

# トドマツ有節材の正面フライス削り

金森勝義 若井実

## Face - Milling of Knotty Todomatsu Wood

Katsuyoshi KANAMORI Minoru WAKAI

Comparison was made between the cutting resistance and surface roughness of knotty wood of Todomatsu, *A. sachalinensis* Mast., in case of face-milling and the same qualities in case of peripheral milling. The results show that the face-milling is expected to become one of the most effective methods of milling knotty wood.

トドマツ有節材を正面フライス削りしたときの切削抵抗および加工面あらさを周刃フライス削りの場合と比較した。この結果、正面フライス削りは有節材の有効な削り方式の一つとして期待できる。

### 1. はじめに

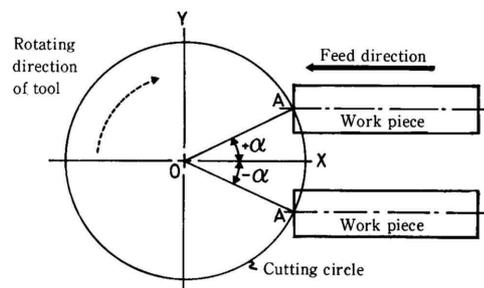
多軸かんな盤でトドマツ有節材を切削（周刃フライス削り）して壁面材を製造する場合、節が欠けたり、節周辺にさか目ぼれが発生しやすい。そこで、高比重材などの削り方式として評価されている正面フライス削り<sup>1)2)</sup>を取り上げ、トドマツ有節材を被削材としたときの切削抵抗、表面あらさなどを周刃フライス削りの場合と比較検討した。なお、木材の正面フライス削りに関する基礎的な研究として、切削条件に及ぼす加工面あらさ<sup>3)</sup>をはじめ、切り屑の形状<sup>4)</sup>、工具切れ刃の摩耗形態<sup>5)</sup>およびパーティクルボード用チップ形状<sup>6)</sup>などの影響について報告したものがあつた。しかし有節材を正面フライス削りした報告は未見である。

なお、本報は第22回木材学会北海道支部大会（1989年11月、旭川市）で発表したもの<sup>7)</sup>の要旨である。

### 2. 実験

実験は、まず切削装置として木工立てフライス盤を

用い、正面フライス削りと周刃フライス削りによる切削抵抗を測定したのち、前者の切削工具に対する被削材の送材位置（第1図の $XOA = \pm \alpha$ ）および一刃当たり送り量と被削材の表面あらさの関係などを調べた。



注：この図は切削状態を上から見たものであり、点Oは工具の中心、点Aは被削材の幅方向の中心線と切削円の交点である。

Note: Designation of the position of a longitudinal section parallel to the feeding direction.

Point O is the center of tool, point A is the intersecting point of center line of work piece-width and cutting circle.

第1図 被削材の送材位置 ( )

Fig. 1 Feeding position of work piece ( ) .

次に、切削装置として新たに立てフライス軸を取り付けた多軸かんな盤を用い、正面フライス削りと周刀フライス削りの2通りの削り方式で切削を行い、節周辺の表面あらさを比較した。

### 2.1 供試材

トドマツ材（比重0.41，平均年輪幅2.6mm，含水率9%）とマカンバ材（比重0.66，平均年輪幅0.8mm，含水率10%）を供試した。木工立てフライス盤を用いた実験では、両樹種とも追いまさ目板（厚さ20mm，幅50mm，長さ10cm）を厚さが切削幅になるように切削した。トドマツ材は長さ方向の中央に生き節（短径約20mm）があるものと、無節のものに調整した。また、多軸かんな盤を用いた実験では、トドマツ有節材（厚さ15mm，幅120mm，長さ100cm）の板目面を切削した。

### 2.2 切削条件

木工立てフライス盤を用いた実験では、被削材の送り方向に対して主軸を $0.3^\circ$ 傾斜させて正面フライス削りを行った。工具は切削円直径160mm，半径方向すくい角 $20^\circ$ ，軸方向すくい角 $15^\circ$ ，材質超硬合金K30のものとした。なお，超硬チップは外周切れ刃と正面切れ刃の交点が鋭利なものと，コーナー半径3mmの丸味のあるものを供試した。一方の周刀フライス削りは木工立てフライス盤の主軸を $90^\circ$ 回転させて，上向き切削で行った。工具は切削円直径125mm，すくい角 $25^\circ$ ，逃げ角 $9^\circ$ ，材質K30のものとした。両方の削り方式とも，工具の有効刃はいずれも1枚とした。

次に多軸かんな盤を用いた実験では，新たに設置した立てフライス軸の傾斜角を $0.3^\circ$ として正面フライス削りを行った。工具は20枚刃のものとし，刃数以外の諸元は前段の実験と同じにした。また，周刀フライス削りは多軸かんな盤の上軸を使い，上向き切削で行った。工具は切削円直径121mm，材質高速度鋼SHK3のものとし，有効刃は1枚とした。

### 2.3 切削抵抗と表面あらさの測定

切削抵抗は被削材を弾性八角リングのロードセルに固定して求めた。ロードセルは常法により，三軸方向相互の干渉の影響を含めた校正を行った。この測定系の応答周波数は，ロードセルの固有振動数の430Hzで

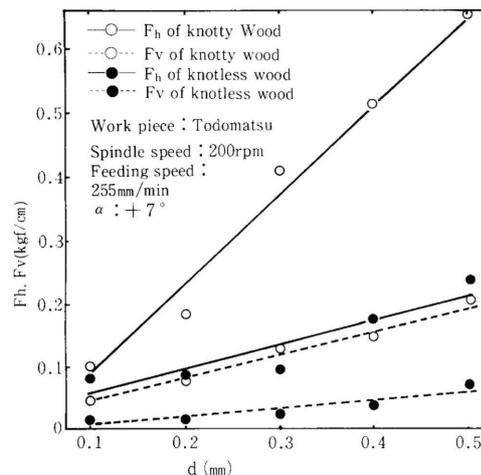
あった。切削抵抗の各分力は，5つの測定波形の最大値の平均を半分にした値（平均切削抵抗）とした。被削材の数は各切削条件につき3体とした。

表面あらさは触針式の表面あらさ計を用いて，十点平均あらさRzを測定した。被削材の数は各切削条件につき3体とし，触針は同一材面の3か所を送材方向に基準長さ10mmで走行させた。ただし，多軸かんな盤で切削した被削材の表面あらさは，さか目ぼれの発生した節周辺部と，節がなくて繊維走向の乱れない早材部分（無節部）を10か所ずつ測定した。

## 3. 結果および考察

### 3.1 有節材の両削り方式による切削抵抗

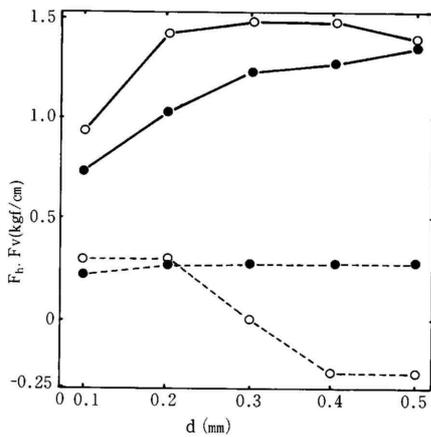
トドマツ材の節と節のない部分を正面フライス削りしたときの切削深さと切削抵抗（水平方向分力 $F_h$ と垂直方向分力 $F_v$ ）の関係を第2図に示す。両者の関係は，いずれの分力ともほぼ直線的に増加した。周刀フライス削りの場合の両者の関係を第3図に示す。節の切削では，切削深さが $0.3\text{mm}$ 以上になると $F_v$ は負



注： $F_h$  は水平方向分力， $F_v$  は垂直方向分力を表す。  
Note:  $F_h, F_v$ : Horizontal and vertical components of cutting-force.

第2図 正面フライス削りの切削深さ(d)と切削抵抗( $F_h \cdot F_v$ )

Fig. 2 Relationship between cutting-force ( $F_h \cdot F_v$ ) and cutting-depth by face-milling.



注：記号，切削条件は図2と同じ。  
Note: Same as in Fig.2

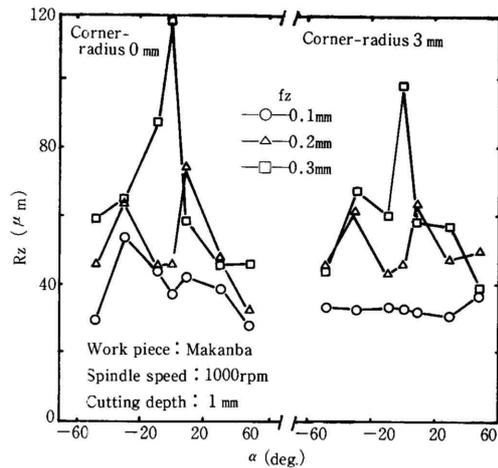
第3図 周辺フライス削りの切削深さ(d)と切削抵抗( $F_h \cdot F_v$ )

Fig. 3 Relationship between cutting-force ( $F_h \cdot F_v$ ) and cutting-depth (d).

の値を示した。一方 $F_h$ 、は切削深さが0.3mm以上になると横ばいの値を示した。これは、切削深さが大きくなると $F_v$ が逆方向(刃物が被削材から逃げる方向)に作用したことにより、被削材が設定した切削深さに削られなかったためと考えられる。このように有節材の周刀フライス削りでは、切削深さに対する垂直方向分力の増加割合が大きかった。この傾向は有節材の平削り<sup>8)</sup>でも報告されている。

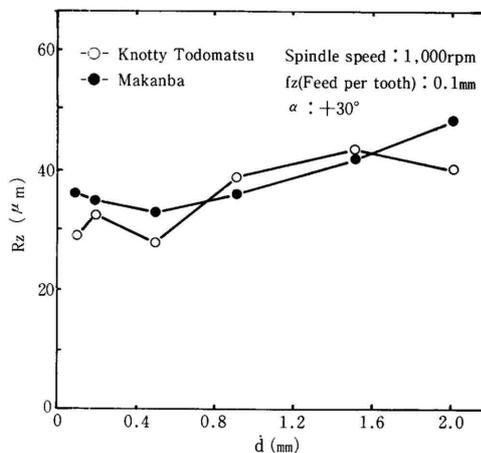
### 3.2 正面フライス削りによる表面あらさ

マカンバ材を正面フライス削りしたときの被削材の送材位置と表面あらさ $R_z$ の関係を第4図に示す。一刃当たり送り量 $f_z$ が大きいほど、 $R_z$ の最大値と最小値の差は増大した。これは、 $f_z$ が大きいほど、の絶対値が大きくなることによる効果、すなわち正面切れ刃が横切削から縦切削に近づく影響を強く受けるためと考えられる。また、 $R_z$ は $f_z$ にかかわらず、コーナ半径3mmの刃物の方がおおむね良好であった。これは、工具の正面切れ刃と外周切れ刃が交わるコーナを円弧状にすることによって、加工面形成にある程度影響を与える外周切れ刃が木口切削から縦切削に近づくため<sup>9)</sup>と考えられる。 $f_z$ は0.2mm以下が適正条件と考えられる。



第4図 被削材の送材位置( $\alpha$ )と表面あらさ( $R_z$ )

Fig. 4 Relationship between surface roughness( $R_z$ ) and feeding position of work piece( $\alpha$ ).



第5図 切削深さ(d)と表面あらさ( $R_z$ )

Fig. 5 Relationship between surface roughness( $R_z$ ) and cutting-depth ( $\alpha$ ).

トドマツの無節材およびマカンバ材を正面フライス削りしたときの切削深さ $d$ と表面あらさ $R_z$ の関係を第5図に示す。両樹種とも、本実験の範囲では $d$ が大きくなっても $R_z$ はさほど悪化しなかった。しかし、切削深さが1mm以上になると、特に下向き切削の領域では材縁部に欠けが観察された。この欠けの発生頻度は切削深さのほかに、工具が被削材に食い込む角度(エンゲージ角)などにも影響されると考えられる。

第1表 多軸かな盤による削り方式と表面あらさ(Rz)の関係

Table 1 Relationship between surface roughness(Rz) and milling methods with a moulder.

送り速度 Feed speed of work piece (m/min)	節周辺部の表面あらさ ( $\mu\text{m}$ ) Surface roughness around knots		無節部の表面あらさ ( $\mu\text{m}$ ) Surface roughness at a distance of knots	
	正面フライス削り *1 Face-milling	周刃フライス削り *2 Peripheral milling	正面フライス削り *1 Face-milling	周刃フライス削り *2 Peripheral milling
1.9	39	113	13	17
5.4	69	114	26	25
15.0	113	114	72	29

\*1, \*2: 正面フライス削りでは被削材の送材位置は11度 (エンゲージ角70度) とした。

両方の削り方式とも, 切削速度は34.19m/sec, 切削深さは1mmとした。

\*1:  $\alpha = +11^\circ$ ,  $d = 1\text{mm}$ , Cutting speed 34.19m/sec

\*2:  $d = 1\text{mm}$ , Cutting speed 34.19m/sec

### 3. 3 両削り方式による表面あらさ

多軸かな盤でトドマツ有節材を, 正面フライス削りおよび周刃フライス削りしたときの節周辺部と無節部の表面あらさRzを第1表に示す。正面フライス削りは特に節周辺部のRzに対して有効であった。ただし, 送り速度が速くなると, 無節部のRzは周刃フライス削りよりも正面フライス削りの方が悪かった。これは, 立てフライス軸はモータの軸に直接工具を取り付けたものであったことから, この軸のガタなどによって一刃当たり送り量が計算値よりもかなり大きくなったためと考えられる。多軸かな盤による正面フライス削りについては, いくつかの課題はあるが, 有節材に対する有効な削り方式の一つであると考えられる。

### 文 献

- 1) 木下直治: 木材工業, 8, 6 (1953)
- 2) 福井尚: 文部省科研試験成果報告書 (1981)
- 3) 横地秀行, 福井尚: 木材学会誌, 24, 815 (1978)
- 4) 同上: 同上, 27, 795 (1981)
- 5) 横地秀行ほか3名: 同上, 33, 796 (1987)
- 6) Harold A. Stewart: FPI, 33, 27 (1983)
- 7) 金森勝義, 若井実: 学会道支部講演集, 21 (1990)
- 8) 長井正幸ほか2名: 学会発表要旨集, 145 (1987)
- 9) 横地秀行, 福井尚: 木材学会誌, 25, 20 (1979)

—技術部 加工科—

(原稿受理 平 3.2.14)