥石で手研ぎ仕上げたバイト、及びこの後逃げ面のみハンドラツパーによりラッピング仕上げたバイトの計 3 種類のバイトについて寿命試験を行ない比較検討した。

2. 試 材

2-1 供試材

表 1 に示す化学成分をもつ機械構造用圧延鋼材（S 4 5 C、外径φ 1 1 0）を焼準（850°C、80 min 保持後空命）後、外径をφ 1 0 5 に調整したものを使用した。表 2 はその機械的性質、写真 1 は金属組織である。

表 1 供試材の化学成分

試 料	化 学 成 分 (%)				
	C	Si	Mn	P	S
S 4 5 C	0.46	0.28	0.81	0.008	0.019

表 2 供試材の機械的性質

(J I S 4 号試験片)

試 料	降 伏 点 kg/mm ²	引 張 強 さ kg/mm ²	伸 び %	硬 さ HB
S 3 5 C	40.8	70.7	26.7	181

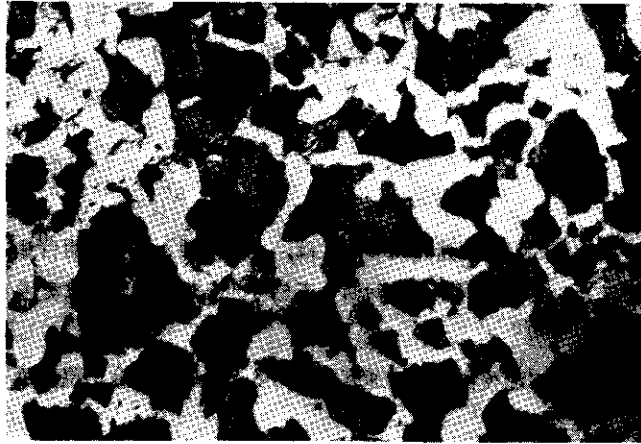


写真1 供試材の組織

2-2 工具

JIS 31-3形バイトで、チップはP20である。バイトの研削は全てのバイトを超硬バイト研削盤(WAIDA, DW-31型, ホイール#280)により刃部形状, チップブレーカー形状を同一に仕上げた後, それぞれ次のようにして仕上げた。

ダイヤモンド研削(D研削) 前加工のまま。(ダイヤモンド#280)

GC砥石研削(GC研削) ダイヤモンド研削された刃部形状を維持しつつ注意深く前逃げ面, 横逃げ面, チップブレーカーを手研ぎ研削。

ハンドラッパー研削(L研削) GC砥石で手研削されたバイトの前, 横逃げ面のみハンドラッパーによりラップ仕上げ。(#320)

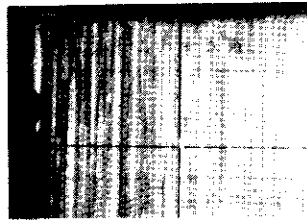
このようにして仕上げた刃部形状を表3に, 仕上がった逃げ面を写真2に示す。

表3 バイトの刃部形状

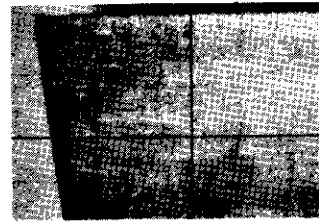
研削方法	バイト記号	刃部形状	横すい角 α (チップブレーカー)
ダイヤモンド (#280)	D1	(0, α , 6, 6, 8, 0, 0)	5°
	D2		5° 5′
	D3		5° 15′
GC砥石 (#120)	G1	上とほぼ同じ	3° 20′
	G2		-5° 35′
	G3		4° 30′
ハンドラッパー (#320)	L1	"	6° 14′
	L2		6° 5′



ダイヤモンド研削
(#280)



G C砥石研削
(#120)



ハンドラッパー研削
(#320)

写真2 仕上がったバイト横逃げ面

なおチップブレーカーはダイヤモンド砥石で巾 2.0mm 、深さ 0.3mm に研削し、G C研削、L研削に供するものは、この後G C砥石研削(手削ぎ)した。

3. 実験方法

切削諸元は切込み 1.0mm 、送り 0.18mm/rev で一定とし、速度を 150 、 120 、 90m/min の3水準に選んだ。バイトとの組合せは表3のバイト記号1、2、3が 150 、 120 、 90m/min に対応させてある。

寿命はフランク摩耗 0.4mm とし、一定時間ごとにフランク摩耗巾、ノーズ摩耗量を投影機(NIKON投影機)と試作のノーズ摩耗測定器で測定した。なおバイト突出し長さは 25mm で一定とし、測定はバイトが常温(約 25°C)になってから行なった。

使用した旋盤は三菱HL300-U型(心間 750mm 、振り 320mm)である。

4. 実験結果と考察

本実験では、この種材料の切削の場合、標準を下まわると思われる。 90m/min を含めたが、これはできるだけ現場で使用されている速度域での比較を試みているためである。

4-1 フランク摩耗

図1、2、3にフランク摩耗の経過を示す。D研削、G C研削、L研削共に切削速度が大なる程摩耗速度も大となるが、 90m/min の場合は、 150 、 120m/min に比べて曲線が相当に長寿命に移る。



写真3 試作した測定器

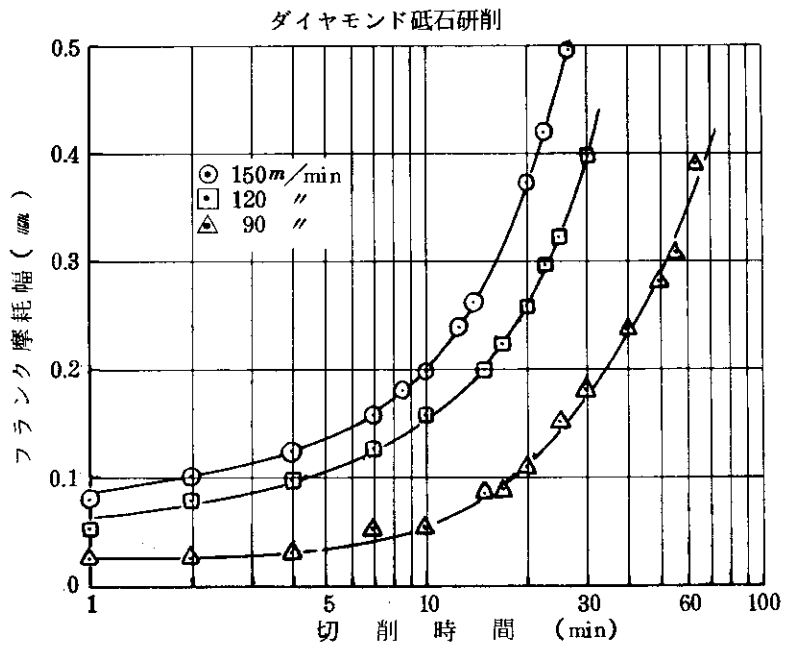


図1. ダイヤモンド砥石研削におけるフランク摩耗と切削時間

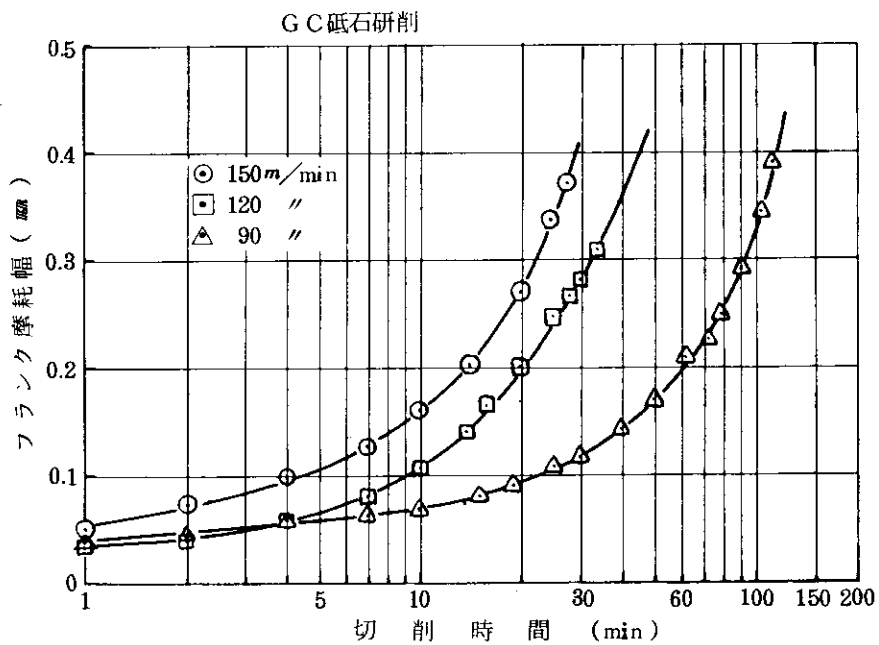


図2. G C砥石研削におけるフランク摩耗と切削時間

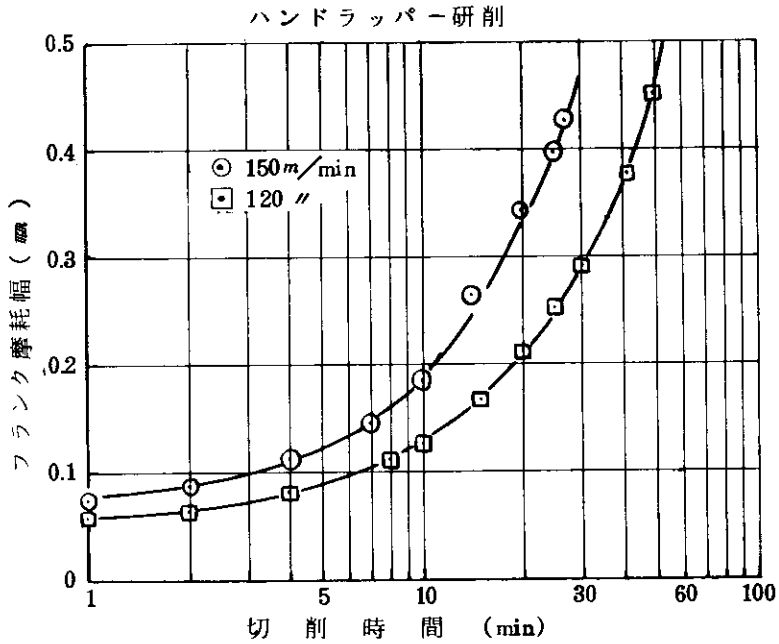


図3. ハンドラッパー研削による，フランク摩耗と切削時間

図4，5，6は摩耗の経過を研削方法をパラメーターとして切削速度ごとに示している。

これらを見ると切削速度とは無関係に最も寿命の長いのがG C研削で，以下L研削，D研削である。例えば150 m/minで $V_b = 0.5 \text{ mm}$ の場合を推定すると，G C研削39 min，L研削33 min，D研削27 minとなり，G C研削は，D研削の約1.5倍となる。また150 m/minにおけるG C研削とD研削のフランク摩耗巾の差と120 m/minにおけるそれは，ほぼ同じような推移を示すのに対し，90 m/minの場合は時間と共に大きくなり，低速においてG C研削はD研削より，よりすぐれていることを示している。

これらの原因の1つとして次のことが考えられた。すなわち，逃げ角のある範囲内においては，逃げ角が大なるほど逃げ面摩耗巾は小さくなるとされる。本実験では，D研削後G C研削及びL研削を行なったため，逃げ角がG C研削が最も大きく，L研削，D研削の順になったことが考えられる。

図7は，この結果をフランク摩耗範囲として示したものである。ここでは，範囲の中がせまく，できるだけ右方にあるものが良好となり，G研削，L研削，D研削の順となる。

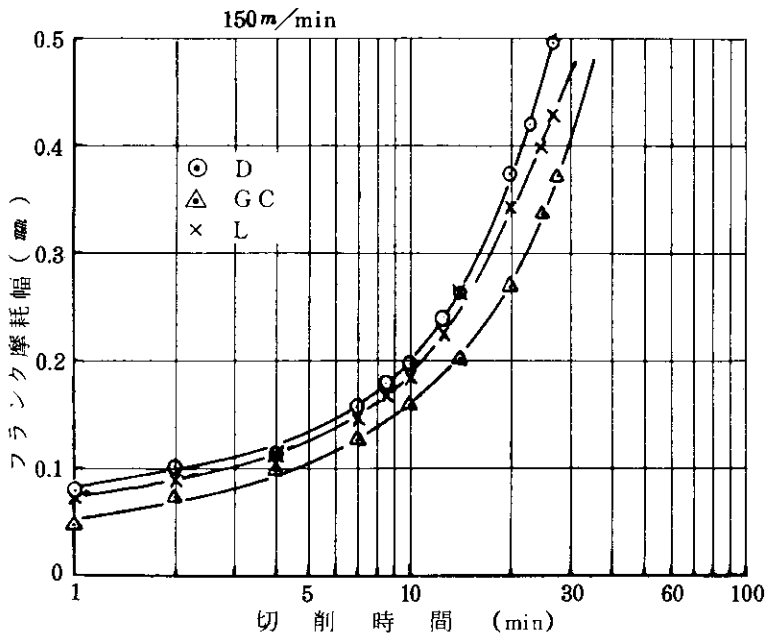


図4. 研削方法とフランク摩耗 (150 m/min の場合)

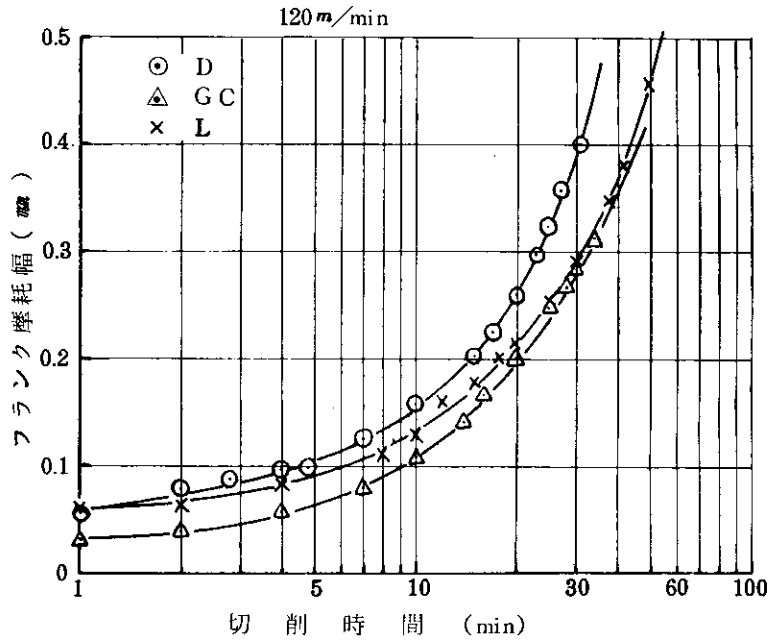


図5. 研削方法とフランク摩耗 (120 m/min の場合)

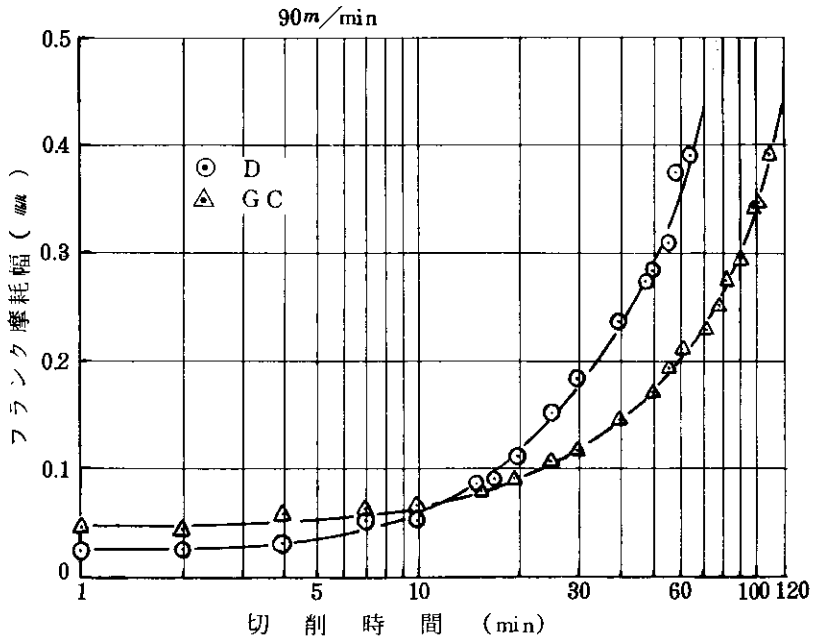


図6. 研削方法とフランク摩耗 (90 m/min の場合)

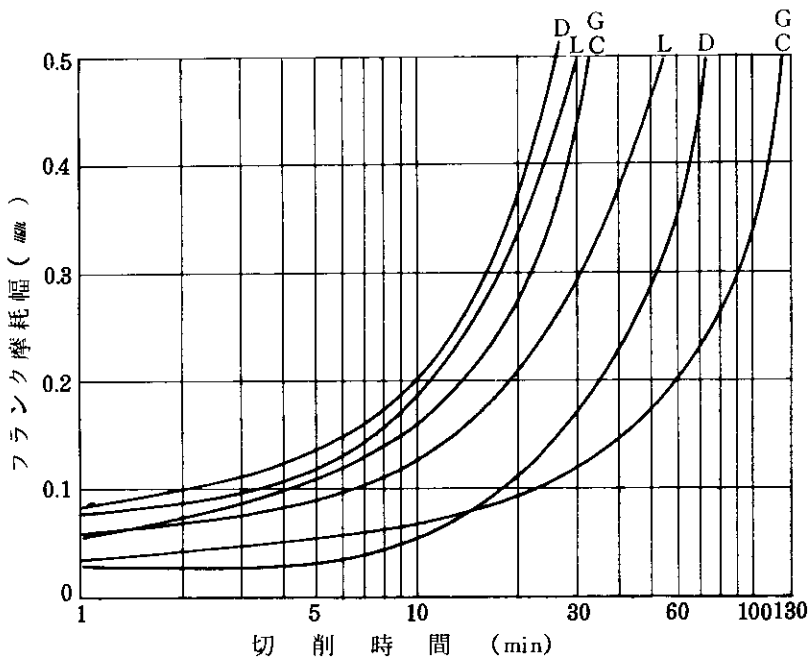


図7. 研削方法とフランク摩耗域 (90~150 m/min の場合)

(同じ記号の曲線にはさまれる区間が摩耗域を示している)

4-2 ノーズ先端摩耗

図8, 9, 10はノーズ先端の摩耗を示す。L研削 150 m/min を除くといずれの研削方法でも $120, 150\text{ m/min}$ においては、 $4\sim 10\text{ min}$ までの間摩耗量が負、つまりノーズ部分がふくらんだことを示している。その後ノーズ先端は通常の設定的な摩耗を示すが、中には突然急激な摩耗を示しているものもある。このような場合は、切削中ノーズ先端部から細かな切粉が火花となって飛散し、切削中断時に小さなチッピングが起っているのが確認された。

切削初期のバイトのふくらみは、後述の写真からもわかるようにバイト先端のダレと見られる。切削初期においては、ノーズ部はシャープであり、かつ背分力の大部分を受けとめ、高温にさらされるので摩耗もあるがダレの方が大きいと考えられる。

図11は、ノーズ先端部の摩耗域を示したものである。この場合は、範囲がせまく、かつ右方にあるものが良好であるから、最も良好な研削はD研削で以下GC研削、L研削となる。

図12は、ノーズ先端が 0.03 mm 及び 0.02 mm の摩耗に達するまでの時間を示したものである。常用速度とされる $120\sim 150\text{ m/min}$ でD研削がすぐれていることを示している。

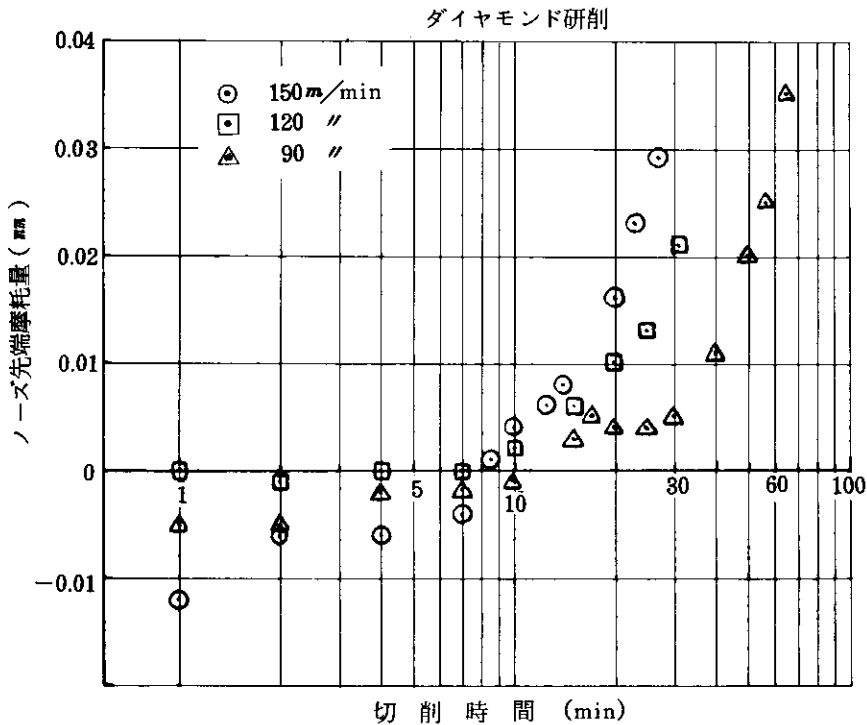


図8. ダイヤモンド研削における、ノーズ先端摩耗

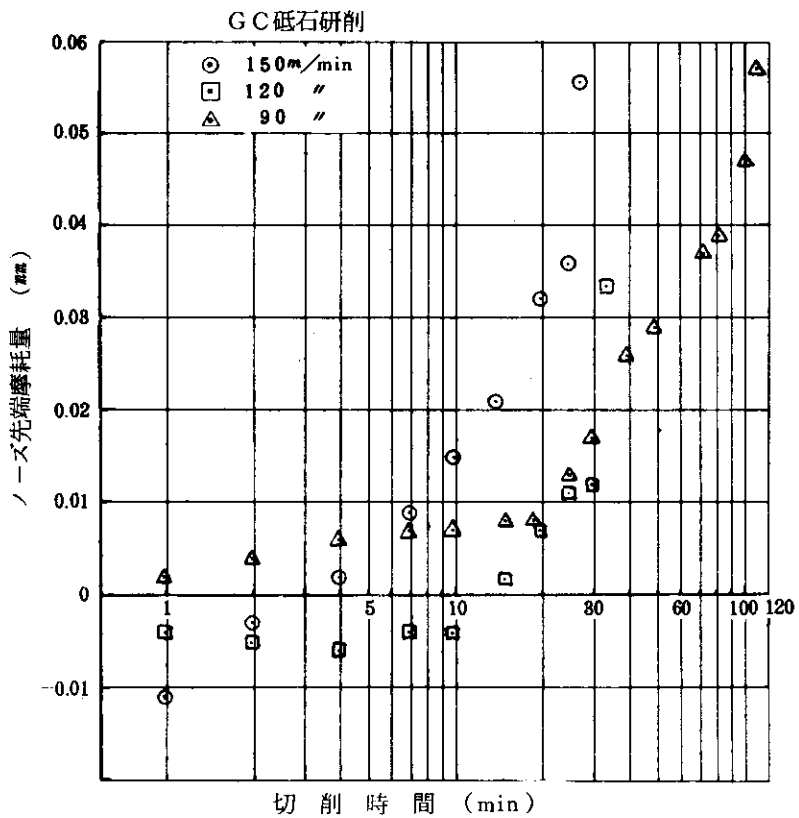


図9. GC砥石研削におけるノーズ先端摩耗

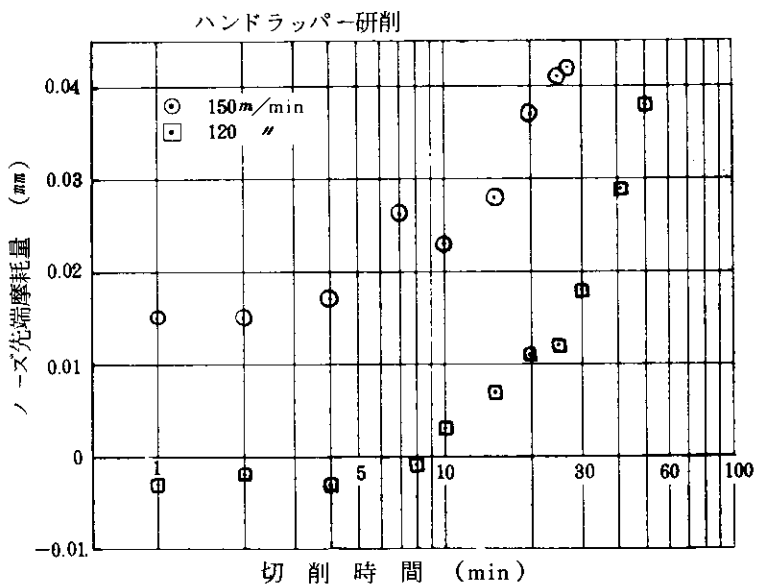


図10. ハンドラッパー研削におけるノーズ先端摩耗

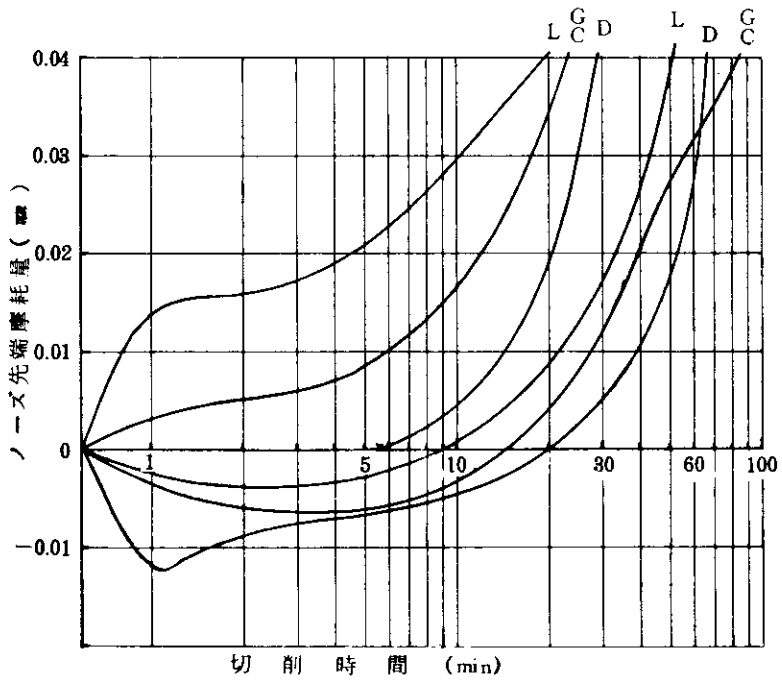


図11. 研削方法とノーズ先端摩耗域 (90~150m/min)
 (同じ記号の曲線には含まれる区間が摩耗域を示している。)

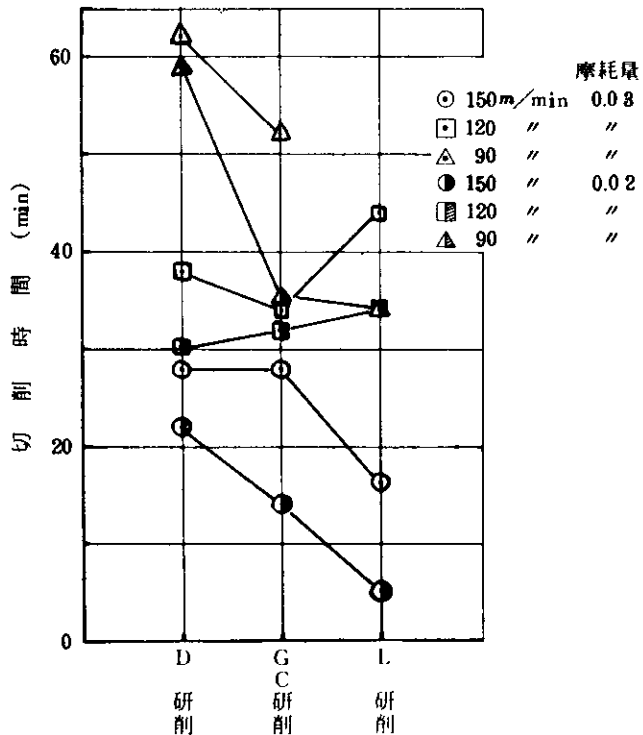


図12.
 ノーズ先端摩耗が一定量に達するまでの切削時間
 (切削方法による差)

4-3 バイト寿命

図13は、実験結果から、 $V_b = 0.5 \text{ mm}$ としたときの寿命曲線を推定したものである。また、表4は得られた寿命方程式である。

表4 寿命方程式 $V_b = 0.5 \text{ mm}$

研削方法	寿命方程式	$V_{60} (m/min)$
ダイヤモンド研削	$VT^{0.50} = 790$	102
G C 砥石研削	$VT^{0.35} = 540$	129
ハンドラッパー研削	$VT^{0.35} = 490$	117

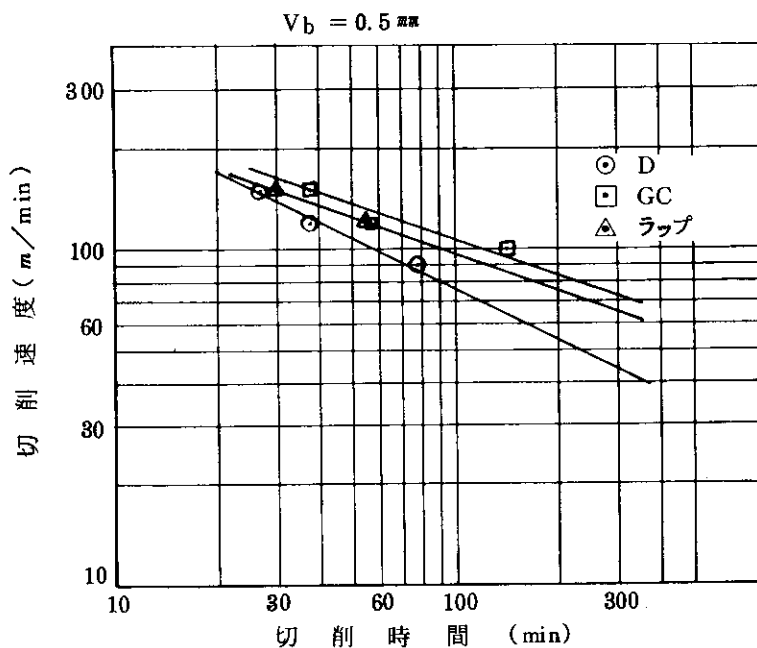


図13. 寿命曲線 $V_b = 0.5 \text{ mm}$

図より標準切削速度域においては、GC研削、L研削がD研削よりすぐれているが、高速特に 200 m/min 程度になると、D研削がよいことがわかる。

4-4 バイト摩耗状況と構成刃先

写真4, 5, 6は、フランク摩耗の経過を示したものである。同時間においては、速度が早い程摩耗が進み、又D研削、L研削、GC研削の順に摩耗が大きいくことがよくわかる。特に、フランク面あらさは写真2に示すようにD研削、L研削に比べGC研削は大きいにもかかわらず、摩耗が小さい。




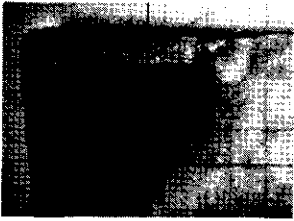


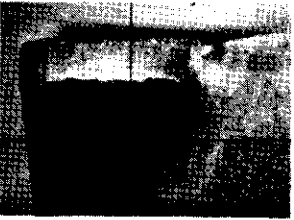

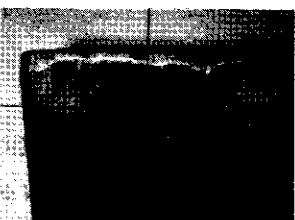
境界摩耗は、いずれの条件でも 120 m/min の場合が最も早く現れ、寿命時においても最も大きい。 $150, 90\text{ m/min}$ の場合は、境界摩耗はおくれて発生するが、いったん発生すると、急激に進む傾向が見られる。

切刃先端部は、切削が進むと丸みをおびてくる。これは、速度の大なる程大きくなる傾向が見られる。

写真の中で随所に構成刃先が付着しているものがある。この写真では、一部の写真で構成刃先を除去して示しているが、各条件ごとの構成刃先が確認された最終時間は、表5のとおりであった。

普通に構成刃先消滅速度とされる速度でも、構成刃先が確認された。GC研削の場合、これが短時間（約 min 程度）で消滅し、以後確認されなかった。

写真4 ダイヤモンド研削の摩耗経過

速度 時間	D-1 150 m/min	D-2 120 m/min	D-3 90 m/min
4min			
10min			
15min	 (14' 6")		

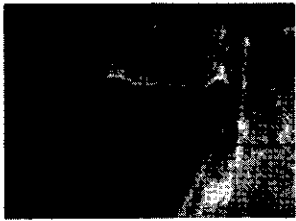
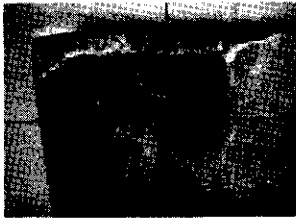



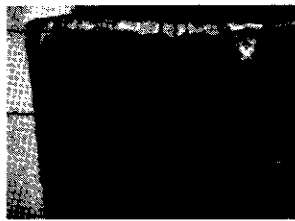
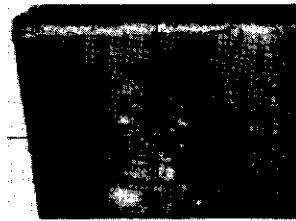


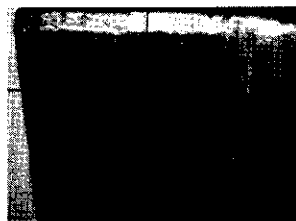
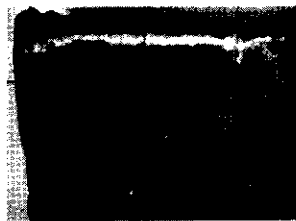
速度 時間	D-1 150 m/min	D-2 120 m/min	D-3 90 m/min
25min		 (24' 48")	 (25' 10")
終了			
終了 時間	26分48秒	30分53秒	64分42秒

写真5 GC砥石研削の摩耗経過

速度 時間	G-1 150 m/min	G-2 120 m/min	G-3 90 m/min
5min		 (4' 2")	
10min			

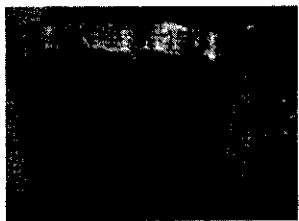
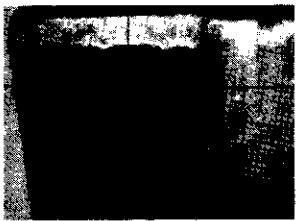
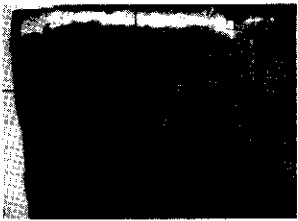

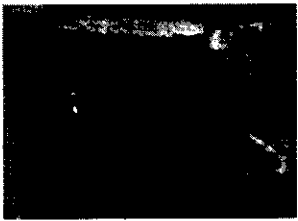

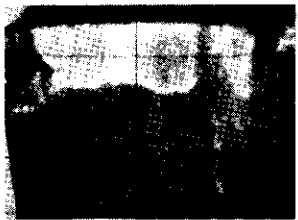

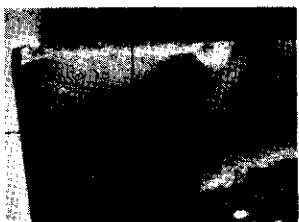

速度 時間	G-1 150 m/min	G-2 120 m/min	G-3 90 m/min
15min	 (14' 6")	 (15' 52")	 (15' 25")
25min			 (25' 10")
終了			
終了 時間	27分31秒	34分	111分19秒

写真6 ハンドラッパー研削の摩耗経過

速度 時間	L-1 150 m/min	L-2 120 m/min
4 min		


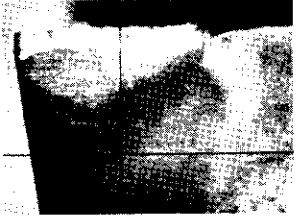
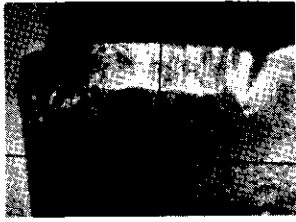
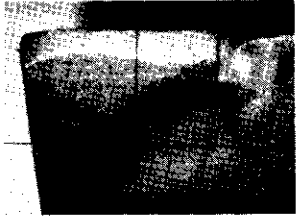
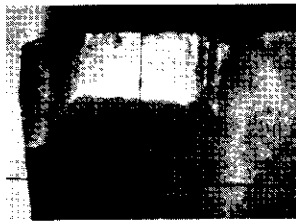

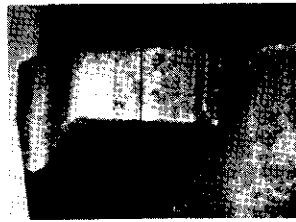

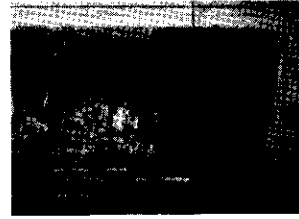
速度 時間	L-1 150 m/min	L-2 120 m/min
10min		
15min	 (14' 5")	
25min	 (24' 16")	
終了		
終了時間	26分48秒	49分57秒

表5 構成刃先の消滅時間

条件	150 m/min	120 m/min	90 m/min
	min	min	min
D 研削	10	15	40
G C "	1	0	10
L "	10	12	-

写真7は、切削初期のすくい面を示したものである。前述のとおりノーズ先端部がふくらんでいる。

写真7 ノーズ先端部の
ふくらみ



5. 結 言

本実験では旋削については、できる限りバイト諸元を一致させつつ機械研削、手研ぎ及び普通は、行なわれない逃げ角のラップ仕上げの三研削方法における工具寿命の比較を行ない、次のような結論を得た。

- (1) バイト寿命は、G C砥石研削、ハンドラッパ－研削、ダイヤモンド研削の順であった。
- (2) $V_b = 0.5 \text{ mm}$ としたとき、 150 m/min においてG C研削は、ダイヤモンド研削の約1.5倍の寿命が得られる。
- (3) ノーズ先端部は、切削初期にふくらむ場合があり、約 0.01 mm 程度のふくらみが確認された。
- (4) 構成刃先は、普通にいわれる速度より高速側でも発生した。しかし、G C砥石で研削したバイトは、この傾向が当てはまらない。
- (5) ノーズ摩耗は、ダイヤモンド研削した場合が最も良好であった。
- (6) フランク摩耗、ノーズ摩耗共にダイヤモンド研削した場合が最も安定していた。