

単板切削現象の変化に及ぼすプレッシャバー-ナイフ-  
被削材相互の位置関係の影響 (解析と実験) (VII)\*  
ローラバーを作用させた単板切削における単板切削現象の変化 (3)

杉 山 滋

長崎大学教育学部技術教育講座  
(平成13年10月31日受理)

Effects of Shape and Setting of the Pressure Bar upon the Cutting  
Phenomena in the Orthogonal Cutting of Veneer (VII)\*  
On the Variation of the Cutting Phenomena in the Veneer  
Cutting with the Roller Bar (3)

Shigeru SUGIYAMA

Department of Technology, Faculty of Education,  
Nagasaki University, Nagasaki 852-8521

(Received Oct. 31, 2001)

Abstract

In the veneer cutting process, compression and restraint caused by a pressure bar play an important role, but few studies have dealt with their effects upon the cutting phenomena. Therefore, the main purpose of the study reported here was to obtain quantitative information on these aspects. Roller bars with various diameter ( $D$ ) and of various rolling types were prepared to vary the depth ( $r$ ) of restraint by interface between the face of the roller bar and the knife rake - face, the action area of restraint, and the degree of friction between the face of the roller bar and the tight side of the veneer. White seraya veneer, 10 mm thick, was cut with five rolling types of the roller bars, and the knife check of the loose side, the crack of the tight side and the curvature of the veneer were measured. Based on these measurements, their variations under various experimental conditions were clarified, and characteristics of the veneer cutting with a roller bar were discussed.

1. 緒 言

厚い単板を得るための単板切削工程では、単板の品質向上をはかるため、プレッシャバーによる被削材への一次圧縮に加えて、二次圧縮を効果的に作用させる方法が採られている。それには、シャープバーよりもダブルフェイスバーを作用させる方法が効果的であり、さ

\* 本報を「単板切削条件に関する研究 (第11報) Studies on Veneer Cutting Conditions (XI)」とする。前報「単板切削現象の変化に及ぼすプレッシャバー-ナイフ-被削材相互の位置関係の影響 (解析と実験) (VI)」は、長崎大学教育学部紀要 - 自然科学 - 第64号 41~47 (2001. 6)に掲載。

らには、ダブルフェイスバーよりはローラバーを作用させる方が効果的であると考えられるが、ローラバーを作用させて単板切削を行うためには、被削材質に応じたローラバーの回転方式や直径、それらに加えてローラバーの作用位置を適正に設定しなければならない。そのためには、いろいろな被削材のもとで、ローラバーの回転方式や直径、ならびにローラバーの作用位置を変えた幾種類もの基礎実験の蓄積が必要となる。

これまでに、筆者は、ローラバーの回転方式や直径、ならびにローラバーの作用量・作用範囲の変化に伴う切削力の変動やナイフすくい面の摩擦係数の変化を調べてきた<sup>1)~4)</sup>。この研究では、上記の研究に引き続いて、ローラバーの回転方式や直径、ならびにローラバーの作用量・作用範囲を変えて10 mm厚の単板切削実験を行い、これらの変化に伴う単板切削現象の変化などについて、明らかにしようと試みた。

## 2. 実 験

ローラバーを作用させた単板切削における単板切削現象の変化を明らかにするため、回転方式と直径がそれぞれ異なるローラバーを作用させ、既報<sup>2),4)</sup>とほぼ同様の方法により単板切削実験を行った(第1図, 第2図)<sup>\*1</sup>。

## 3. 実験結果および考察

### 3.1 単板切削現象の変化

実験中および実験後の測定・観察の結果(前報<sup>3)</sup>参照)に基づいて、単板性状をつぎのようにとりまとめた(第3図)。

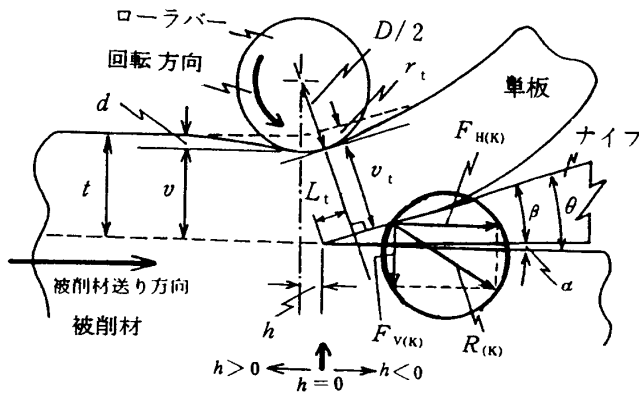
(1) 二次圧縮量  $r$  の変化に伴う単板性状の変化から、二次圧縮作用の及ぶ範囲を、便宜上、つぎのように分類した。即ち、二次圧縮作用の殆ど及ばない範囲 ( $-1.0 \text{ mm} \leq r \leq 0 \text{ mm}$  の範囲)、著しく及ぶ範囲 ( $r > 1.0 \text{ mm}$  の範囲) およびそれらの間で二次圧縮作用の及ぶ範囲 ( $0 \text{ mm} < r \leq 1.0 \text{ mm}$  の範囲) のそれぞれの3つの範囲で、単板性状が異なった。 $-1.0 \text{ mm} \leq r \leq 0 \text{ mm}$  の範囲では、ローラバーの回転方式や直径  $D$  の大きさに拘らず、二次圧縮作用が殆ど及ばない範囲であり、単板性状は良好とはならない。 $r$  を著しく大きく作用させる ( $r > 1.0 \text{ mm}$  の範囲に設定する) と、裏割れの侵入長さ  $l$  および侵入角度  $\phi$  は著しく減少し、さらには裏割れ侵入間隔  $p$  も著しく大きくなり、単板の彎曲半径  $R$  は大きくなり、良好な単板性

\*1 切削方式は二次元横切削とし、ナイフへの被削材の送り速度  $f_w$  は  $138.7 \text{ mm/min}$  一定とした。ナイフ(材質はSKH 2)の刃先角  $\beta$  は  $18^\circ$ 、逃げ角  $\alpha$  は  $30'$ (即ち、切削角  $\theta$  は  $18^\circ 30'$ ) とし、切込量  $t$  は  $10 \text{ mm}$  とした。既報<sup>2),4)</sup>と同様に、本報においてもローラバーの回転方式として、回転固定型、自由回転型および駆動回転型(これらを、以下では、それぞれ RR type, RF type および RD type と呼ぶ) をとりあげた。RD type は、被削材の送り速度  $f_w$  ( $=138.7 \text{ mm/min}$  一定) に対するローラバー回転周速度  $f_r$  の比  $r$  ( $= f_r / f_w$ ,  $r$  を便宜上、駆動速度比と呼ぶ) を  $0.5, 1.0$  および  $1.5$  になるように、 $f_r$  を3段階に変化させた。

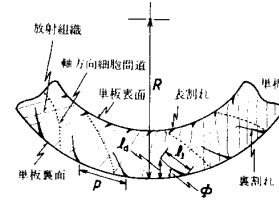
本報では、ローラバーによる二次圧縮量  $r$  を  $0.1 \sim 1.6 \text{ mm}$  の範囲で  $0.3 \text{ mm}$  間隔おきに6段階に変化させた。これら  $r > 0$  の範囲の場合のほか、 $r > 0$  の範囲の場合と比較するために、既報<sup>2),4)</sup>と同様に、 $r \leq 0$  の範囲の場合 ( $r < 0$  の例として、 $r = -1.0 \text{ mm}$  の場合) をも加えた。また、二次圧縮の作用範囲を変えるため、いずれの回転方式によるローラバーの場合も、ローラバーの直径  $D$  を  $7, 10, 20$  および  $30 \text{ mm}$  の4段階に変化させた。

実験の開始と同時に、切削実験装置の正面に装備したカメラにより、ローラバー作用下での単板切削実験の様子を拡大撮影し、切削中の被削材や単板の様子を詳細に観察した。それぞれの実験条件に対応する実験が終了するたびに単板を採取し(採取は1実験条件につき異なる試験片から3回の繰返し実験によって行った)、裏割れの侵入(侵入長さ  $l$ , 侵入深さ  $l_d$ , 侵入角度  $\phi$ , 侵入間隔  $p$ )、表割れの侵入および彎曲半径  $R$  の測定・観察を行った(既報<sup>3)</sup>参照)。このような実験中の写真観察結果と、採取後の単板の性状の測定・観察結果とから、ローラバーの回転方式と二次圧縮量の影響について検討を行った。

供試材には、既報<sup>2),4)</sup>と同様に、マレーシアカリマンタン島サバ州産ホワイテセラヤ (*Parashorea malaamonan Merr.*) を用いた。その同一原木心材部から、切削面が追根目面(第2図に示したように、木表側を切削、放射組織に対して逆目になる方向から切削する)、切削方向が繊維走向に垂直となるような試験片を作成し、それら試験片を約  $95^\circ\text{C}$  で4時間煮沸したのち、冷水中に浸漬し、沈んだ状態で実験開始まで保存し、実験にあたっては飽水状態で供試した。なお、気乾状態(含水率  $15.8\%$ )における同材原木心材部の容積重の平均は  $0.47 \text{ g/cm}^3$  であった。

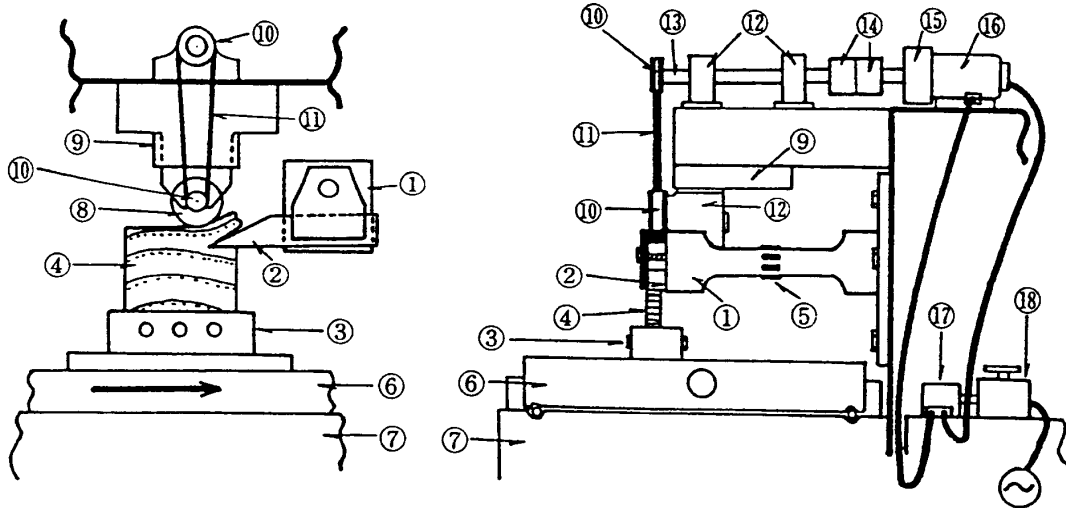


**第1図** ローラバーを作用させた単板切削の模式図  
 $\alpha$  および  $\beta$  : ナイフの逃げ角および刃先角;  $\theta$  ( $=\alpha+\beta$ ): 切削角;  $t$ : 切込量;  $D$ : ローラバー直径;  $h$  および  $v$ : ローラバーとナイフとの水平距離および垂直距離;  $v_t$  ( $=t-r_t$ ): ローラバーとナイフすくい面との拘束距離;  $d$  ( $=t-v$ ): ローラバーの一次圧縮量;  $r_t$  ( $=t-v_t$ ): ローラバーの二次圧縮量;  $L_t$ :  $r_t$  を受けるナイフすくい面上の刃先からの位置 (最大圧縮位置);  $R_{(K)}$ : ナイフに加わる切削力;  $F_{H(K)}$  および  $F_{V(K)}$ ;  $R_{(K)}$  の水平分力および垂直分力



**第3図** 単板に生じた割れ (表割れと裏割れ)

$h$ : 裏割れ侵入長さ;  $l_d$ : 裏割れ侵入深さ;  $\phi$ : 裏割れ侵入角度 ( $=\sin^{-1} l_d/h$ );  $p$ : 裏割れ侵入間隔;  $R$ : 単板の彎曲半径 (外径, 即ち, 単板表面側を測定); 単板の表割れは, 放射組織に沿う方向に侵入していた。

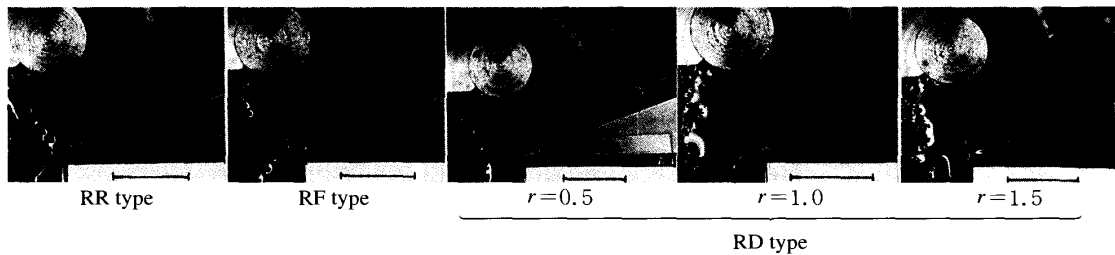


**第2図** 切削力測定装置, ローラバーの回転装置および切削実験装置の概要

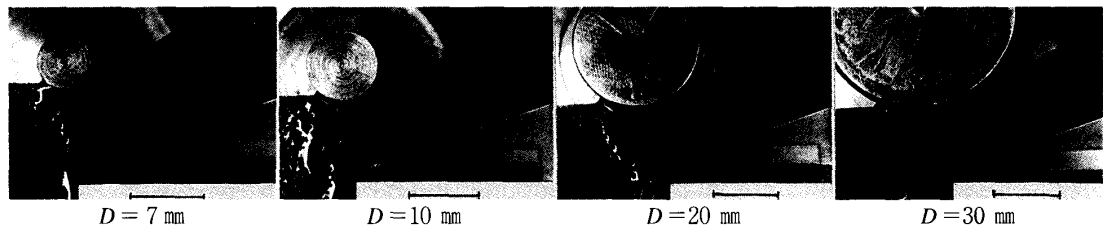
- ①: ナイフに加わる切削力を測定するための片持梁型切削力2分力測定装置; ②: ナイフ; ③: 試験片固定装置; ④: 試験片; ⑤: ストレインゲージ; ⑥: 送り台; ⑦: 昇降テーブル; ⑧: ローラバー; ⑨: ローラバー固定装置; ⑩: プーリ; ⑪: Vベルト; ⑫: 軸受; ⑬: ローラバー回転のための主軸; ⑭: カップリング; ⑮: ギャーヘッド; ⑯: ローラバー回転のためのモータ; ⑰: ローラバーの回転数を調整するためのスピードコントローラ; ⑱: スライドダック

状を呈するが, ローラバー逃げ面とナイフすくい面との間の円滑な単板の流出を著しく妨げる。  $0\text{ mm} < r_t \leq 1.0\text{ mm}$  の範囲では,  $r_t$  の特定値を境に,  $r_t$  の変化に伴って  $\phi$ ,  $p$  および  $R$  に変化をもたらす。この範囲内での  $r_t$  の特定値は,  $r_t \approx 0.4 \sim 0.7\text{ mm}$  であり (ローラバーの回転方式や  $D$  の大きさによって  $r_t$  の大きさが若干異なった), その特定値までは二次圧縮作用が充分でない範囲を意味し, 単板は  $-1.0\text{ mm} \leq r_t \leq 0\text{ mm}$  の範囲の場合に比較的類似し, 良好な単板性状を呈しない。しかし, その特定値を超えて  $r_t$  を大きく作用させれば,  $r_t > 1.0\text{ mm}$  の範囲の場合に類似し, 良好な単板性状を呈する。

(2) ローラバーの回転方式や  $D$  の大きさのちがいは, 次項で記述するように, 表割れの侵入にはそれらの影響が及ぶが, 裏割れの侵入や単板の彎曲半径には大きな変化をもたらさなかった。



第4図 ローラバーの回転方式の変化に伴う切削現象の変化  
( $D=10$  mmのローラバーで,  $r=1.0$  mm作用させた場合)  
図中のスケールは, 10 mmを示している。



第5図 ローラバー直径  $D$  の変化に伴う切削現象の変化  
(RR type ローラバーで,  $r=0.7$  mm作用させた場合)  
図中のスケールは, 10 mmを示している。

### 3.2 単板の表割れの侵入

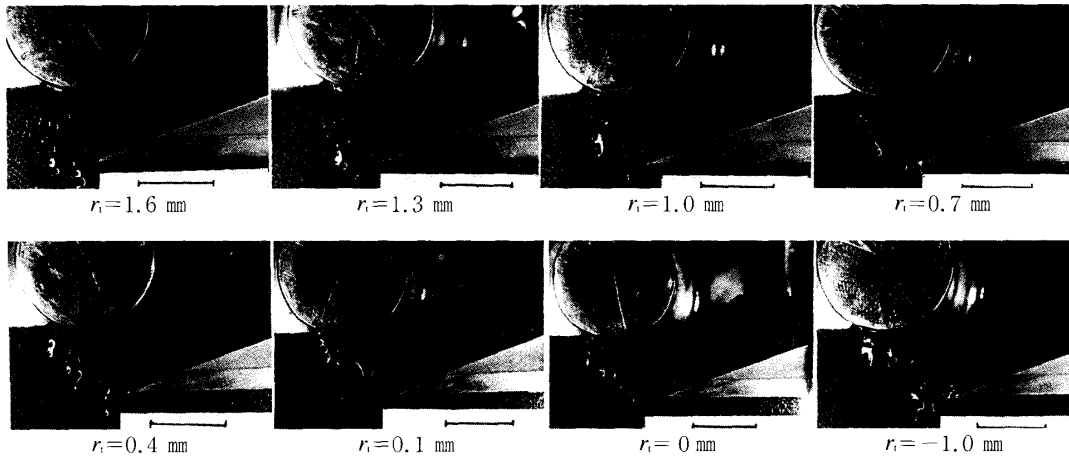
RF type ローラバーの場合には, いずれの  $D$  の場合も  $r$  の大きさに拘らず, 表割れは侵入しなかった。RR type および RD type ローラバーの場合では,  $D=7$  mmの場合に表割れが侵入した。それらのローラバーでは,  $r$  を増加させると表割れの侵入が著しくなったが,  $r > 0$  mmの範囲で  $r$  を極めて小さく作用させるか, あるいは  $r$  を作用させない ( $r \leq 0$  mmの範囲に設定する) と, 表割れの侵入は減少した。これらローラバーでは,  $D$  を増加させると, 表割れの侵入は減少した。

このような表割れの侵入の様相を二, 三の例で示す (第4図~第6図)。第4図は,  $D=10$  mmのローラバーで  $r=1.0$  mm作用させた場合におけるローラバーの回転方式のちがいで示したものであるが, いずれの回転方式の場合も表割れは同程度に侵入している様子が観察される。第5図は, RR type ローラバーで  $r=0.7$  mm作用させた場合における  $D$  の大きさのちがいで示したものであるが,  $D$  の小さい場合ほど表割れの侵入が顕著になる様子が観察される。第6図は,  $r=1.0$  のRD type ローラバーで  $D=20$  mmの場合における  $r$  の大きさのちがいで示したものであるが,  $r$  を変化させても表割れの侵入は極めて小さいか, あるいは殆どない様子が観察される。

### 3.3 ナイフすくい面の摩擦係数の変化と単板切削現象の変化との関係

これまでに, 筆者は, シャープバー, ダブルフェイスバーおよびローラバーなど数多くのプレッシャバーを作用させた単板切削実験を行い, 切削力の変化からナイフすくい面に作用する摩擦力  $F$  および垂直力  $N$  を測定し, それらを用いてナイフすくい面の摩擦係数  $\mu (=F/N)$  を求め,  $\mu$  の変化と単板性状の変化との関係などについて検討してきた<sup>5)~7)</sup>。その結果,  $\mu$  を減少させるような切削実験条件の下では, 単板性状が良好となることを見出した<sup>5)~7)</sup>。

筆者による先の研究<sup>2)</sup> (本報と同じ実験条件) によれば, 種々のローラバー作用下における  $r$  の変化に伴う  $\mu$  の変化の傾向はつぎのようである。いずれのローラバーの場合も, また, いずれの  $D$  の場合も  $-1.0 \text{ mm} \leq r \leq 0 \text{ mm}$  の範囲では,  $\mu$  は極大値を示したが,  $0 \text{ mm} < r \leq 1.0 \text{ mm}$  の範囲では,  $r$  の増加に伴いバー



第6図 二次圧縮量  $r_i$  の変化に伴う切削現象の変化  
 ( $r=1.0$  の RD type ローラバーで、 $D=20$  mm の場合)  
 図中のスケールは、10 mm を示している。

の単板表面への喰い付きの程度が大きくなり、 $\mu$  は減少傾向を示した。 $r_i=1.0$  mmでは、 $\mu$  は最小値を示したが、 $r_i>1.0$  mmの範囲では、 $r_i$  の増加に伴いバーの単板表面への喰い付きの程度が著しく大きくなり、 $\mu$  は増加傾向を示した。

このような  $r_i$  の変化に伴う  $\mu$  の変化 (既報<sup>2)</sup>の結果) と、 $r_i$  の変化に伴う単板性状の変化 (本報の結果) とは、これまでの研究結果<sup>5)・7)</sup>と同様に、比較的類似した関連がある。即ち、 $r_i=1.0$  mmに到るまでの  $r_i$  の増加は  $\mu$  の減少をもたらすから、この範囲で  $r_i$  を大きく作用させれば (即ち、前記のような  $r_i$  の特定値を超えて  $r_i$  を大きく作用させると)、単板は、裏割れの侵入が比較的少なく、比較的大きい彎曲半径をもち、バー逃げ面とナイフすくい面との間を円滑に流出し、比較的良好な性状を呈する。しかし、 $r_i \geq 1.0$  mm ( $r_i=d$  となるように  $r_i$  を設定した場合には、ナイフ刃先から引いた切削角  $\theta$  の補角の二等分線上にローラバーの中心があることを意味する) の場合には、ローラバーの回転方式や  $D$  の大きさに拘らず、バー逃げ面とナイフすくい面との間の円滑な流出を妨げる。即ち、流出できた単板は、バーによる著しい二次圧縮作用を受けるため、裏割れの侵入は殆どなくなり、単板の彎曲半径も大きく、“腰” (いわゆる、単板の剛性) も著しく強くなる。

#### 4. 結 論

プレッシャバーによる二次圧縮量  $r_i$  およびその作用範囲と、単板性状の変化との関連を明らかにするため、10 mm厚の単板切削実験を種々のローラバーを作用させて行った。実験では、 $r_i$  およびその作用範囲などを変化させるために、一次圧縮量  $d$  を1.0 mm一定として、ローラバーの水平距離  $h$ 、直径  $D$  および回転方式 (回転固定型、自由回転型および駆動回転型) を変化させ、これらの変化に伴う単板性状 (単板の裏割れや表割れの侵入および彎曲半径) の変化などを明らかにした。得られた主な結果は、つぎのように要約できる。

- (1)  $r_i$  の変化に伴う単板性状の変化から、二次圧縮作用の及ぶ範囲をつぎの3つに分類した。①  $-1.0 \text{ mm} \leq r_i \leq 0 \text{ mm}$  の範囲では、二次圧縮作用の殆ど及ばない範囲で、良好な単板性状を示さない範囲である。②  $r_i > 1.0 \text{ mm}$  の範囲では、二次圧縮作用の著しく及ぶ

範囲で、良好な単板性状を示すが、単板の流出が妨げられる範囲である。③  $0 \text{ mm} < r_1 \leq 1.0 \text{ mm}$ の範囲では、二次圧縮作用が及ぶ範囲であり、 $r_1 \doteq 0.4 \sim 0.7 \text{ mm}$  ( $r_1$ の特定値)を境いに単板性状に変化をもたらす範囲である。単板は、上記の $r_1$ の特定値までの範囲では、 $-1.0 \text{ mm} \leq r_1 \leq 0 \text{ mm}$ の範囲の場合の単板に類似し、良好な性状を呈しないが、 $r_1$ の特定値を超える範囲では、 $r_1 > 1.0 \text{ mm}$ の範囲の場合の単板に類似し、 $r_1$ の増加に伴って良好な性状を呈する。

(2) 自由回転型ローラバーでは、 $D$ や $r_1$ の大きさに拘らず表割れは侵入しないが、回転固定型ローラバーおよび駆動回転型ローラバーでは、 $D$ の小さい場合で、しかも $r_1$ を大きく作用させるに伴い表割れが侵入するが、 $D$ を大きくするか、あるいは $r_1$ を減少させると、表割れの侵入は減少する。

(3) ローラバーの回転方式や $D$ の大きさのちがいは、裏割れの侵入程度や単板の彎曲半径には大きな変化をもたらさなかった。

(4)  $r_1$ の変化に伴う単板性状の変化と、 $r_1$ の変化に伴うナイフすくい面の摩擦係数 $\mu$ の変化との関連から、良好な単板性状となる $r_1$ の特定値を求めた。 $\mu$ を減少させるような、しかも単板の流出を円滑にするローラバーの二次圧縮作用条件が単板性状を良好にする。そのような $r_1$ を本報の実験結果から求めると、 $r_1 \doteq 0.4 \sim 0.7 \text{ mm}$ を超え、 $r_1 \doteq 1.0 \text{ mm}$ までの範囲の $r_1$ で、できる限り大きい値が望ましい。

## 文 献

- 1) 杉山 滋：木材学会誌, **37** (2), 109~117 (1991).
- 2) 杉山 滋：木材学会誌, **38** (11), 1017~1025 (1992).
- 3) 杉山 滋：長崎大学教育学部自然科学研究報告, No.45, 111~134 (1991).
- 4) 杉山 滋：木材工業, **48** (3), 111~117 (1993).
- 5) 杉山 滋：木材学会誌, **28** (8), 495~503 (1982).
- 6) 杉山 滋：木材学会誌, **31** (10), 814~822 (1985).
- 7) 杉山 滋：木材学会誌, **29** (10), 679~687 (1983).
- 8) 杉山 滋：長崎大学教育学部紀要 -自然科学-, No.64, 41~47 (2001).