

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)*

ローラバーを作用させた単板切削における単板性状の変化に
及ぼすローラバーの回転方式, 直径および設定条件の影響

杉 山 滋

長崎大学教育学部技術教育講座

(平成12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 (VI)*

Effect of Rolling Type, Diameter and Setting Conditions of the Roller Bar
upon Veneer Quality in Orthogonal Cutting of Veneer with a Roller Bar

Shigeru SUGIYAMA

Department of Technology, Faculty of Education,

Nagasaki University, Nagasaki 852-8521

(Received Oct. 31, 2000)

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_i) 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, 10mm 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.

* 本報を「単板切削条件に関する研究(第10報) Studies on Veneer Cutting Conditions (X)」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)(V)」は、長崎大学教育学部紀要 —自然科学— 第63号 33~38 (2000) に掲載。

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が効果的であり、さらには、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。

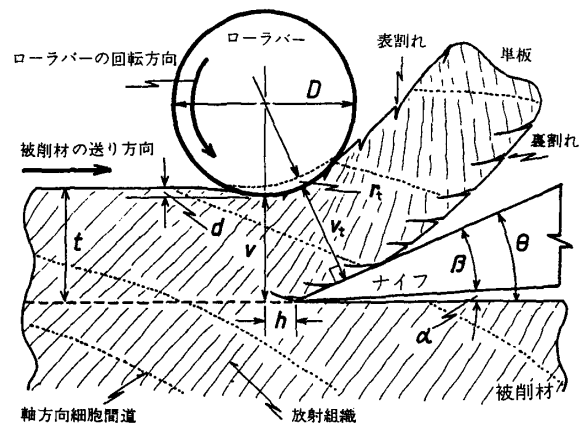
これまでに、筆者は、ローラバーの回転方式や直径、ならびにローラバーの作用量・作用範囲の変化に伴う切削力の変動やナイフすくい面の摩擦係数の変化を調べてきた^{1)~4)}。この研究では、上記の研究に引き続いて、ローラバーの回転方式や直径、ならびにローラバーの作用量・作用範囲を変えて10 mm厚の単板切削実験を行い、これらの変化に伴う単板性状（単板の裏割れや表割れの侵入および彎曲半径）の変化などについて、明らかにしようと試みた。

2. 実験方法

ローラバーを作用させた単板切削における単板性状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^{2),4)}とほぼ同様の方法により、単板切削実験を行った(第1図)。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 mm/min一定とした。ナイフ(材質はSKH2)の刃先角 β は18°、逃げ角 α は30°(即ち、切削角 θ は18°30')とし、切込量 t は10 mmとした。

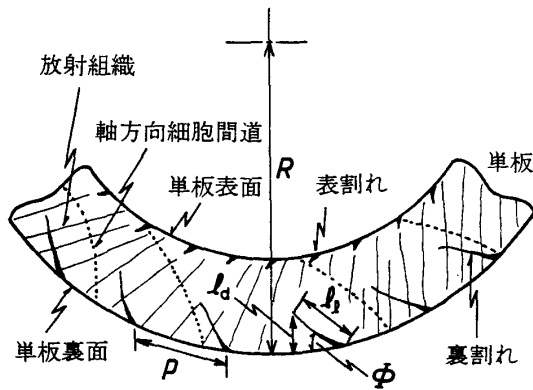
既報^{2),4)}と同様に、本報においてもローラバーの回転方式として、回転固定型、自由回転型および駆動回転型(これらを、以下では、それぞれRR type, RF typeおよびRD typeと呼ぶ)をとりあげた。RD typeは、被削材の送り速度 f_w (=138.7 mm/min一定)に対するローラバーの回転周速度 f_R の比 r (= f_R/f_w , r を便宜上、駆動速度比と呼ぶ)を0.5, 1.0および1.5になるように、 f_R を3段階に変化させた。

本報では、ローラバーによる二次圧縮量 r_2 を0.1~1.6 mmの範囲で0.3 mm間隔おきに6段階に変化させた。これら $r_2 > 0$ の範囲の場合のほか、 $r_2 < 0$ の範囲の場合と比較するために、既報^{2),4)}と同様に、 $r_2 \leq 0$ の範囲の場合($r_2 < 0$ の例として、 $r_2 = -1.0$ 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、



第1図 ローラバーを作用させた単板切削

α : 逃げ角; β : 刃先角; θ : 切削角 ($=\alpha+\beta$); t : 切込量; D : ローラバーの直径; h および v : バー先端とナイフ刃先端との水平距離および垂直距離; r_1 : バー逃げ面とナイフすくい面との拘束距離; d : 一次圧縮量; r_2 : 二次圧縮量



第2図 単板に生じた割れ(表割れと裏割れ)

l_e : 裏割れ侵入長さ; l_d : 裏割れ侵入深さ; ϕ : 裏割れ侵入角度 ($=\sin^{-1} l_d/l_e$); 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た。

定・観察を行った(第2図)。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^{2),4)}と同様に, マレーシアカリマンタン島サバ州産ホワイトセラヤ(*Parashorea malaanonan* Merr.)を用いた。その同一原木心材部から, 切削面が追証目面(第1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°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 g/cm³であった。

3. 実験結果および考察

3.1 裏割れの侵入について

3.1.1 裏割れ侵入長さ l_e の変化

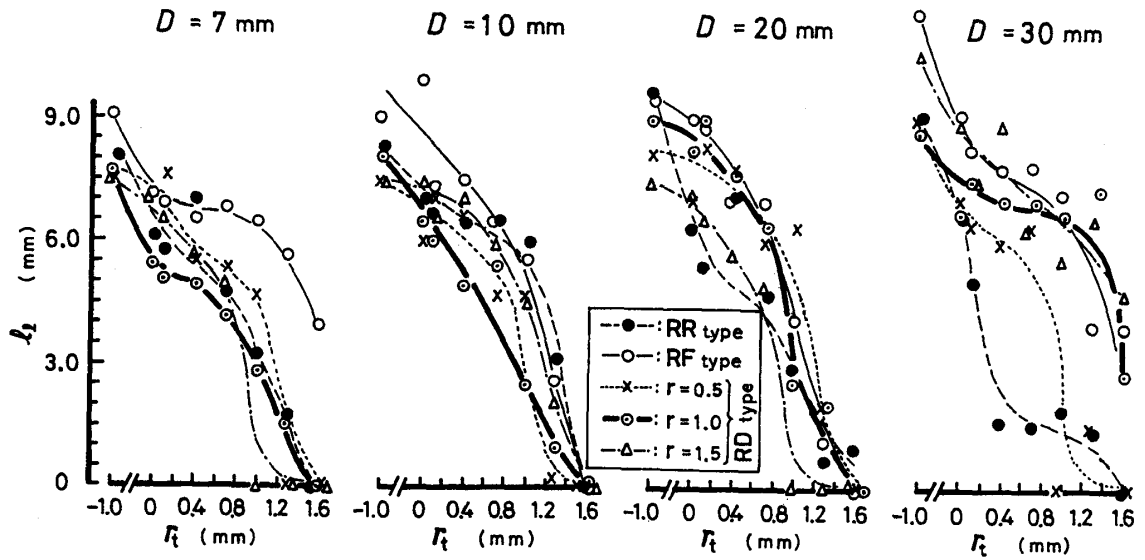
二次圧縮量 r_t の変化に伴う l_e の変化を第3図に示す。同図より明らかなように, l_e は, いずれの回転方式のローラバーの場合も, また, いずれのローラバー直径 D の場合も, r_t を作用させない ($r_t \leq 0$ の範囲に設定する) と, 著しく大きくなるが, r_t を作用させる ($r_t > 0$ の範囲に設定する) と, その r_t の増加に伴い著しく小さくなる。

3.1.2 裏割れ侵入角度 ϕ の変化

r_t の変化に伴う ϕ の変化(第4図)は, ローラバーの回転方式と D とによって若干異なる傾向を示した。即ち, $r_t < 0$ の範囲から $r_t > 0$ の範囲への r_t の増加に伴い, ϕ は, マキシマムカーブを描く傾向 ($r_t \approx 0.4 \sim 0.7$ mmで最大値)を示す場合と, ほぼ一定で変化のない傾向 ($-1.0 \text{ mm} \leq r_t \leq 1.0 \text{ mm}$ の範囲)から減少傾向 ($r_t > 1.0 \text{ mm}$ の範囲)を示す場合, とがあった。しかし, いずれの回転方式の場合も, また, いずれの D の場合も, r_t の著しい増加は ϕ の減少をもたらし, 0° に近づく ($\phi = 0^\circ$ は, 裏割れが侵入しないことを意味する)。

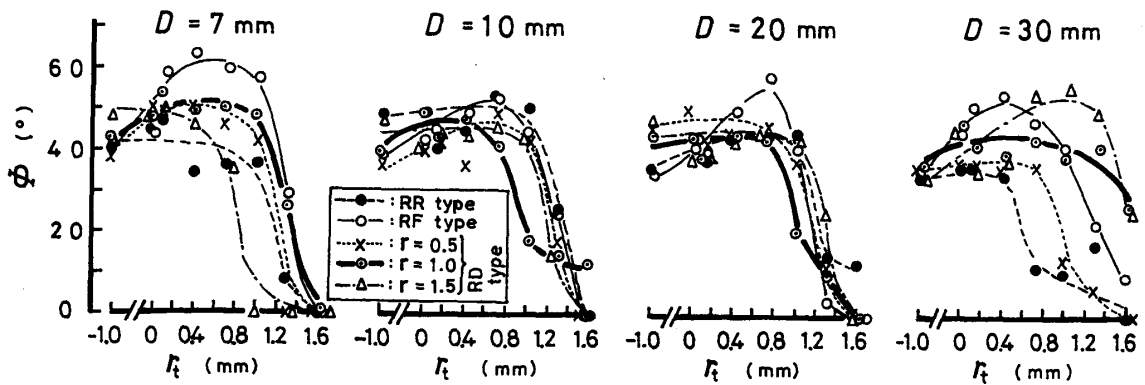
いずれの回転方式によるローラバーの場合も, ローラバーの直径 D を7, 10, 20 および30 mmの4段階に変化させた。

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_e , 侵入深さ l_d , 侵入角度 ϕ , 侵入間隔 p), 表割れの侵入および彎曲半径 R の測



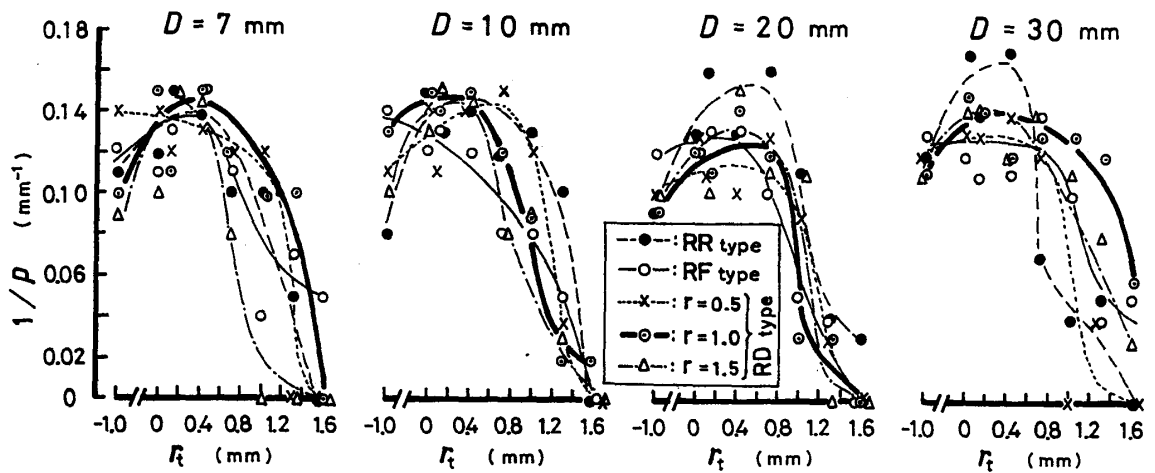
第3図 二次圧縮量 r_2 の変化に伴う裏割れ侵入長さ l_e の変化

D : ローラバーの直径; ローラバーの回転方式 (RR type : 回転固定型; RF type : 自由回転型; RD type : 駆動回転型); r : 駆動速度比 (RD type ローラバーにおける被削材の送り速度に対するローラバーの回転周速度の比)

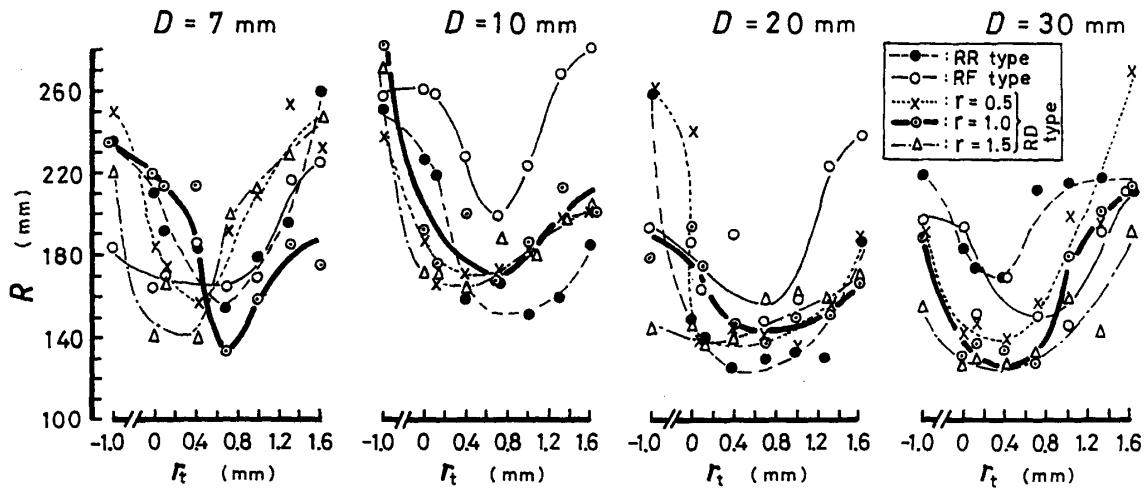


第4図 二次圧縮量 r_2 の変化に伴う裏割れ侵入角度 ϕ の変化

記号は、第1図~第3図参照 (以下の図・表についても同様)。



第5図 二次圧縮量 r_2 の変化に伴う裏割れ侵入間隔 p の逆数 $1/p$ の変化



第6図 二次圧縮量 r_t の変化に伴う彎曲半径 R の変化

3. 1. 3 裏割れの侵入間隔 p の変化

r_t の著しい増加に伴い p は極めて大きくなるが、このような r_t の変化に対する p の変化の傾向の図示を容易にするため、 p の逆数と r_t との関係で表すこととする。 r_t の変化に伴う p の逆数 $1/p$ の変化の傾向 (第5図) は、 $r_t < 0$ の範囲から $r_t > 0$ の範囲への r_t の増加に伴い、減少傾向 ($r_t = -1.0$ mm のときに最大値) を示す場合と、マキシマムカーブを描く傾向 ($0 \text{ mm} < r_t \leq 1.0$ mm の範囲で最大値) を示す場合とがあった。しかし、いずれの場合も r_t が著しく増加すると、 $1/p$ は減少し、0 に近づく (即ち、裏割れ侵入間隔が著しく広くなるか、あるいは裏割れが全く侵入しないことを意味する)。

3. 2 彎曲半径 R について

r_t の変化に伴う R の変化を第6図に示す。同図より明らかなように、いずれの回転方式の場合も、また、いずれの D の場合も、 $r_t < 0$ の範囲から $r_t > 0$ の範囲への r_t の増加に伴い、ミニマムカーブを描く傾向を示した。 R の最大値となる r_t の大きさは、ローラバーによって異なった。即ち、RR type ローラバー、RF type ローラバーおよび $r=1.0$ の RD type ローラバーの場合では $r_t \approx 0.7$ mm のときに、 $r=0.5$ および $r=1.5$ の RD type ローラバーの場合では $r_t \approx 0.4$ mm のときに、それぞれ R は最大値を示した。

3. 3 表割れの侵入について

単板の表割れの侵入の程度を第1表に示した。同表より明らかなように、RF type ローラバーの場合には、いずれの D の場合も r_t 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_t を増加させると、表割れの侵入が著しくなったが、 $r_t > 0$ の範囲で r_t を極めて小さく作用させるか、あるいは r_t を作用させない ($r_t \leq 0$ の範囲に設定する) と、表割れの侵入は減少した。これらのローラバーでは、 D を増加させると、表割れの侵入は減少した。

第1表 表割れの侵入の程度

ローラバーの直径 D (mm)と回転方式		二次圧縮量 r_t (mm)							
		1.6	1.3	1.0	0.7	0.4	0.1	0	-1.0
$D=7$	RR type	×	×	×	△	△	△	△	○
	RF type	○	○	○	○	○	○	○	○
	RD type	$r=0.5$	×	×	△	△	△	△	×
		$r=1.0$	×	×	×	△	×	△	○
$r=1.5$		×	×	×	△	△	○	○	
$D=10$	RR type	△							
$D=20$	RF type								
$D=30$	RD type ($r=0.5$ ~ 1.5)								
		◎							

(注) 表割れの侵入の程度は、採取された単板の表面の顕微鏡観察と、撮影された切削現象の写真観察とにより、つぎの4段階のいずれかで表した。×：表割れの侵入の程度が大きい場合；△：小さい場合；○：極めて小さい場合；◎：全く侵入しない場合。

4. 単板性状の変化についての考察

実験中および実験後の測定・観察の結果に基づいて、単板性状をつぎのようにとりまとめた*1。

(1) 二次圧縮量 r_t 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 ($-1.0 \text{ mm} \leq r_t \leq 0 \text{ mm}$ の範囲)、著しく及ぶ範囲 ($r_t > 1.0 \text{ mm}$ の範囲) およびそれらの中間で二次圧縮作用の及ぶ範囲 ($0 \text{ mm} < r_t \leq 1.0 \text{ mm}$ の範囲) のそれぞれ3つの範囲で、単板性状が異なった。 $-1.0 \text{ mm} \leq r_t \leq 0$ 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_t を著しく大きく作用させる ($r_t > 1.0 \text{ mm}$ の範囲に設定すると、裏割れの侵入長さ l_e および侵入角度 ϕ は著しく減少し、さ

*1 筆者は、これまでにシャープバー、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、切削力の変化を測定し、さらには切削力の値を用いて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、 F および N の結果を用いてナイフすくい面の摩擦係数 μ ($=F/N$) を求め、 μ 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^{9)~7)}。その結果、 μ を減少させるような切削実験条件の下では、単板性状が良好としないことを見出した^{9)~7)}。筆者の先の研究²⁾ (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_t の変化に伴う μ の変化の傾向はつぎのようであった。いずれのローラバーの場合も、また、いずれの D の場合も $-1.0 \text{ mm} \leq r_t \leq 0 \text{ mm}$ の範囲では、 μ は極大値を示したが、 $0 \text{ mm} < r_t \leq 1.0 \text{ mm}$ の範囲では、 r_t の増加に伴いバーの単板表面への“喰い付き”の程度が大きくなり、 μ は減少傾向を示した。 $r_t = 1.0 \text{ mm}$ では、 μ は最大値を示したが、 $r_t > 1.0 \text{ mm}$ の範囲では、 r_t 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、 μ は増加傾向を示した。

このような r_t の変化に伴う μ の変化 (既報²⁾ の結果) と、 r_t 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^{9)~7)} と同様に、比較的類似した関連がある。即ち、 $r_t = 1.0 \text{ mm}$ に至るまでの r_t の増加は μ の減少をもたらすから、この範囲で r_t を大きく作用させれば (即ち、前記のような r_t の特定値を超えて r_t 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、比較的良好的な性状を呈する。しかし、 $r_t \geq 1.0 \text{ mm}$ ($r_t = 1.0 \text{ mm} = d$ となるように r_t を設定した場合) には、ナイフ刃先から引いた切削角 θ 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 (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、単板の“腰”も著しく強くなる)。

らには裏割れ侵入間隔 l も著しく大きくなり、単板の彎曲半径 R も大きくなり、良好な単板性状を呈するが、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。 $0\text{ mm} < r_1 \leq 1.0\text{ mm}$ の範囲では、 r_1 の特定値を境いに、 r_1 の変化に伴って Φ 、 l および R に変化をもたらす。この範囲内での r_1 の特定値は、 $r_1 \approx 0.4 \sim 0.7\text{ mm}$ であり(ローラバーの回転方式や D の大きさによって r_1 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 $-1.0\text{ mm} \leq r_1 \leq 0\text{ mm}$ の範囲の場合に比較的類似し、良好な単板性状を呈しなかった。しかし、その特定値を超えて r_1 を大きく作用させれば、 $r_1 > 1.0\text{ mm}$ の範囲の場合に類似し、良好な単板性状を呈する。

(2) RF type ローラバーでは、 D および r_1 の大きさに拘らず表割れは侵入しないが、RR type および RD type のローラバーでは、 D の小さい場合に、しかも r_1 を大きく作用させると表割れが侵入するが、 D を大きくするか、あるいは r_1 を小さく作用させると、表割れの侵入を減少させることができる。

(3) ローラバーの回転方式や D の大きさのちがいは、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。

5. 摘 要

プレッシャバーによる二次圧縮量 r_1 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_1 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。

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)。