

## 木材のフィンガー切削について (3)

誌名	林産試験場報 / 北海道立林産試験場
ISSN	0913140X
著者名	金森,勝義 千野,昭 若井,実
発行元	北海道立林産試験場
巻/号	1巻3号
掲載ページ	p. 1-9
発行年月	1987年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



## 木材のフィンガー切削について(第3報)

—工具切れ刃の摩耗量, フィンガー形状の加工精度  
などに及ぼす送り速度の影響—

金 森 勝 義 千 野 昭\*  
若 井 実\*

### Finger Milling of Wood (III)

—Effects of feed upon cutting edge wear and machining  
precision, etc—

Katsuyoshi KANAMORI Akira CHINO  
Minoru WAKAI

The present studies aim to find out conditions for proper cutting with mini-finger cutters and estimative standards for grinding the cutters. Thus the profiles of the edge wear after the total cutting length of the boards were observed and the amount of the edge wear was observed. Then studies were made on the relations of the cutting length or the amount of edge wear to the net cutting power, to the surface waves of the machined finger tips, and to the precision of machining.

The cutting equipment was a movable type, and up-milling was adopted as a cutting method. The cutting tools were a wing type of solid milling cutters made of a high speed steel (SKH 9). Workpieces used in the tests to examine the wear of the cutting edge were taken from Mizunara, *Quercus crispula* BL., which had a specific gravity of 0.72 in air dry, a moisture content of 14 percent, and an average ring width of 1.6mm. To examine the machining precision, workpieces were taken from Mizunara, Katsura and Makanba. At the beginning of the tests, those workpieces had a finger shape which was 10mm long and had a pitch of 4 mm and a top width of 0.5mm. The results of the tests are summarized as follows:

(1) The proper feed speed was found to be 3.43m/min, that is when the cutting tools had two effective knives, the feed per knife was get to be about 1.0mm. The practical feed speed, however, was estimated to be within a little larger range including that value, because in the experiments feeding was performed according to only three speed variations and there was no previous finger milling.

(2) Taking the machining precision and the quality of the machined surface into consideration, it was recognized that when feeding was performed at the proper speed the main spindle of cutters should be ground after the edge wear,  $R_f + W_f$ , amounted to 110  $\mu$ m.

本報告では、ミニフィンガーカッタ刃による適正切削条件と同刃の再研磨のための判断基準を得るために、カッタ主軸の回転数を毎分1800回転の一定、送り速度を毎分2.24m、3.43m及び10.30mの3水準とし、総切削材長に伴う工具切れ刃の摩耗形態と摩耗量について観察と測定を行うとともに、総切削材長あるいは工具切れ刃の摩耗量と切削抵抗、切削されたスカーフ部分の被削面の性状ならびにフィンガー形状の加工精度との関係について検討した。

切削装置は工具移動タイプのものであり、切削方式はUp millingとした。供試切削工具は高速度鋼（SKH 9，JIS G4403）製ウィングタイプのソリッドミリングカッタとした。被削材にはミズナラ材（気乾比重0.72，含水率14%，平均年輪幅1.6mm）を用い、所定の総切削材長ごとに加工精度や切削抵抗などを測定するための供試材としては、あらかじめ用意しておいたミズナラ材（気乾比重0.66，含水率14%，平均年輪幅1.6mm）のほかに、カツラ材（気乾比重0.44，含水率12%，平均年輪幅1.0mm）とマカンバ材（気乾比重0.65，含水率11%，平均年輪幅1.4mm）を用いた。実験開始時のフィンガー形状は、長さ10mm，先端幅0.5mm，かん合度0.1mm，ピッチ4mmとした。得られた結果等を要約すると、以下のとおりである。

(1) 適正と考えられる送り速度は、3.43m/min（切削工具の有効刃を2枚刃としたときの1刃当たり送り量は、約1.0mmとなる。）の条件であった。ただし、本試験では送り速度が3水準だけであり、予備切削を行っていないことから、実用的と考えられる送り速度は、この値を含めたやや広い範囲で示されると考えられる。

(2) 適正と考えられる送り速度における切削工具の再研磨は、加工精度や被削面の性状などから総合的に判断すると、外周外れ刃のすくい面上に投影した刃先後退量と摩耗幅を合わせた値が約110 $\mu$ mに達した時点と考えられる。また、この時点における側面切れ刃のすくい面上に投影した刃先後退量と摩耗幅を合わせた値は、約50 $\mu$ mであった。

## 1. はじめに

チップングや欠損などの工具損傷は別として、工具切れ刃の摩耗によるフィンガーカッタ刃の再研磨の目安を得るためには、その前提として適正な切削条件を把握しておく必要がある。また、フィンガーカッタ刃には、前報<sup>1)</sup>でも一部触れたように、丸のこ歯と同じように2つの工具切れ刃を有するが、同刃による切削では丸のこ歯による切削とは異なるいくつかの特徴を持っている。例えば超硬チップソーの場合、のこ歯の側面切れ刃による切り込み量と切削幅は約0.1mmと極めて小さい<sup>2)</sup>。のこぎきされた材面（きよ断面）は、直接的にはのこ歯先の側面切削によって形成されるが、実際には切り込み量と切削面積がともに極めて小さな値であるために前面切削（本報告では、丸のこ歯の前面切削に対応するフィンガーカッタ刃の場合の切削用語として外周切削と呼んでいる。）の影響も無視できない<sup>3)</sup>。これに対し、フィンガーカッタ刃の側面切れ刃の切削幅は、フィンガーチップのスカーフ面を形成することから、外周切れ刃の同値の約15倍以上も大きい。したがって、側面切れ刃の摩耗量あるいは

摩耗形態はフィンガー形状の加工精度や被削面の性状に直接影響を及ぼすことになる。

本研究は、このようなフィンガーカッタ刃による切削の特徴を踏まえながら、適正切削条件を把握するとともに、切削工具の再研磨のための判断基準を得ることを目的としている。そこで、本実験では主軸回転数を一定とし、切削工具の送り速度、すなわち一刃当たり送り量を3水準としたときの総切削材長（供試材の幅にカッタ主軸の送り回数を乗じた長さ）あるいは切削長（外周切れ刃一刃の1回の切削における切削弧長の総和）に伴う工具切れ刃の摩耗形態と摩耗量を調べた。と同時に、総切削材長あるいは工具切れ刃の摩耗量と切削抵抗、切削されたフィンガーチップのスカーフ面における被削面の性状ならびにフィンガー形状の加工精度との関係についても調べた。

## 2. 実験

### 2.1 切削装置と供試材

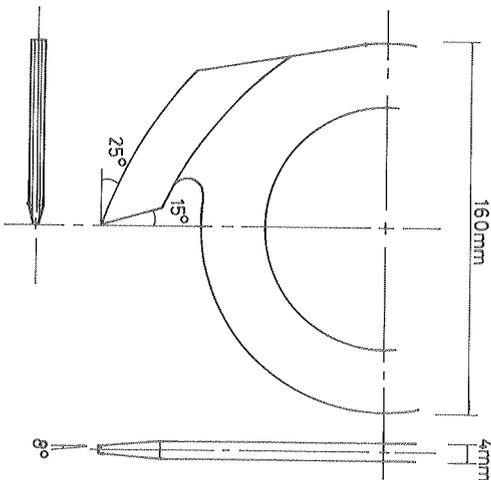
切削装置は被削材を固定し、切削工具を油圧シリンダーで移動させる方式のものであり、前報<sup>1)</sup>と同じも

のである。本試験では各切削条件ごとに厚さ20mm、幅100mm、長さ約1mの被削材を総切削材長500m(送り速度3.43m/minの切削条件では800m)まで切削し、この間の工具切れ刃の摩耗について調べた。被削材はミズナラ材とし、この気乾比重、含水率、平均年輪幅の平均値はそれぞれ0.72、14%、1.6mmである。

所定の総切削材長ごとにフィンガー形状の加工精度や切削抵抗などを測定するための供試材としては、あらかじめ用意しておいた厚さ20mm、幅150mm、長さ約1.5mのミズナラ材(気乾比重0.66、含水率14%、平均年輪幅1.4mm)のほかに、同じ寸法のカツラ材(気乾比重0.44、含水率12%、平均年輪幅1.0mm)とマカンバ材(気乾比重0.65、含水率11%、平均年輪幅1.4mm)を用いた。これら3樹種の供試材はすべて板目板とし、切削工具の送り方向は供試材の繊維方向に対してすべて垂直となるようにした。したがって、切削されたフィンガーチップのスカート面には、供試材の木端面にフィンガー形状が見える水平(H)型の縦つぎを想定しているの、板目が現れることになる。

## 2.2 供試切削工具と切削条件

実験に供した切削工具は、第1図に示すように、木村刃物製ウィングタイプの高速度鋼SKH9によるソリッドミリングカッタであり、外周切れ刃の稜線の



第1図 供試切削工具

Fig. 1 Illustration of tested tool

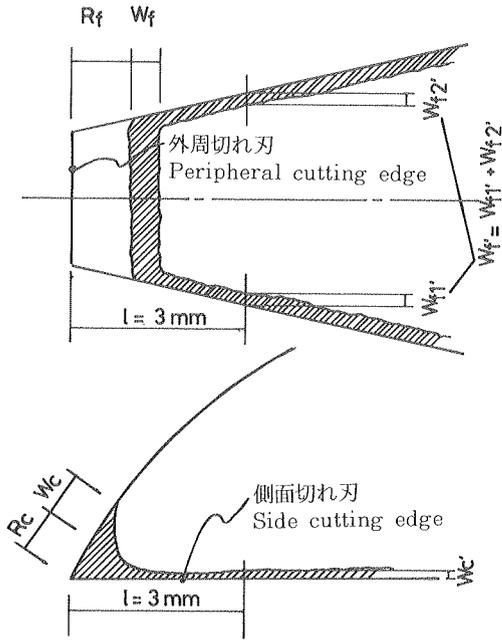
直後から曲線の二番取りをしたものである。実験では供試工具3枚を二枚刃となるように重ね合わせて使用した。これらの切削工具は、各切削条件のたびに研摩として繰り返し使用した。研摩は、WA60のカップ型砥石で研削量に注意しながら荒研削したのち、油砥石と水砥石で大きなまくれがなくなるまで顕微鏡下で観察しながら仕上げ研削を行った。なお、仕上げ研削を終えた供試切削工具は、別途用意したミズナラ材を切削材長10mのならし切削を行ったのち、実験に供した。

次に、本実験の切削条件は、主軸回転数を毎分1800回転(切削工具最外周の切削速度15.07m/sec)の一定とし、切削工具の送り速度を毎分2.24m、3.43mならびに10.30m(切削工具の有効刃を2枚としたときの1刃当たり送り量に換算すると、0.6mm、1.0mm、2.9mm)の3水準とした。切削方式は、Up-millingとした。

## 2.3 工具切れ刃の摩耗形態の観察と摩耗量の測定

摩耗形態は、切削工具のすくい面及び側面切れ刃の逃げ面側を日本光学工業製6C型の万能投影器で20~100倍に拡大して観察した。

次に工具切れ刃の摩耗量は、第2図に示すように、外周切れ刃ではすくい面に投影した中心線上の刃先後退量 $R_f$ と摩耗幅 $W_f$ ならびに逃げ面に投影した刃先後退量 $R_c$ と摩耗幅 $W_c$ を測定した。また、側面切れ刃では仮想切尖(外周切れ刃のすくい面と逃げ面から仮想線をのばした両線の交点)から切削工具のすくい面を中心に向かって3mm進んだ位置におけるすくい面と逃げ面に投影した摩耗量 $W_f'$ と $W_c'$ を測定した。なお、3mmとした理由は、本実験の切削条件における外周切れ刃とこれに連続する2つの側面切れ刃による切り込み量の最大値(近似式<sup>5)</sup>による計算値)が約1.4mmであることから、この位置の工具切れ刃の摩耗は側面切れ刃のみにかかわるものと考えられるためである。ただし、側面切れ刃のすくい面と逃げ面に投影した刃先後退量については0.01mm以下と極めて小さいため、本実験では $W_f'$ と $W_c'$ の両値に含めて測定した。以上の摩耗量(刃先後退量及び摩耗幅)は、万能投影器で100倍に拡大し、 $R_c$ と $W_c$ を



第2図 工具切れ刃の摩耗量 ( $R_f, W_f, W_f', R_c, W_c, W_c'$ )

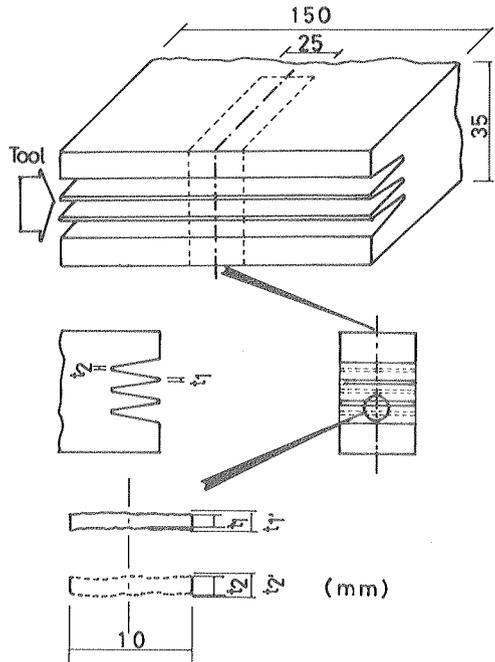
Fig. 2 Measured amounts of edge wear ( $R_f, W_f, W_f', R_c, W_c, W_c'$ )

除いて精度0.01mmの微動載物台の移動量から求め、各切削工具につき2箇所計6箇所の平均値で表した。 $R_f$ は、万能投影器の垂直反射照明が切削工具のすくい面に対して垂直に当たるように固定用治具を用い、あらかじめすくい面に付けた超硬刃による圧痕を基準点として求めた。 $W_f$ は、万能投影器の投影レンズに内蔵している半透過鏡の垂直反射照明と透過照明から黒く影となった部分の幅から求めた。 $R_c, W_c$ 及び $W_c'$ は、直接これらを測定することが困難なため、摩耗形態をいったんトレーシングペーパーにトレースしてから、これらの値を求めた。したがって、これらの測定にあたっては、ある程度の測定誤差を含むため、本実験では実験開始時と終了時のみの値を測定した。なお、 $R_c$ と $W_c$ の測定にあたっては、側面切れ刃のにげ面が垂直反射照明の光軸に対して極力垂直に位置するように切削工具をセットした。 $W_f'$ は、2つの側面切れ刃について、それぞれのすくい面に投影した摩耗幅の和として求めた。

#### 2.4 切削抵抗、転がり円最大うねり及び加工精度の測定

これらの測定は、前報<sup>1)</sup>とほぼ同じ方法で行った。切削抵抗としては、切削抵抗と切削速度の積で表される切削所要動力を測定した。切削されたスカーフ面(被削面)の性状として、本実験では切削工具の送り方向に対して平行な方向の転がり円最大うねり $W_{EM}$ をJIS B 0610に準拠して測定した。 $W_{EM}$ は、カラ材のみの供試材3枚のうち2枚について測定した。この測定にあたっては、第3図に示すように、予備実験によって測定値のバラツキが少なかった各供試材の中央部から試験片を採取した。そして、所定のフィンガーチップのスカーフ面について3箇所の計6箇所の $W_{EM}$ を測定し、その平均値を求めた。

加工精度は、各樹種の供試材の中の1枚について、第3図の $W_{EM}$ と同様の試験片からフィンガーチップの先端幅 $t_1$ 、底部幅 $t_2$ などを万能投影器の傾斜反射照明を使って20倍に拡大し、微動載物台の移動量から求めた。なお、 $t_1$ と $t_2$ は試験片の幅方向の中心線から



第3図  $W_{EM}$ と加工精度の測定用試験片

Fig. 3 Test specimen for surface waves ( $W_{EM}$ , JIS B 0610) and machining precision

求めるとともに、この中央線の左右5mmにおける $t_1$ と $t_2$ の見掛けの最大値を $t_1'$ と $t_2'$ として求めた。切削されるフィンガーチップの長さは、外周切れ刃の摩耗によって切削工具の回転半径が小さくなる<sup>4)</sup>ことから、短くなることが予想される。しかし、本実験では所定の総切削材長ごとにフィンガーカッタを取りはずすことによる取り付け誤差を考慮し、これを測定しなかった。

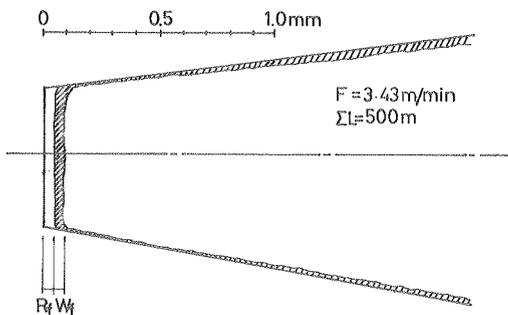
## 2.5 切り屑の観察

工具切れ刃の摩耗に伴って排出される供試材の切り屑の形状を肉眼で観察した。

## 3. 結果と考察

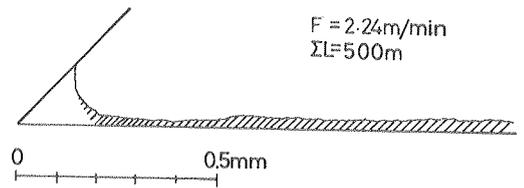
### 3.1 工具切れ刃の摩耗形態

第4図は、実験終了時の工具切れ刃の摩耗形態をすくい面側からトレースした一例である。ただし、実験開始時の外周及び側面切れ刃の両切れ刃線は数 $\mu\text{m}$ 程度の凸凹を有するが、この図ではいずれも直線とみなしている。外周切れ刃の刃先後退量 $R_f$ と摩耗幅 $W_f$ は、切れ刃線上の位置によって異なり、最大で30 $\mu\text{m}$ の違いが認められた。外周切れ刃の摩耗パターンについては、この図のように実験開始時の切れ刃線にほぼ平行に摩耗するものほかに、中央部が凹状に摩耗するものも観察された。一方、側面切れ刃の摩耗についてみると、10 $\mu\text{m}$ 以下の刃先後退量を含めた摩耗幅



第4図 工具切れ刃の摩耗形態の一例

Fig. 4 An example of profile of edge wear  
F: 送り速度 Feed speed of main spindle  
ΣL: 総切削材長 Total length of tested board cut



第5図 工具切れ刃の摩耗形態の一例

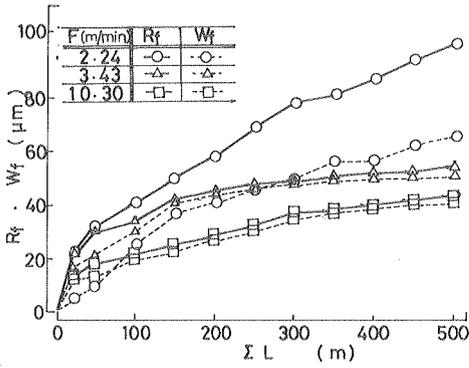
Fig. 5 An example of profile of edge wear  
F, ΣL: 第4図参照 Refer to Fig.4

$W_f'$  は仮想切尖からある距離だけ供試切削工具の中心へ向かった位置を境として広がった。摩耗幅 $W_f'$ の広がる位置は、近似式<sup>5)</sup>から求まる外周切れ刃とこれに連続する2つの側面切れ刃にかかわる切り込み量の最大値と同等若しくはやや大きいところであった。

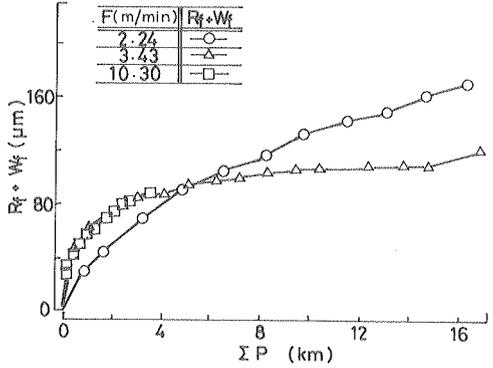
第5図は、実験終了時の工具切れ刃の摩耗形態を供試切削工具の側面(側面切れ刃の逃げ面)側からトレースした一例である。側面切れ刃の逃げ面に投影した摩耗幅 $W_c'$ はすくい面側から観察したときと同じ位置から広くなり、実験終了時における $W_c'$ の広い方の値は各切削条件とも狭い方の約2倍の20~30 $\mu\text{m}$ であった。また、 $W_c'$ の広い方の値は、側面切れ刃のすくい面に投影した摩耗幅 $W_f$ の約半分にほぼ等しかった。一方、実験終了時における外周切れ刃の逃げ面に投影した刃先後退量と摩耗幅を合わせた値 $R_c' + W_c'$ は、送り速度によって異なる値を示した。すなわち、この値は、送り速度が毎分2.24mでは実験終了時における同切れ刃のすくい面に投影した刃先後退量と摩耗幅を合わせた値 $R_f + W_f$ にほぼ等しく、送り速度が毎分3.43mと10.30mでは $R_f + W_f$ の値よりもやや小さかった。なおフィンガーカッタ刃の再研磨では通常すくい面のみを研削することから、 $R_f + W_f$ の値は研削量を決定する重要な数値となる。

### 3.2 総切削材長、切削長と工具切れ刃の摩耗量の関係

第6図は、総切削材長 $\Sigma L$ に伴う外周切れ刃のすくい面に投影した刃先後退量 $R_f$ と摩耗幅 $W_f$ の関係を示したものである。工具切れ刃の摩耗の進行は、 $R_f$ 、 $W_f$ とも送り速度が遅いほど速くなる傾向を示



第6図 総切削材長(ΣL)と摩耗量(R<sub>f</sub>,W<sub>f</sub>)  
 Fig. 6 Relation of total length of tested board cut(ΣL) to amount of edge wear (R<sub>f</sub>,W<sub>f</sub>)



第7図 切削長(ΣP)と摩耗量(R<sub>f</sub>+W<sub>f</sub>)  
 Fig. 7 Relation of cutting length(ΣP) to amount of edge wear (R<sub>f</sub>+W<sub>f</sub>)

した。ただし、送り速度が毎分2.24mのW<sub>f</sub>については、実験初期にはほかの切削条件よりもやや小さな値を示し、その後は摩耗の進行が最も速くなった。これは、実験初期には送り速度が遅いと切り込み量も小さいことから摩耗の進行も遅く、その後はΣLが長くなると切削長ΣPが長くなることから摩耗の進行も速くなるためと考えられる。また、速度が3.43mと10.30mの切削条件におけるR<sub>f</sub>とW<sub>f</sub>の摩耗の進行には、既往の文献<sup>6)</sup>のように、お互いに一定の比例関係(単相関係数は、すべて0.99であった。)を保っていることが分かった。ただし、送り速度が2.24mの切削条件におけるR<sub>f</sub>とW<sub>f</sub>の摩耗の進行にも比例関係が認められ、この単相関係数は0.97であった。したがって、以下の本文では、外周切れ刃の摩耗量は後述のW<sub>f</sub>'に対する便宜上の値としてR<sub>f</sub>とW<sub>f</sub>を合計した値R<sub>f</sub>+W<sub>f</sub>を用いることとした。

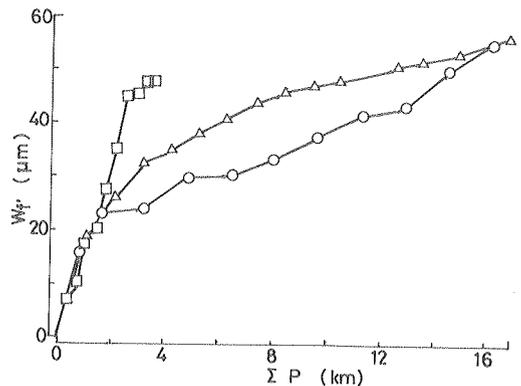
第7図は、切削長ΣPとR<sub>f</sub>+W<sub>f</sub>の関係を示したものである。ΣPは、次式<sup>6)</sup>から求めた。

$$\Sigma P = (\Sigma L / f_2) \cdot \ell$$

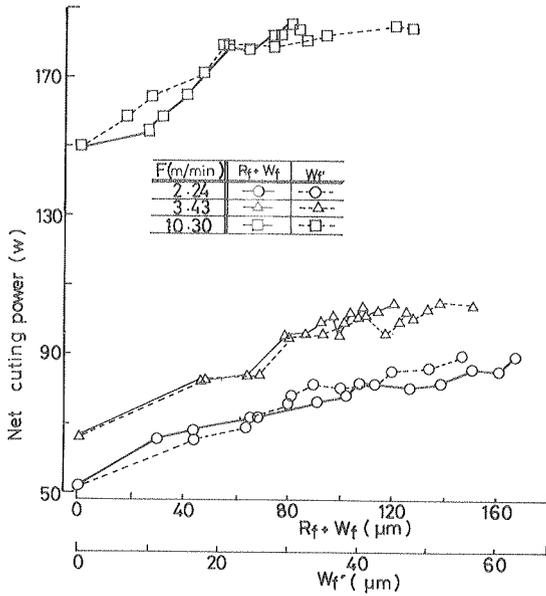
ただし、ΣLは総切削材長、f<sub>2</sub>は1刃当たり送り量(f<sub>2</sub>=F/(N·n)、F:送り速度、N:主軸回転数、n:刃数)ならびにℓは外周切れ刃1刃の1回の切削における切削弧長(ℓ=√(d·D)、d:切削深さ、D:切削工具の直径)である。R<sub>f</sub>+W<sub>f</sub>の値は、ΣPが約5kmを超えると、これまでの関係が逆転し、送

り速度2.24m/minの切削条件が高くなる傾向を示した。

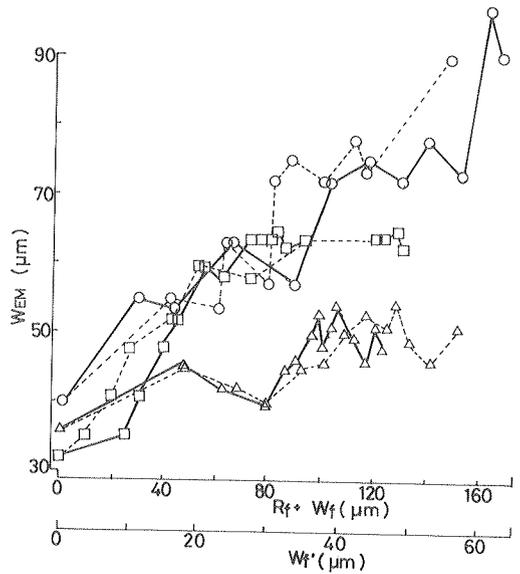
第8図は、ΣPと2つの側面切れ刃におけるすくい面摩耗幅W<sub>f</sub>'(ただし、この摩耗幅は刃先後退量も含めた値である。)の関係を示したものである。ΣPが2km付近までは送り速度によるW<sub>f</sub>'の差はわずかであるが、その後の両者の関係は送り速度の遅い方が摩耗の進行が遅かった。以上の結果から、本試験において適正と考えられる送り速度は、3.43m/minであった。ただし、本試験の送り速度の水準は3つだけであり、しかも予備切削<sup>5)</sup>を行っていないことなどから、



第8図 切削長(ΣP)と摩耗量(W<sub>f</sub>')  
 Fig. 8 Relation of cutting length(ΣP) to amount of edge wear(W<sub>f</sub>')  
 記号; 第7図参照  
 Marks; Refer to Fig. 7



第9図 摩耗量 ( $R_f + W_f, W_f'$ ) と切削所要動力  
Fig. 9 Relation of amount of edge wear ( $R_f + W_f, W_f'$ ) to net cutting power



第10図 摩耗量 ( $R_f + W_f, W_f'$ ) と転がり円最大うねり ( $W_{EM}$ )  
Fig.10 Relation of amount of edge wear ( $R_f + W_f, W_f'$ ) to surface wave ( $W_{EM}$ )  
記号; 第9図参照  
Marks; Refer to Fig. 9

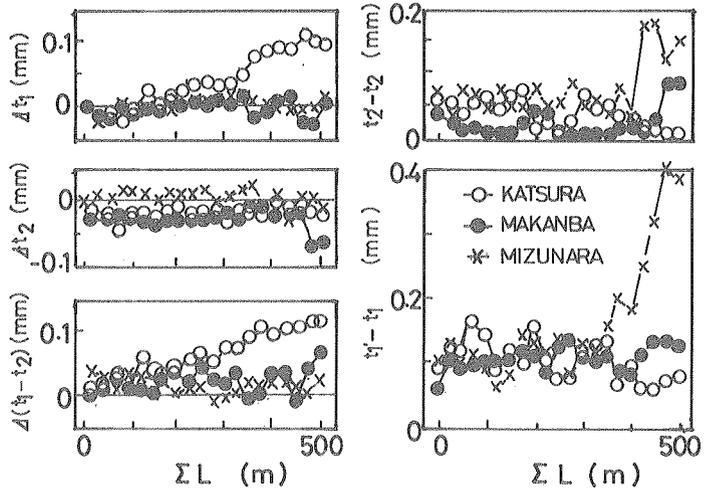
実用的な送り速度は3.43m/minの値を含めたもう少し広い範囲で示されると考えられる。なお、切削工具のすくい面上に投影した刃先後退量と摩耗幅を合わせた摩耗量は、総切削材に伴って外周切れ刃の値  $R_f + W_f$  の方が側面切れ刃の値  $W_f'$  より

も約2~3倍大きくなる傾向を示した。また、周円フライス削り<sup>6)</sup>やトレパニング方式の旋削<sup>7)</sup>では工具切れ刃の逃げ面とすくい面にそれぞれ投影した摩耗量の比率は2対1と報告されているが、本試験では両者ともほぼ同程度の摩耗量を示した。これは切削方式や測定誤差のほかに、供試切削工具の刃型の形状も影響していると考えられる。

### 3.3 工具切れ刃の摩耗量と切削抵抗、転がり円最大うねりの関係

第9図は、工具切れ刃の摩耗量  $R_f + W_f$  ならびに  $W_f'$  と切削所要

動力の関係を示したものである。いずれの切削条件とも、切削所要動力は両者の摩耗量が大きくなるにつれて増加したのち、漸増もしくは平衡状態になる傾向を



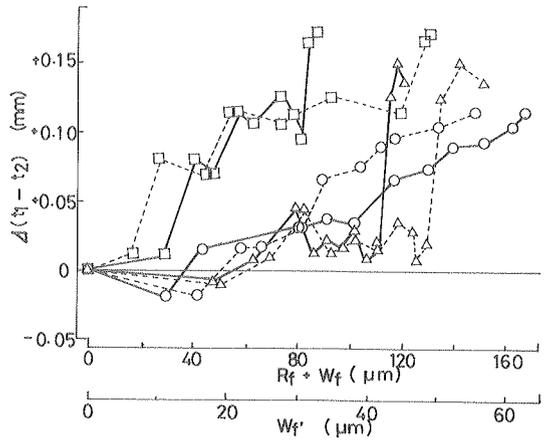
第11図 総切削材長 ( $\Sigma L$ ) と加工精度  
Fig.11 Relation of total length of tested board cut ( $\Sigma L$ ) to each value for machining precision

示した。外周及び側面切れ刃の摩耗に伴う切削所要動力の増加の割合をみてみると、いずれも切削条件による顕著な差は認められなかった。この傾向はミズナラ材以外のカツラ材とマカンバ材でもほぼ同様であった。

第10図は、工具切れ刃の摩耗量  $R_f + W_f$  ならびに  $W_f'$  と切削されたフィンガーチップのスクーフ面における転がり円最大うねり  $W_{EM}$  の関係を示したものである。送り速度が毎分3.43mの切削条件では、ふたつの摩耗量の増大に伴う  $W_{EM}$  の増加の割合はほかの切削条件よりも緩やかであった。

### 3.4 総切削材長及び工具切れ刃の摩耗量と加工精度の関係

第11図は、3樹種の被削材について総切削材長と加工精度の各測定項目との関係について示したものである。ただし、加工精度の各測定値については、すべて実験開始時の値に対する増減で表している。カツラ材では、先端幅  $t_1$  が徐々に太くなるために、かん合度  $t_1 - t_2$  がだんだんきつくなった。マカンバ材では、かん合度等の変化が小さく、工具切れ刃の摩耗がある程度進行するとすべての測定値の変化が大きくなった。ミズナラ材では、道管径が大きいために、先端幅と

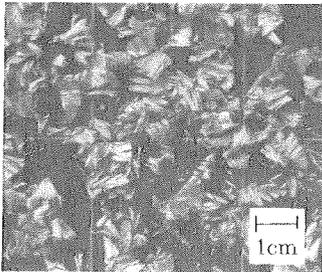


第12図 摩耗量 ( $R_f + W_f, W_f'$ ) とかん合度

Fig.12 Relation of amount of edge wear ( $R_f + W_f, W_f'$ ) to difference between  $t_1$  and  $t_2$   
記号; 第9図参照  
Marks; Refer to Fig. 9

底部幅におけるそれぞれの見掛けの最大値との差値  $t_1' - t_1$  と  $t_2' - t_2$  がある程度摩耗すると急に大きくなった。各供試樹種による加工精度の差異は、ほかの切削条件においてもおおむね同様の傾向を示した。

第12図は、カツラ材について  $R_f + W_f$  ならびに  $W_f'$



$F = 2.24 \text{ m/min}$   $\Delta L = 0 \text{ m} \uparrow$   
 $\Delta L = 500 \text{ m} \downarrow$



$F = 3.43 \text{ m/min}$   $\Delta L = 0 \text{ m} \uparrow$   
 $\Delta L = 800 \text{ m} \downarrow$



$F = 10.30 \text{ m/min}$   $\Delta L = 0 \text{ m} \uparrow$   
 $\Delta L = 500 \text{ m} \downarrow$

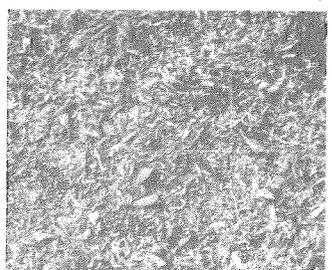
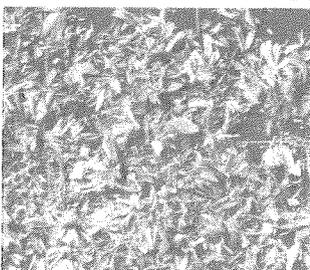
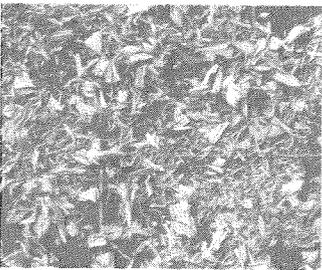


写真 切り屑の形状 (ミズナラ)  
Photo. Forms of cut chips (MIZUNARA)

とかん合度の関係を示したものである。適正な送り速度と考えられた3.43m/minの切削条件では、 $R_f + W_f$ の値が約110 $\mu$ m、 $W_f$ の値が約50 $\mu$ mを超えると、かん合度が急激にきつくなる傾向を示した。これらの摩耗量は、被削材がカツラ材以外のものについては必ずしも適用できないが、フィンガーカッタの再研摩のための一つの目安になると考えられる。

### 3.5 切削条件と切り屑の形状

写真は、各切削条件ごとに実験開始時ならびに終了時の切り屑の形状をミズナラ材を例に示したものである。カツラ材の切り屑の形状については、ほかの2樹種と異なり、ほとんどが細かく破碎されたものであった。これらの切り屑は、扇形のを半分に折り重ねた形状であることから、おもに側面切れ刃によって生成されたものと考えられる。なお、外周切れ刃とこれに連続する側面切れ刃によって生成される切り屑の形状は、近似式<sup>5)</sup>から求まる本試験の切り込み量の最大値が1.4mmであり、切削幅がフィンガーカッタ刃の先端幅にほぼ等しいことから、極めて小さなものと考えられる。おもに側面切れ刃によって切削されると考えられる切り屑の形状は、送り速度が速いほど厚さが増すとともに、らせん状を呈しやすくなる傾向が観察された。また、実験終了時の切り屑の形状は、送り速度が毎分2.24mと3.43mでは実験開始時よりもやや細かくなったが、送り速度が毎分10.30mでは実験開始後まもなく細かく破碎されたものが多量に観察された。

## 4. まとめ

本実験では、カッタ主軸の回転数を毎分1800回転の一定とし、送り速度を3水準(2.24, 3.43, 10.30m/min)としたときの総切削材長あるいは切削長に伴う工具切れ刃の摩耗形態及び摩耗量を観察及び測定した。また、同時に工具切れ刃の摩耗量とフィンガーチップのスクーフ面における被削面の性状、フィンガー形状の加工精度などについても測定した。この結果、適正と考えられる送り速度は、3.34m/min(供試切削工具の有効刃を2枚としたときの一刀当たり送り量1.0mm)であった。ただし、本実験の送り速度は3水準

のみであり、予備切削<sup>5)</sup>を行っていないことから、実用的な送り速度は、3.43m/minを含めたもう少し広い範囲で示されると考えられる。なお、適正切削条件としては送り速度のほかに切削速度についても取りあげる必要があるが、これについては今後検討する予定である。

次に、切削工具の交換時期の目安については、外周切れ刃のすくい面上に投影した刃先後退量 $R_f$ 及び摩耗幅 $W_f$ がそれぞれ約55 $\mu$ mに達した時点と考えられる。また、この時点は、側面切れ刃のすくい面上に投影した刃先後退量と摩耗幅を合わせた値 $W_f'$ が約50 $\mu$ mに達したときであり、外周切れ刃の逃げ面上に投影した刃先後退量と摩耗幅を合わせた値 $R_c + W_c$ が100 $\mu$ m前後に達したときと推定される。なお、周フライス削り<sup>6)</sup>やトレパニング方式の旋削<sup>7)</sup>の場合、工具切れ刃の逃げ面上に投影した摩耗量とすくい面上に投影した摩耗量との比率はほぼ2対1と報告されているが、本実験では両者ともほぼ同じ摩耗量を示した。これは測定誤差のほかに、供試切削工具が外周切れ刃の稜線の直後から曲線の二番取りをしたものであることも影響していると考えられる。

## 文 献

- 1) 金森勝義ほか2名：林産試験報 1, 2, 11 (1987)
- 2) 福井 尚：木材工業, 21, 1, 20 (1966)
- 3) 同上：同上, 21, 2, 15 (1966)
- 4) 林 和男：木材学会誌, 26, 7, 457 (1980)
- 5) 金森勝義, 千野 昭：林産試月報, 408, 11 (1986)
- 6) 福井 尚, 横地秀行：木材学会誌, 23, 3, 131 ~137 (1977)
- 7) Tanaka, C., ほか2名：木材学会誌, 32, 2, 99 (1986)

—試験部 複合材試験科—  
—\* 木材部 加工科—  
(原稿受理 昭61.11.27)