

スライサーによる厚つき板製造に関する研究 第1報

切削条件とつき板品質の関係

木 下 敍 幸⁽¹⁾Nobuyuki KINOSHITA : Studies on Manufacturing of Thick Slices I
—Relation of slicing conditions and qualities of slices—

要 旨：厚つき板切削のために設計、製作した実用スライサーにより、切削条件を変化させてつき板切削を行い、つき板品質に対する切削条件の影響、厚つき板製造における問題点の検討を行った。供試樹種は、カラマツ、ヒノキ、スギ、レッドメランチの4樹種で、つき板品質として、つき板の厚さ（厚さむら）、切削割れ、面あらさ、幅欠けの程度、湾曲、ねじれ等を取り上げた。検討した項目は、つき板品質におよぼす（1）煮沸温度の影響、（2）切り込み深さの影響、（3）刃口水平および垂直方向絞りの影響、（4）バーの形状の影響等である。得られた結果を要約すると、（1）フリッチの煮沸温度のつき板品質に対する影響は樹種によりその傾向が若干異なる。カラマツの場合、煮沸温度を高めることにより、つき板の厚さむら、面あらさ、幅欠け、湾曲等は増大する傾向を示すが、ヒノキ、レッドメランチではほとんど変化しないか、カラマツと逆の傾向もみられる。煮沸温度を高めることにより樹種にかかわらず、ねじれはやや大きくなり、また切削割れの程度には大きな変化は認められない。（2）切り込み深さを深くすることにより、厚さむら、面あらさ、切削割れの深さ等は増大するが、逆に切削割れの発生本数、湾曲は低下する。なお、切削割れの深さをつき板厚さとの比で表示した場合、この値は切り込み深さに関係なくほぼ一定の値を示す。ねじれはカラマツ、レッドメランチで、また幅欠けはヒノキ、スギで切り込み深さを深くすることにより良好になる傾向がみられる。（3）厚さむら、切削割れ、面あらさ、幅欠けを低下させるためには、刃口垂直方向絞りを大きくして切削した方が効果的である。この場合ノーズバーに比較してローラーバーを用いた方が、大きな効果が得られるが、切削割れに関しては両者の優劣はつけ難い。つき板品質に対する刃口水平方向絞りの効果については、明確な結果を得ることができなかった。

1. は じ め に

現在、すくなくとも厚さ5, 6 mm以上の板材の製造を行う場合は、鋸断による方法に依存しているが、製品歩留まりの向上、鋸屑処理等の問題を解決するために、新しい板材製造方法の検討が待たれている。

鋸断に代わる方法として、レーザーを利用する方法^{1)~4)}、水圧を利用する方法⁵⁾⁶⁾、あるいはこれまで化粧用の薄単板か、せいぜい厚さ4~5 mmまでの単板製造にしか利用されていなかったスライサーあるいはベニヤレースを利用する方法が考えられる。ここで、高圧水あるいはレーザーを利用して板材を製造する方法は、これまでの研究実績も少なく、また技術的にも、経済的にもかなり問題があり、これらの方法を実用的な段階にまで開発するには、今後の長期にわたる技術面の検討ならびに装置面における飛躍的な開発が必要であり、早急な解決方法にはなりがたい。

スライサー⁷⁾あるいはベニヤレースを利用して板材を製造する方法は、上記の2方法に比較して、実用的にもかなり可能性があるように思われる。スライサーによる方法に関しては、従来一般に使用されている垂直型スライサーにより、厚さ1/2インチのつき板を製造する試みが、J. F. Lutz等⁸⁾により行われ、

その可能性が検討されて以来、C. C. PETERS 等が小型の実験装置により、厚板切削における切削条件とつき板品質あるいは切削力等との関連を求めるためのかなり広範な実験を行っている。つまり、彼等はつき板品質におよぼすバーの形状の影響⁹⁾、切削速度の影響¹⁰⁾、切削方向に対する刃物およびフリッチの傾斜角の影響¹¹⁾、フリッチに予め圧縮を加えた時の影響¹²⁾、刃口間隔の影響¹³⁾等について検討を行い、報告を提出している。

しかし、これらの報告で取り扱われている範囲は、被削材の寸法も小さく、供試樹種も米国産の特定の樹種に限定した小型の実験装置による実験であり、実用的な規模での厚つき板製造に際して、これらの実験結果は一応の参考資料にはなるが、そのまま適用できるかどうかは疑問である。

このようなことから、本報告では、バイアス角 15° の角度方向に低周期で刃物を往復運動させる機構を組み入れた実用的規模に近いスライサーを設計、製作し、切削条件を広範囲に変化させて厚つき板切削を行い、つき板品質におよぼす切削条件の影響、あるいは今後の機械設計に対する問題点等について検討した。

実験内容としては、日本産針葉樹（カラマツ、ヒノキ、スギ）、南洋材（レッドメランチ）の 4 樹種を対象にして、つき板品質におよぼす (1) フリッチに対する煮沸温度の影響、(2) 切り込み深さの影響、(3) 刃口水平および垂直方向絞りの影響、(4) バーの形状の影響等の検討を行った。なお、つき板品質におよぼす刃物のスライド長さおよび刃物に対するフリッチの取り付け角度の影響については、すでに別報¹⁴⁾で報告している。同様に、煮沸温度の影響¹⁵⁾についても報告済みであるが、これについてはその後追加して行った実験結果も含めて、本報でも触れておく。

なお、本報告をとりまとめるにあたり、加納 孟木材部長、鈴木 寧加工科長、千葉保人加工研究室長はじめ加工研究室の室員の方々にお世話になった。心から感謝の意を表します。また、本研究で使用したスライサーは、特別研究「カラマツ材の利用技術の開発に関する研究」に関連して購入したもので、その設計は小西千代治製材研究室長と加工研究室の共同で行った。小西技官に対して感謝の意を表します。

2. 実験方法

2.1 スライサーの概要

Fig. 1 に本実験において使用したスライサーの概略の構造を示す。スライサーは厚単板切削用に設計、製作したもので、特に切り込み深さは最大 25 mm まで設定可能である。また、刃物は Fig. 2 に示す機構により、バイアス角 15° の角度で刃物の長さ方向に 0~500 mm の任意の長さで往復運動を行わせることができる。刃物およびバーを取付けた鉋台は直径 1,100 mm (有効径 800 mm) のクランクホイールに連結されたロッドにより水平方向に駆動され、その駆動ストロークは 800 mm である。取り付け可能なフリッチの最大高さは 500 mm で、その取り付けは Fig. 3 に示す形状の 1 対のチャックにより、Fig. 7 に示す方法で行った。チャックの厚さは 30 mm、つまり 1 本のフリッチに対して 30 mm 程度のつき残し部を生ずる。なお、フリッチの高さが高い場合、フリッチの取り付けを確実にし、切削時のフリッチの変形を減少させるために、チャック 1 個ごとに約 50 mm だけつかみの厚さを大きくとれるようになっているが、本実験では原則として、つかみの厚さは 30 mm とした。

クランクホイールの回転数は 10~30 rpm の範囲で可変で、出力 11 kW の無段変速モーターにより駆動される。その他の主な電動機として、油圧用 3.7 kW および 2.2 kW、フリッチ取付け台の昇降用 1.5

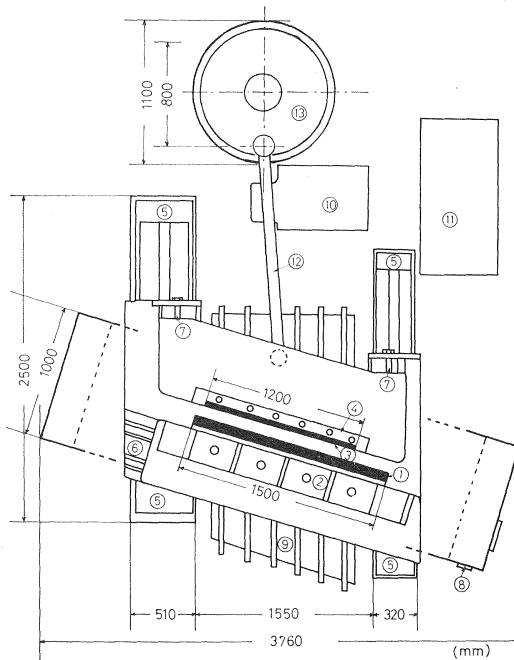


Fig. 1 スライサーの概略的な構造
Simplified view of slicer.

- ① ナイフ knife, ② ナイフ押え knife support,
③ バー bar, ④ バー押え bar support, ⑤ ナイフ、バーの往復台 slide bed of knife and bar,
⑥ ナイフのスライド台 slide bed of knife, ⑦ バーの位置調節ねじ adjustment screw of bar position,
⑧ 切り込み深さの設定 setting of depth of cut, ⑨ ベルトコンベア belt conveyer, ⑩ 主電動機 main motor (11 kw), ⑪ 油圧ポンプ oil pump (3.7 kw, 2.2 kw), ⑫ ロッド rod, ⑬ クランクホイール crank wheel

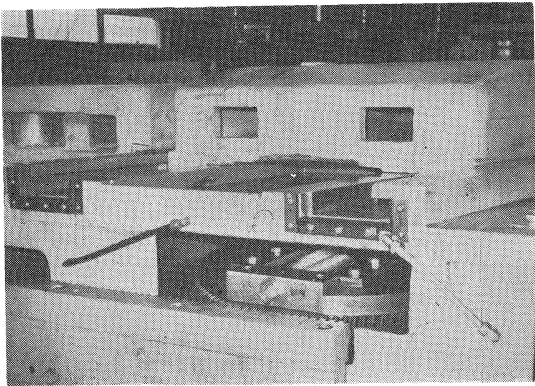


Fig. 2 ナイフのスライド機構
Mechanism of knife slide.

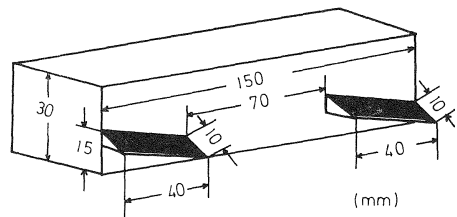


Fig. 3 チャックの形状
Shape of chuck.

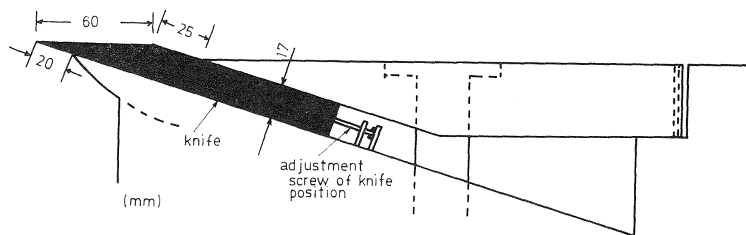


Fig. 4 ナイフのセット
Setting of knife.

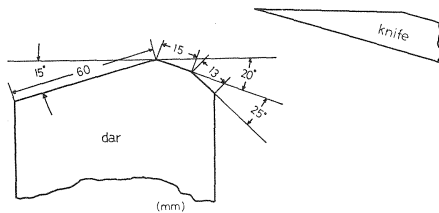


Fig. 5 ノーズバーの形状
Shape of nose-bar.

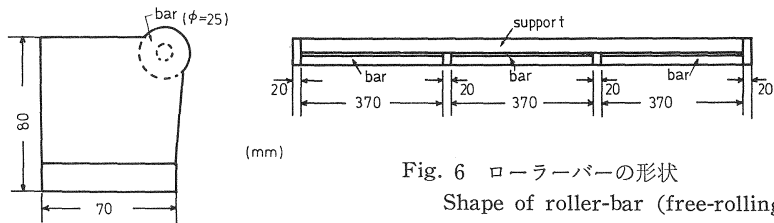


Fig. 6 ローラーバーの形状
Shape of roller-bar (free-rolling).

kW, チャックの作動用 0.75 kW 等がある。

刃物の長さは最大 1,600 mm, バーは変換可能で, 形状の異なるバーの取り付けが可能である。Fig. 4 に刃物の取り付け部の状態を, また本実験において 2 種類のバーを用いたが, その形状および寸法を Fig. 5 (ノーズバー), Fig. 6 (ローラーバー) に示す。

なお, バイアス角は 15° 一定である。

2.2 供試樹種およびフリッチの作製

供試樹種として, カラマツ, ヒノキ, スギ, レッドメランチの 4 樹種を選んだ。用意した原木は, カラマツ 10 本, ヒノキ, スギ各 5 本, レッドメランチ 1 本で各原木の径, 辺材幅, 年輪幅等の値を Table 1 に示す。カラマツ, ヒノキ, スギの原木長は約 3 m, レッドメランチは約 4 m で, 各樹種の比重 (全乾) は, カラマツ 0.51 (0.47~0.56), ヒノキ 0.42 (0.37~0.53), スギ 0.39 (0.35~0.45), レッドメランチ 0.42 (0.39~0.45) である。

フリッチの作製は, カラマツ, ヒノキ, スギについては Fig. 7 に示す木取り方法で, レッドメランチ

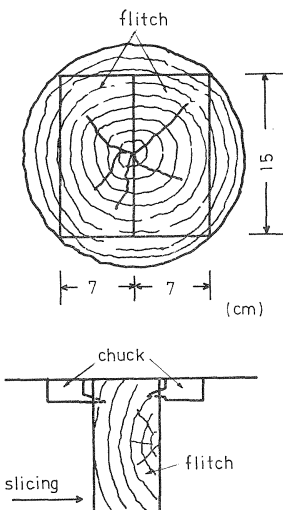


Fig. 7 フリッチの作製
(カラマツ, ヒノキ, スギ)
Preparation of flitch
(Karamatsu, Hinoki,
Sugi).

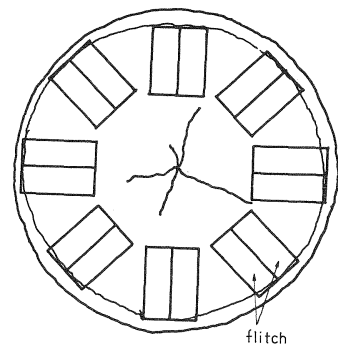


Fig. 8 フリッチの作製
(レッドメランチ)
Preparation of flitch
(Red-meranti).

Table 1. 供試原木の原木径, 辺材幅, 年輪幅
Diameter, width of sapwood and annual ring width of logs tested

樹 種 Species	原木番号 Log number	原 木 径 Diameter of log (cm)		辺 材 幅 Width of sapwood (cm)		年 輪 幅 Annual ring width (mm)
		元 口 Butt end	末 口 Top end	元 口 Butt end	末 口 Top end	
Karamatsu	1	29	22	2.7	2.3	1.8 (0.3~5.7)
	2	24	20	1.7	1.6	1.9 (0.2~6.4)
	3	23	17	0.9	1.1	1.8 (0.2~5.3)
	4	20	18	1.8	1.8	1.9 (0.1~7.6)
	5	24	19	1.5	1.5	2.1 (0.2~7.2)
	6	20	19	2.0	2.1	2.2 (0.1~4.8)
	7	20	18	2.1	2.0	2.1 (0.1~4.8)
	8	25	18	1.9	1.4	2.0 (0.1~5.3)
	9	20	18	1.6	1.8	1.7 (0.2~5.8)
	10	20	19	1.7	1.6	1.9 (0.2~4.6)
	Average	23	19	1.8	1.7	1.9
Hinoki	1	26	22	2.2	2.6	3.2 (0.7~ 9.5)
	2	38	23	3.0	4.6	3.8 (0.3~15.5)
	3	26	22	2.2	2.5	2.5 (0.5~ 5.6)
	4	34	23	2.0	5.0	3.8 (0.8~10.6)
	5	29	21	3.0	5.3	2.1 (0.2~ 5.8)
	Average	31	22	2.5	4.0	3.1
Sugi	1	25	22	2.6	3.0	2.3 (0.1~6.8)
	2	30	24	3.0	3.1	2.2 (0.1~9.7)
	3	26	22	3.8	3.7	2.3 (0.3~6.8)
	4	26	22	4.4	4.9	3.6 (1.4~6.5)
	5	26	24	3.3	3.7	1.9 (0.2~5.8)
	Average	27	23	3.4	3.7	2.5
Red-meranti		87	82	—	—	—

については Fig. 8 に示す木取り方法により, 帯鋸盤で行った。フリッチの寸法は, 高さ約 15 cm, 幅約 7 cm, 長さ約 45 cm で切削方向は木表側から木裏側の方向とし, その逆方向の切削は今回行っていない。なお, 1本のフリッチにおいて, その位置により, 切削方向と年輪の角度は変化するが, この影響についても今回は検討を加えていない。ただ, 同一条件での切削に1本のフリッチをあて, それから得られる全つき板について品質の測定を行い, 平均値を求めることにより条件を変化させた時の品質の相違を検討した。

2.3 切 削 条 件

本報において使用する用語は, Fig. 9 および Fig. 10 にしたがった。

刃口水平方向絞り (H), 垂直方向絞り (V) は,

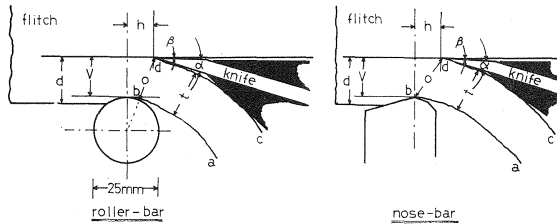


Fig. 9 ナイフとバーの関係
Relation between knife and bar.

d	切り込み深さ	depth of cut,
t	つき板厚さ	thickness of slice,
α	切 削 角	cutting angle,
β	逃 角	clearance angle,
v	刃口垂直間隔	vertical distance from
		knife edge to bar top,
h	刃口水平間隔	horizontal distance from
		knife edge to bar top,
o	刃 口 間 隔	opening of bar,
(ab)	つき板表面	bar side of slice,
(cd)	つき板裏面	knife side of slice.

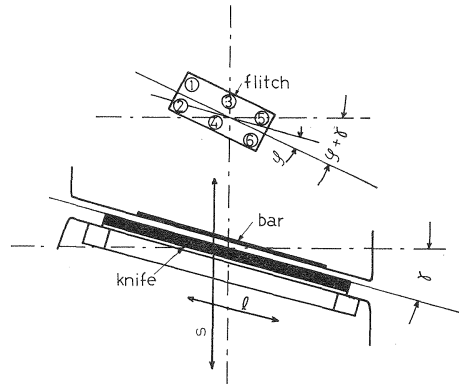


Fig. 10 ナイフおよびバーとフリッチの関係
Relation between knife, bar and flitch.

①, ②……⑥	つき板厚さ測定位置
	position of thickness measurement,
l	刃物のスライド長さ
	amplitude of knife oscilation,
s	刃物およびバーのストローク
	stroke of knife and bar,
γ	バイアス角
	bias angle,
ϕ	刃物に対するフリッチの取り付け角
	angle of flitch for knife.

Table 2. 切 削 条 件
Slicing conditions

実 験 Experiment	樹 種 Species	刃口水平方向 絞り (%) Horizontal opening of bar	刃口垂直方向 絞り (%) Vertical opening of bar	バーの形状 Bar type	煮沸温度 ⁴⁾ Heating temperature (°C)	切 込 み 深 さ Depth of cut (mm)
Exp. 1 ¹⁾	Karamatsu	50	15	Nose-bar	60, 75, 90	13, 16
	Hinoki	"	"	"	75, 90	"
	Red-meranti	"	"	"	"	16
Exp. 2 ²⁾	Karamatsu	50	15	Nose-bar	90	5, 10, 13, 16, 19
	Hinoki	"	"	"	"	"
	Sugi	"	"	"	75	10, 13, 16, 19
	Red-meranti	"	"	"	"	5, 10, 13, 16, 19
Exp. 3 ³⁾	Karamatsu	0, 30, 50, 70	0, 5, 10, 15	Nose-bar, Roller-bar	90	13, 16
	Hinoki	"	"	"	"	"
	Sugi	"	"	Roller-bar	75	"
	Red-meranti	"	"	Nose-bar, Roller-bar	"	"

1) つき板品質に対する煮沸温度の影響 Effect of heating temperature on qualities of slice.

2) 切込み深さの影響 Effect of depth of cut.

3) 刃口条件の影響 Effect of bar opening.

4) 煮沸時間 24 時間 Flitches were heated in water for 24 hrs. before slicing.

$$H = \frac{d-h}{d} \times 100 (\%)$$

$$V = \frac{d-v}{d} \times 100 (\%)$$

で表わした。

実験項目は、次の3項目、つまり、つき板品質に対する

実験 1. 煮沸温度の影響

実験 2. 切り込み深さの影響

実験 3. 刃口水平および垂直方向絞りの影響（バー形状の影響）

である。

上記実験1～実験3に共通する切削条件は、バイアス角（ γ ） 15° 、クランクホイールの回転速度 20 rpm、刃物角 $16^\circ 30'$ 、逃角（ β ） $30'$ 、切削角（ α ） $17^\circ 00'$ 、刃物のスライド長さ（ l ）230 mm、なお、刃物はクランクホイール1回転につき 230 mm の振幅で1回スライドする。刃物に対するフリッチの取り付け角度（ ϕ ） 10° である。刃先の形状として、種々の形状¹⁶⁾が考えられ、刃先先端にベベルを付けることにより節の切削は有利になると考えられるが、逆に切削抵抗は増大する¹⁷⁾。このようなことから、切削時にフリッチに作用する力を小さくし、できるだけフリッチの変形を生ぜしめないように刃先形状は直刃とした。

実験1～実験3における切削条件を Table 2 に示す。

2.4 つき板品質の測定

つき板品質として、(1) つき板の厚さおよびその変動、(2) つき板表側および裏側における切削割れの程度、(3) つき板表面および裏面における面あらさ、(4) つき板の幅欠けの程度、(5) 湾曲、(6) ねじれ等の項目について測定した。

(1) つき板厚さの変動

切削されたつき板について、Fig. 10 に示した位置で、精度 1/20 mm のキャリパーゲージにより厚さを測定した。つき板内の位置の相連による厚さの変動をみるために、上記の各位置 ①, ②, …… , ⑥ における厚さの測定値を、同一条件で切削されたつき板について、位置ごとに平均値および標準偏差を求めた。また、切削条件を変化させた時の、つき板厚さおよび厚さむらを見るために、つき板厚さの全測定値（同一条件で切削されたつき板数×6）について、平均値およびその標準偏差を求めた。

(2) 切削割れ

つき板表・裏側に市販のスタンプインクを塗布することにより、切削割れにインクを浸透させ、インク塗布面の中央部をチップソーで切断し、木口面を6倍に拡大して、発生している切削割れの深さおよびその間隔を測定した。切削割れの表示は、割れの深さをつき板の厚さで除し、百分率で示した。また、切削割れの間隔は、木口面において長さ 1 cm 当りに発生している切削割れの本数で示した。

(3) 面あらさ

触針式あらさ計により、記録紙上につき板表・裏面の凹凸を描かせ、Fig. 11 に示すように、1回の測定長 50 mm における凹凸の内大きい順（ h_1 , h_2 , h_3 ）に3点

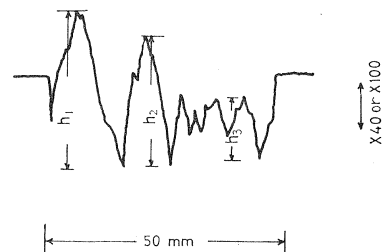


Fig. 11 面あらさの測定
Roughness measurement of cut surface.

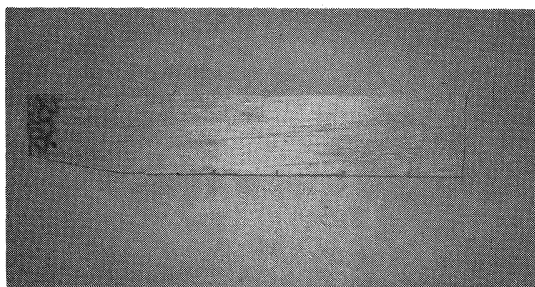


Fig. 12 つき板の幅欠けの状態
Typical lack of slice in width.

読みとり、平均値を求めた。測定倍率は原則として 40 倍としたが、面が非常に良好な場合には 100 倍に拡大して測定した。測定方向は、つき板の幅方向（繊維方向に直角方向）とし、つき板のほぼ中央部について測定を行った。なお、節等の影響で極端につき板面が悪い部分についての測定は避け、肉眼で判定して、もっともそのつき板の標準的な面の状態を示していると思われる部分を選んで測定

した。測定は、同一条件で切削されたつき板について 6～12 回行った。

(4) 幅 欠 け

同一条件での切削に対して、フリッチ 1 本をあてたが、その切削に際してやむを得ない場合を除き、刃口につき板がつまっても刃口を開いてつまったつき板を取り出す操作を行わず、連続した切削を行った。このような切削を行うことにより、切削されたつき板が円滑に刃口から排出されずに刃口につまり、あるいは刃口上方に飛び出し、次回の切削で Fig. 12 に示すように、幅の一部あるいは端面全域にわたり切断された状態のつき板が生ずる場合がある。

厚つき板製造における製造能率あるいは製品歩留まりを左右するつき板の幅欠けの程度と切削条件との関連を検討するために、幅欠けの程度 (L_D) および幅が欠けていないつき板の出現率 (L_Y) を次のようにして求めた。

得られたつき板 1 枚ずつについて、その長さ (45 cm) を 5 等分し、全然欠けが生じない場合の評価値を 5、欠けがつき板長さの 1/5 以内に限られている場合の評価値を 4、2/5 の長さになわっている場合の評価値を 3、以下同様な方法でつき板の幅欠けの程度を評価し、欠けがつき板の長さ方向全域になわっている場合の評価値を 0 とした。ここで、つき板の幅欠けの程度 (L_D) は、同一条件で切削された全つき板について、その評価値を平均することにより求めた。

なお、幅欠けの生じていないつき板の出現率 (L_Y) は、同一条件で切削されたつき板総数に対する幅欠けの生じていないつき板数の比で表した。

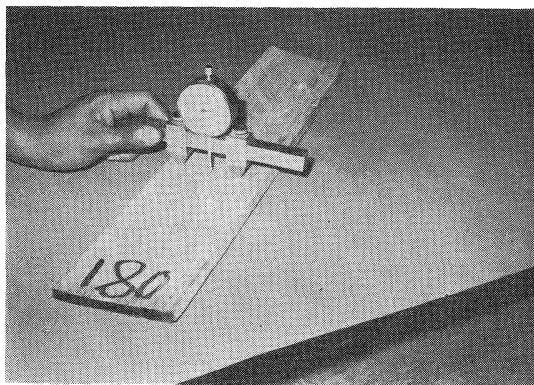


Fig. 13 湾曲の測定
Measurement of curl.

(5) 湾 曲

つき板の幅方向における湾曲の程度を求めるために、Fig. 13 に示すように、スパン 60 mm の中央部における湾曲の深さを、精度 1/100 mm のダイヤルゲージで測定した。測定は 1 枚のつき板について、その中央部および両端から約 10 cm の位置について 3 点行い、平均値を求めた。

(6) ね じ れ

つき板の 3 隅を定盤に接触させ、残り 1 隅の定盤上からの高さを測定した。

3. 実験結果および考察

3.1 煮沸温度を変化させた時のつき板品質

(1) つき板厚さの変動

Table 3 にフリッチに対する煮沸温度を変えて 切削した時の つき板厚さの 平均値および標準偏差を示す。カラマツについては、煮沸温度を 60°C, 75°C, 90°C の 3 段階に変化させたが、ヒノキ、レッドメランチの場合、試料数の関係もあり、75°C, 90°C の 2 段階にしか変化させていない。また、レッドメランチについては、切り込み深さが 16 mm の結果だけを示している。

カラマツの切り込み深さ 13 mm において、煮沸温度が低い場合、つき板厚さは薄くなる傾向を示す。また、表には示していないが、同じ傾向はカラマツの切り込み深さ 10 mm の場合にも認められる。しかし、いずれの場合においても、つき板厚さは 60°C の煮沸温度でかなり薄くなる傾向がみられ、75°C, 90°C における相違は大きくない。ヒノキ、レッドメランチについては、煮沸温度条件が 75°C, 90°C の 2 条件であり、煮沸温度とつき板厚さの関係について、はっきりした結果は得られないが、ヒノキの切り込み深さ 16 mm において、上記カラマツとほぼ同様な傾向がみられる。しかし、切り込み深さ 16 mm で、カラマツおよびレッドメランチの切削を行った場合、煮沸温度が高いとつき板厚さが薄くあらわれている。Table 3 に示した結果は、刃口の垂直方向絞り (V) を 15% に設定し、かなり大きな絞り条件で切削したものであり、後出の V とつき板厚さとの関係にも関連するが、V を大きくとることにより、つき板厚さは減少する傾向を示す。カラマツおよびレッドメランチを切り込み深さ 16 mm において切削した場合、切り込み深さ 13 mm あるいはヒノキの切削に比較して、つき板厚さにおよぼす V の影響は、はるかに大きくあらわれている。このようなことから、つき板厚さに対する煮沸温度の影響に比較して、刃

Table 3. フリッチに対する煮沸温度とつき板厚さ
Heating temperature for flitch and thickness of slice

樹 種 Species	切込み深さ Depth of cut (mm)	煮 沸 温 度 Temperature (°C)	つき板数 ¹⁾ Number of slice measured	つ き 板 厚 さ Thickness of slice (mm)	
				Ave.	S. D.
Karamatsu	13	60	6	12.74	0.38
		75	7	12.95	0.34
		90	7	13.10	0.45
	16	60	6	15.52	0.39
		75	6	15.52	0.77
		90	5	15.21	0.67
Hinoki	13	75	7	12.89	0.61
		90	5	12.83	0.41
	16	75	6	15.69	0.63
		90	5	15.90	0.38
Red-meranti	16	75	6	16.02	0.43
		90	6	15.74	0.36

1) 1 枚のつき板について厚さを 6 点測定した。

Thickness was measured at six points for a slice,

口垂直方向絞りの影響が大きい。この場合、その影響が比較的小さい時には煮沸温度によりつき板厚さは大きく変化せず、垂直方向絞りの影響が大きい時に煮沸温度が高いと、つき板厚さはさらに薄くなる傾向を示すものとも考えられる。

同一条件で切削されたつき板の厚さの変動を、同じく Table 3 に示した標準偏差でみると、カラマツの切り込み深さ 13 mm, 16 mm の場合、煮沸温度が高くなるにしたがって、厚さの変動が大きくなる傾向がみられる。しかし、ヒノキ、レッドメランチでは煮沸温度条件が 2 条件だけであり、厚さの変動におよぼす煮沸温度の影響ははっきりしない。

つき板の厚さおよび厚さむらのつき板内の位置による相違を、切り込み深さ 16 mm の場合について Table 4 に示す。厚さの測定位置と刃物の関係は Fig. 10 に示しているが、刃物とフリッチとの角度 (ϕ) を 10° にとって切削しているので、まず ⑥ から切削が開始され、① で終了する。

カラマツを 60°C で煮沸して切削した時の厚さむらは、つき板の位置により大きな差は認められないが、切削終了側の位置である ③, ⑤ で、他の位置に比較してやや大きな変動がみられる。 75°C , 90°C で煮沸処理を行った場合には、つき板内の位置による厚さむらの相違がかなり顕著にあらわれている。すなわち、つき板の幅方向において切削が終了する ①, ③, ⑤ の位置、特に ① において厚さむらが非常に大きく、切削開始直後の位置である ⑥ および ④ においてかなり低くなっている。

ヒノキ、レッドメランチについても、カラマツと同様な傾向がみられるが、① における厚さむらが他の位置におけるより大きくあらわれている以外は、カラマツにみられるような大きな厚さむらの相違は認められない。

(2) 切 削 割 れ

Table 5 に煮沸温度を変化させた時の切削割れの測定結果を示す。カラマツでは、煮沸温度を 60°C , 75°C , 90°C の 3 段階、ヒノキ、レッドメランチでは、 75°C , 90°C の 2 段階に変化させている。

上記 3 樹種とも、 60°C あるいは 75°C で煮沸した場合でも、つき板裏側に発生している切削割れの深さは、つき板厚さの 20~30% とかなり低い値を示しており、煮沸温度を 90°C まで高めても、これ以上切削割れの深さ、あるいは割れの発生本数を大幅に減少させることは期待できない。同様に、つき板表側に発生する切削割れの深さ、あるいは割れの発生本数を減少させることに対しても、煮沸温度を高めてもその効果はみられない。

厚つき板切削における切削割れと煮沸温度との関係については、提出されている報告はなく、今回の実験で得られた結果の妥当性を比較検討できない。しかし、ベニヤレースによる厚さ 1 mm 程度の薄単板切削では、切削割れの深さを減少させるのに対し、煮沸温度を高めることは、かなり大きな効果をもたらすことが知られている¹⁸⁾。本実験で得られた結果一切削割れの深さに対して煮沸温度の影響は小さい一の原因として、(1) 今回実験を行った 3 樹種の場合、煮沸温度が低温時においても、発生する切削割れの深さは浅く、煮沸温度の影響があらわれにくい。(2) つき板の厚さが厚くなった場合、つき板裏面において切削割れ発生の原因となる引張り歪が大きくなり、煮沸温度を高めることにより得られる材の破壊までの歪量増大の影響を減殺する等が挙げられる。(1) については、低温度での煮沸処理を行った場合、深い切削割れがみられる樹種を選び、煮沸温度条件もさらに広範囲に設定した実験を行う必要がある。(2) については、煮沸温度を一定にし、切り込み深さを変化させた場合(後出)、つき板厚さに対する切削割れの深さの比は変化しないが、切削割れの深さは切り込み深さの増大にともない次第に深くなる傾向がみられ

Table 4. フリッチに対する煮沸温度とつき板内の位置ごとの厚さおよび厚さむら
Heating temperature for flitch and thickness and thickness variation
at various positions for a slice

樹 種 Species	煮沸 温度 Tem- per- ature (°C)	つ き 板 厚 さ ¹⁾ Thickness of slices (mm)											
		厚 さ 測 定 位 置 ²⁾ Position of thickness measurement											
		①		②		③		④		⑤		⑥	
		$\bar{x}$ ³⁾	S. D. ³⁾	$\bar{x}$	S. D.	$\bar{x}$	S. D.	$\bar{x}$	S. D.	$\bar{x}$	S. D.	$\bar{x}$	S. D.
Karamatsu	60	15.32	0.35	15.78	0.32	15.30	0.71	15.65	0.31	15.59	0.75	15.57	0.29
	75	15.03	1.32	15.81	0.95	15.70	0.81	15.47	0.43	15.48	0.94	15.63	0.49
	90	14.97	1.21	15.36	0.28	15.06	1.33	15.41	0.20	15.36	1.45	15.26	0.47
Hinoki	75	16.08	1.39	15.55	0.73	15.63	0.59	15.65	0.35	15.65	0.43	15.58	0.38
	90	15.98	0.76	15.97	0.53	15.75	0.44	15.85	0.37	15.92	0.76	15.90	0.26
Red-meranti	75	16.00	0.80	16.17	0.26	16.34	0.52	16.00	0.23	15.82	0.18	15.95	0.22
	90	15.73	0.41	15.85	0.23	15.82	0.44	15.66	0.66	15.58	0.72	15.79	0.51

1) 切り込み深さ 16 mm. Depth of cut 16 mm.

2) Fig. 10 参照. See Fig. 10.

3) $\bar{x}$ 平均値, Average. S. D. 標準偏差, Standard deviation.

Table 5. フリッチに対する煮沸温度と切削割れ
Heating temperature for flitch and cutting check

樹 種 Species	切込み深さ Depth of cut (mm)	煮 沸 温 度 Temperature (°C)	切 削 割 れ Cutting check			
			つ き 板 裏 側 Knife side of slice		つ き 板 表 側 Bar side of slice	
			割れの深さ ¹⁾ Depth of check (%)	発生本数 Checks/cm	割れの深さ ¹⁾ Depth of check (%)	発生本数 Checks/cm
Karamatsu	13	60	26	1.26	0	0
		75	28	1.35	21	0.38
		90	25	1.03	15	0.26
	16	60	29	2.50	14	0.22
		75	32	1.14	29	0.44
		90	18	1.26	40	0.23
Hinoki	13	75	29	1.25	31	0.27
		90	18	2.09	22	0.29
	16	75	30	1.58	24	0.36
		90	19	1.05	9	0.11
Red-meranti	16	75	29	2.11	25	0.51
		90	46	1.16	24	0.27

1) つき板厚さに対する割れの深さの比 Ratio of depth of check to thickness of slice.

る。

切削割れについてのみみれば、上記 3 樹種に対する煮沸処理温度は、60°C あるいはそれ以下でも良いが、カラマツ、ヒノキの場合、煮沸温度をあまり低くすると、節を切削する際に刃こぼれ、あるいは節周辺部において極端な目こぼれを起こしやすく、これらのことを総合して考えると、70~80°C で煮沸処理を行う必要がある。レッドメランチの場合には、切り込み深さが 10 mm 以下においては、煮沸処理を行わないでも切削可能であるが、10 mm 以上になるとチャックに対するフリッチの取り付け部におけるフリッチの割れが非常に大きくなり、切削困難になる場合が多くみられた。煮沸処理を行うことによりフリッチの曲げ強さは低下するが¹⁹⁾、逆に切削抵抗は減少し²⁰⁾、また破壊までの変形量の増大をもたらす。フリッチに対する最低処理温度は、上記の各性質にも関係するが、レッドメランチの場合 60~70°C の温度条件で煮沸処理を行う必要があると思われる。

(3) 面 あ ら さ

Table 6 に煮沸温度を変化させて切削した時の、つき板表・裏面における面あらしの測定結果を示す。

カラマツを切り込み深さ 13 mm で切削した場合、煮沸温度を高めることにより、面あらしは悪化する傾向がみられる。同様な傾向は結果は示していないが、10 mm の場合にもみられる。しかし、切り込み深さを 16 mm にした場合、煮沸温度が 60°C でも面あらしは、0.7 mm (表面)、1.0 mm (裏面) とかなり大きく、それ以上の面あらしの悪化は煮沸温度を高めても大きくは生じない。同様なことは、温度を 75°C、90°C の 2 条件しか変化させていないが、レッドメランチでも認められ、ヒノキでは 90°C で煮沸処理を行うことにより、逆に面あらしは良好になる傾向もみられる。これらのことから、切り込み深さが小さい場合には、面あらしに対する煮沸温度の影響もあらわれるが、切り込み深さが大きくなると、面あらしは切り込み深さに大きく左右され、煮沸温度の影響は相対的に小さくなり、あらわれにくくなるものと考えられる。

Table 6. フリッチに対する煮沸温度とつき板の面あらし
Heating temperature for flitch and surface roughness

樹 種 Species	切込み深さ Depth of cut (mm)	煮沸温度 Temper- ature (°C)	面 あ ら さ Surface roughness (mm)	
			つ き 板 表 面 Bar side of slice	つ き 板 裏 面 Knife side of slice
Karamatsu	13	60	0.37 (0.30~0.51)	0.28 (0.11~0.50)
		75	0.35 (0.27~0.60)	0.51 (0.30~0.74)
		90	0.50 (0.40~0.64)	0.46 (0.34~0.64)
	16	60	0.73 (0.30~1.25)	0.98 (0.73~1.23)
		75	0.82 (0.45~1.23)	0.74 (0.38~1.13)
		90	0.81 (0.50~1.03)	0.85 (0.63~1.35)
Hinoki	16	75	0.65 (0.40~1.13)	1.03 (0.58~1.45)
		90	0.46 (0.29~0.77)	0.63 (0.37~0.87)
Red-meranti	16	75	1.01 (0.48~1.93)	1.02 (0.65~1.63)
		90	0.86 (0.65~1.03)	0.91 (0.73~1.25)

(4) つき板の幅欠け、湾曲、ねじれ

煮沸温度を変化させた時のつき板の幅欠け、湾曲、ねじれについての測定結果を Table 7 に示す。

つき板の幅欠けの程度は、0～5の数値で表示しているが、測定方法の項でも述べたように、この数値が5の場合同一条件で切削されたつき板に全然欠けを生じていないことを示している。この場合、その右欄に示している欠けのないつき板の出現率 (L_Y) は当然1になる。また、Table 7 に示した実験結果にはあらわれていないが、幅欠けの程度が0の場合、同一条件で切削された全つき板について、その長さ方向の全長にわたって欠けを生じていることを示している。

幅欠けの程度 (L_D) および幅が欠けたつき板の出現率 (L_Y) を総合して、煮沸温度とつき板の幅欠けとの関連を検討した場合、ヒノキを除くと、無欠点のつき板が得られる率は煮沸温度が高くなるにつれてやや低下するように見受けられる。このような結果が得られた理由として、煮沸温度を高めることにより、フリッチの剛性が低下し、変形しやすくなることにより切削予定線に変化を生じ、特にフリッチの切削終了側においてつき板の厚さむらが大きくなる。この大きな厚さむらのために、つき板は円滑に刃口から排出できず、刃口上方に飛び出しているつき板の部分が次の切削で切断される。このことは、Table 4 に示したつき板の厚さむらの測定結果からも明らかで、温度上昇とともに L_D あるいは L_Y が減少する傾向を示したカラマツで、つき板の切削終了側における厚さむらも温度が上昇するにつれて大きくなる結果が示されている。

つき板の湾曲は、煮沸温度を高めることにより、カラマツでは若干増加する傾向を示すが、ヒノキ（切り込み深さ 13 mm）、レッドメランチの場合ほとんど変化はみられない。ただ、ヒノキを切り込み深さ 16 mm で切削した場合、90°C で煮沸することにより、75°C に比べて湾曲はかなり大きく低下する結果

Table 7. フリッチに対する煮沸温度とつき板の幅欠け、湾曲、ねじれ
Heating temperature for flitch and lack of edge, curl and twist of slice

樹 種 Species	切込み 深 さ Depth of cut (mm)	煮沸温度 Temper- ature (°C)	つき板の幅欠け Lack of slice edge		湾 曲 Curl (mm)	ね じ れ Twist (mm)
			欠けの程度 (L_D) Degree of lack	欠けのないつ き板の出現率 (L_Y) Frequency of defect- free slices		
Karamatsu	13	60	5.0	1.00	0.86 (0.53～1.13)	6.3 (4～8)
		75	3.7	0.83	0.79 (0.52～1.07)	6.7 (4～9)
		90	4.2	0	1.00 (0.59～1.39)	11.1 (9～12)
	16	60	5.0	1.00	0.68 (0.18～0.96)	7.3 (5～10)
		75	2.5	0.83	0.88 (0.40～1.31)	5.0 (0～9)
		90	3.8	0.67	1.00 (0.44～1.48)	8.1 (5～11)
Hinoki	13	75	4.0	0.57	0.74 (0.41～1.20)	7.0 (5～9)
		90	5.0	1.00	0.71 (0.47～0.87)	14.7 (13～16)
	16	75	3.3	0.17	0.94 (0.72～1.28)	7.0 (4～10)
		90	4.2	0.20	0.44 (0.28～0.60)	18.8 (17～22)
Red-meranti	16	75	4.0	0.67	0.58 (0.45～0.69)	3.5 (2～4)
		90	3.8	0	0.52 (0.17～0.77)	7.8 (7～9)

が示されている。刃口条件として水平方向の絞り 50%, 垂直方向絞り 15% で切削している。後述する煮沸温度を 90°C において、垂直方向絞り (V) とつき板の湾曲の関係を求めた実験結果をみると、ヒノキを切り込み深さ 13 mm で切削した場合、V の増加にともなう湾曲の低下はわずかであるが、16 mm で V を増加させると湾曲は大きく低下し、特に V を 10% から 15% にすることにより、その間における低下の程度は非常に大きくあらわれている。本実験においては、煮沸温度を 75°C においた時の V と湾曲との関係について検討を行っていないので、はっきりしたことは不明であるが、煮沸温度を 90°C におき、ヒノキを切り込み深さ 16 mm で切削した時に得られた湾曲の値 (0.44) はやや低すぎるように思われる。このようなことから、煮沸温度とつき板の湾曲との一般的な関係として、温度の上昇により湾曲は若干増加するか (カラマツ)、ほとんど変化しない (ヒノキ、レッドメランチ) のものと考えられる。この場合、カラマツでも湾曲の増加量は極くわずかである。

つき板のねじれに対する煮沸温度の影響をみると、供試 3 樹種に共通して、90°C で煮沸処理を行うことにより、つき板のねじれは大きくなる結果が得られた。75°C から 90°C に温度を高めることによるねじれの増加を比較すると、ヒノキでもっとも増加量が大きく、カラマツ、レッドメランチではほぼ同程度だとみなしても良い。またレッドメランチの場合、3 樹種中もっとも低い値を示している。

以上のことから、つき板品質に対する煮沸温度の影響についての全般的な検討を行ってみると、温度を高めることにより、つき板間の厚さむらおよび 1 枚のつき板における切削終了側の厚さむらが大きくなり (特にカラマツの場合顕著)、また面あらさはやや悪化し (切り込み深さが 10 mm, 13 mm の場合のカラマツ)、幅の欠けていないつき板の得られる割合が減少してくる。これらのことは、煮沸温度を高めることにより、フリッチの剛性が低下し、切削時における変形が増加したり、あるいはチャックに対するフリッチの取り付け部において、強固な取り付けができにくくなるためだと考えられる。この対策として、本実験においてチャックの形状は Fig. 3 に示すようなくさび状のものを使用しているが、このチャック形状の改良、あるいはフリッチの切削終了側に対する当て板の効用等について今後検討すべきであると考えている。なお、カラマツ、ヒノキ等、節の出現が多い樹種では刃先の損傷を防止する面から、70~80°C の温度での煮沸処理が必要であるが、レッドメランチ程度の樹種では、60~70°C での処理でも厚さ 15 mm 程度のつき板切削は可能であり、刃先近傍に蒸気を噴射させ、その部分の材を急激に軟化させる装置等も一考の余地があると思われる²¹⁾。

測定した各つき板品質に対する煮沸温度の影響を要約すると次のようになる。

- (1) つき板間の厚さむらは、カラマツの場合煮沸温度を高めて切削することにより大きくなるが、ヒノキ、レッドメランチでは温度条件を 2 段階にしか変化させていないこともあり、はっきりした傾向はつかめない。また、カラマツで温度を高めることにより、1 枚のつき板における切削開始側に比べて、切削終了側における厚さむらがかなり大きくなる。
- (2) つき板裏側、表側に発生する切削割れの深さは、煮沸温度を高めても低下しない。
- (3) 面あらさは、切り込み深さが 10 mm, 13 mm の場合、温度が上昇することにより悪化するが、16 mm ではほとんど変化はみられない。
- (4) 煮沸温度を高めることにより、幅方向に欠けを生じないつき板の出現率は低下する。
- (5) カラマツの場合、温度を高めることによりやや湾曲は大きくなる傾向もみられるが、全般的にみて大きな変化はみられない。

（6）90℃で煮沸処理を行うことにより、ねじれの度合は大きくなる。ヒノキの場合、特に大きなねじれを示す。

3.2 切り込み深さを变化させた時のつき板品質

（1）つき板厚さの変動

カラマツ、ヒノキ、スギ、レッドメランチ4樹種を切り込み深さ5 mm から19 mm の範囲に変化させて切削した時のつき板厚さの平均値および標準偏差を Table 8 に示す。ただし、ヒノキについては、切り込み深さ19 mm での測定は実施しておらず、またスギについては5 mm の切削は行っていない。

一般的な傾向として、つき板厚さは設定した切り込み深さより薄くなっており、特にカラマツを切り込み深さ16 mm あるいは19 mm で切削した時、この現象は顕著にあらわれている。これは、ノーズバーを使用し、刃口垂直方向絞りを15%と、大きく絞った状態で切削を行ったことによるものと思われる。上記カラマツの切り込み深さ16 mm および19 mm の場合、つき板厚さは切り込み深さより5~6% 薄い値を示しているが、それ以外では、つき板厚さは切り込み深さの±2% の範囲にはいつている。つき板間の厚さのばらつきを標準偏差でみると、樹種に関係なく切り込み深さが深くなるにつれて、厚さむらは大きくなる傾向がはっきり認められる。ここで、ヒノキの場合、切り込み深さは16 mm までしか変化させていな

Table 8. 切込み深さとつき板厚さ
Depth of cut and thickness of slices

樹 種 Species	切込み深さ Depth of cut (mm)	つき板数 ¹⁾ Number of slices measured	つき板厚さ Thickness of slices (mm)	
			平均値 Ave.	標準偏差 S. D.
Karamatsu	5	7	4.98	0.11
	10	9	9.78	0.39
	13	7	13.10	0.45
	16	5	15.21	0.67
	19	5	17.90	0.91
Hinoki	5	7	4.89	0.11
	10	5	9.89	0.34
	13	5	12.83	0.41
	16	5	15.90	0.38
Sugi	10	7	9.89	0.49
	13	5	12.68	0.61
	16	6	15.94	0.71
	19	4	19.07	1.02
Red-meranti	5	8	5.12	0.05
	10	9	9.92	0.22
	13	8	12.92	0.38
	16	6	16.02	0.43
	19	4	19.12	0.98

1) 1枚のつき板に対し厚さを6点測定した。

Thickness was measured at six points for a slice.

Table 9. 切込み深さとつき板内の位置ごとの厚さおよび厚さむら
Depth of cut and thickness and thickness variation
at various positions for a slice

樹 種 Species	設定切 込み深 さ Depth of cut (mm)	つき板厚さの平均値および標準偏差 Average and standard deviation of thickness (mm)											
		厚さ測定位置 ¹⁾ Position of thickness measurement											
		1		2		3		4		5		6	
		平均値 Ave.	標準 偏差 S. D.	平均値 Ave.	標準 偏差 S. D.	平均値 Ave.	標準 偏差 S. D.	平均値 Ave.	標準 偏差 S. D.	平均値 Ave.	標準 偏差 S. D.	平均値 Ave.	標準 偏差 S. D.
Karamatsu	5	4.99	0.15	4.91	0.11	5.02	0.21	4.99	0.09	4.99	0.19	4.98	0.10
	10	9.70	0.44	9.74	0.32	9.73	0.57	9.82	0.38	9.82	0.52	9.82	0.34
	13	13.01	0.52	13.09	0.64	13.05	0.48	13.17	0.55	13.07	0.54	13.19	0.41
	16	14.97	1.21	15.36	0.28	15.06	1.33	15.41	0.20	15.36	1.45	15.26	0.47
	19	17.91	1.40	17.63	1.32	17.68	0.73	17.64	1.24	18.54	1.53	17.99	1.09
Red-meranti	5	5.07	0.08	5.13	0.04	5.09	0.04	5.14	0.06	5.14	0.06	5.17	0.05
	10	9.90	0.37	10.01	0.18	10.06	0.14	10.02	0.05	10.09	0.12	10.09	0.10
	13	12.94	0.34	12.78	0.38	13.03	0.55	12.92	0.46	12.88	0.60	12.86	0.53
	16	15.73	0.41	15.85	0.23	15.82	0.44	15.66	0.66	15.58	0.72	15.79	0.51
	19	19.36	2.37	19.03	1.04	19.16	0.18	19.19	0.43	18.73	0.69	19.23	0.25

1) Fig. 10 参照。 See Fig. 10.

いが、スギ、レッドメランチで切り込み深さを 16 mm から 19 mm に深くすることにより、厚さむらは急激に増加している。また同一切り込み深さにおける厚さむらを樹種により比較すると、レッドメランチでもっとも厚さむらが小さく、スギの場合かなり高い値を示している。

つき板位置ごとのつき板厚さの平均値および標準偏差を Table 9 に、カラマツ、レッドメランチの 2 樹種について示す。

カラマツの切り込み深さが 19 mm の場合、全体として厚さのばらつきが大きく、逆にレッドメランチの切り込み深さが 5 mm の場合、厚さのばらつきが小さいので、位置によるばらつきの差ははっきりしないが、それ以外の場合つき板の切削終了側における厚さむらが一般的にみて大きくあらわれている。なお、ヒノキ、スギについての測定結果は測定したつき板数が若干少なすぎるきらいがあり、その表示を省略した。

(2) 切削割れ

Table 10 に切り込み深さを变化させた時の切削割れについての測定結果を示す。

つき板裏側に発生している切削割れの深さのつき板厚さに対する比（裏割れ率）と切り込み深さの関係をみると、供試 4 樹種に共通して、切り込み深さを变化させても、裏割れ率は大きく変化しない。切り込み深さ 5(10)~19 mm の範囲で、カラマツ、ヒノキの場合 20~30% 程度の裏割れ率を、スギ、レッドメランチの場合 30~40% と若干高い値を示している。つき板厚さに対しての切削割れ深さの比をとった場合には、上記のようにこれらの値は切り込み深さにより変化しないが、切削割れの深さをみた場合、Fig. 14 に示すように、割れの深さ自体は切り込み深さを大きくすることにより、次第に深くなっているのが分かる。ここで、切削割れの深さは、Table 8 に示したつき板厚さの平均値に、Table 10 のつき板裏側における割れの深さの項に示した数値を乗ずることにより求めたものである。

Table 10. 切込み深さと切削割れ
Depth of cut and cutting check

樹 種 Species	切込み深さ Depth of cut (mm)	切 削 割 れ Cutting check			
		つき板裏側 Knife side of slice		つき板表側 Bar side of slice	
		割れの深さ ¹⁾ Depth of check (%)	発生本数 Checks/cm	割れの深さ ¹⁾ Depth of check (%)	発生本数 Checks/cm
Karamatsu	5	17	0.44	0	0
	10	25	2.75	13	0.15
	13	25	1.03	15	0.26
	16	18	1.26	40	0.23
	19	29	1.03	21	0.34
Hinoki	5	16	0.94	0	0
	10	30	1.85	0	0
	13	18	2.09	22	0.29
	16	19	1.08	9	0.11
	19	22	1.32	25	0.28
Sugi	10	32	1.30	14	0.37
	13	31	0.99	22	0.50
	16	31	1.20	31	0.19
	19	41	0.44	0	0
Red-meranti	5	37	8.13	0	0
	10	40	4.48	0	0
	13	31	1.79	25	0.20
	16	29	2.11	25	0.51
	19	41	1.26	20	0.21

1) つき板厚さに対する割れの深さの比。

Ratio of failure depth to thickness of slice.

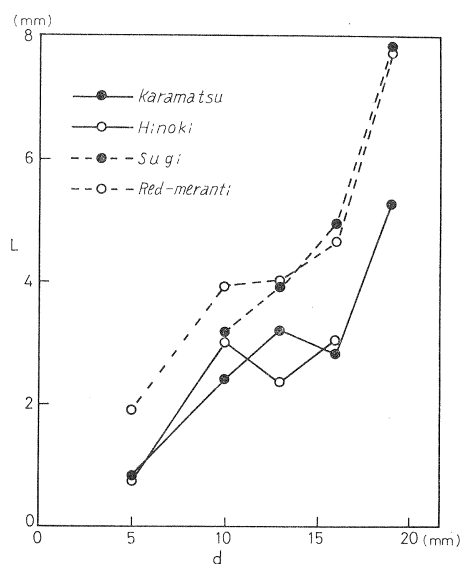


Fig. 14 切込み深さ (d) と切削割れの深さ (L) の関係

Relation between depth of cut (d) and depth of cutting check (L).

(つき板裏側における割れ cutting check at knife side of slices)

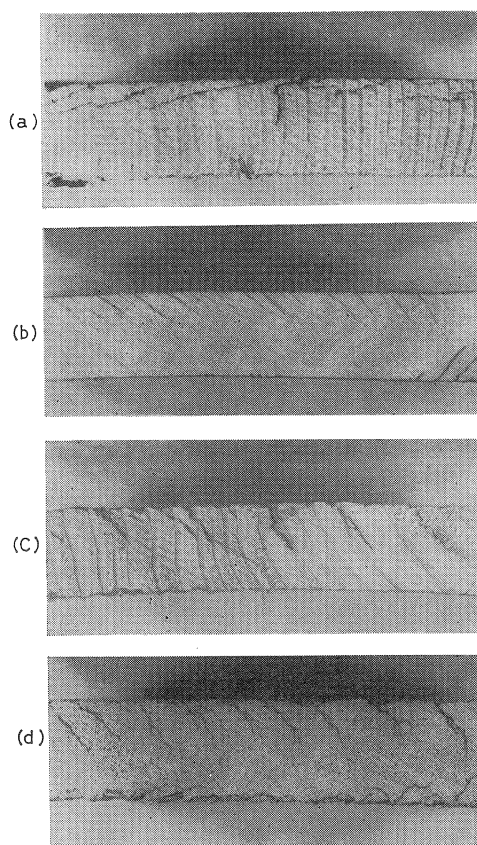


Fig. 15 切削割れの状態
Typical failures in a slice.

(a) Karamatsu, (b) Hinoki, (c) Sugi,
(d) Red-meranti

切り込み深さ depth of cut 13 mm,
刃口水平方向絞り horizontal opening of bar 50%,
垂直方向絞り vertical opening of bar 10%,
バーの種類 bar type nose-bar.

割れは全然発生しないか、発生してもその程度は軽微である。ただ、切り込み深さが 13 mm 以上になると、その深さ、本数ともに無視できない程度になる。

なお、Fig. 15 に切削割れの発生例を示す。図において、各樹種のつき板の上側がつき板の裏側、下側が表側である。

(3) 面あらし

Fig. 16 にカラマツについて、切り込み深さを 5 mm, 13 mm, 19 mm でつき板切削を行った時の、触針式あらし計の記録紙上に描かせた面あらしの測定例を示す。切り込み深さが小さい場合、波形は均一であるが、深くなると極端に大きな凹凸があらわれるようになる。これらの面あらしの波から、測定方法の項 (2.4-3) で示した方法により面あらしの値を求め、これと切り込み深さとの関係を樹種別に Fig. 17~20 に示す。

供試 4 樹種とも、切り込み深さを深くすることにより、つき板表・裏面における面あらしは悪化するの

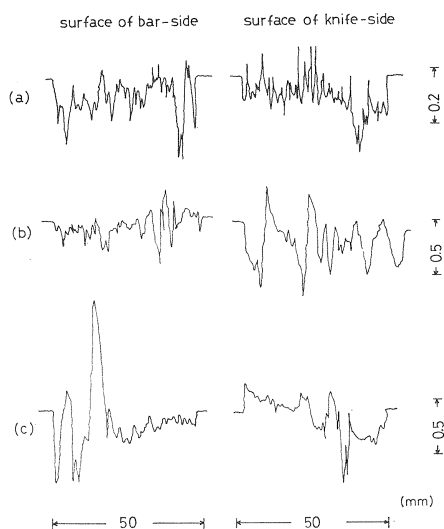


Fig. 16 面あらしの測定例
Typical profiles of cut surface.

(a) 切り込み深さ depth of cut 5 mm,
(b) 13 mm, (c) 19 mm
樹種 species Karamatsu

つき板裏側における単位長さ当たりの切削割れの発生本数をみると、カラマツ、ヒノキの切り込み深さ 5 mm の時の値を除くと、切り込み深さが大きくなるにつれて、切削割れの発生本数は減少する傾向を示す。この傾向は、特にレッドメランチで顕著にあらわれている。

つき板表側における切削割れの発生と切り込み深さの関係をみると、スギを除く 3 樹種では、切り込み深さを 5 mm, 10 mm にした場合、切削

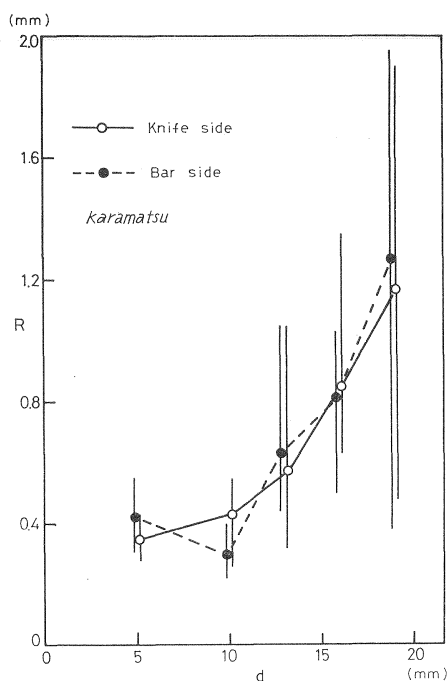


Fig. 17 切り込み深さ (d) と面あらしさ (R) の関係 (カラマツ)
Relation between depth of cut (d) and roughness of surface (R) (Karamatsu).

刃口水平方向絞り horizontal opening of bar 50%
垂直方向絞り vertical opening of bar 10%
バーの種類 bar type nose-bar.

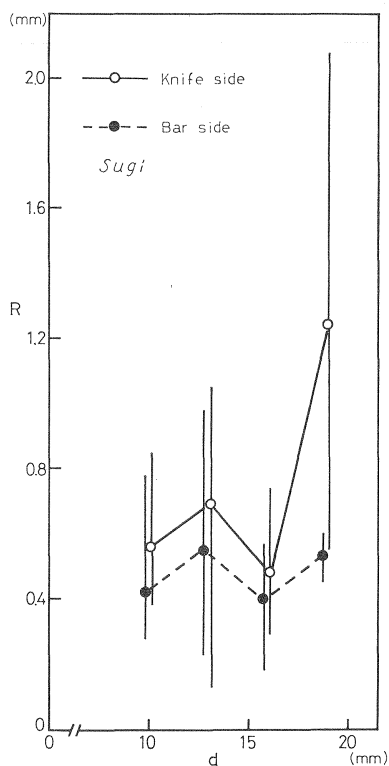


Fig. 19 切り込み深さ (d) と面あらしさ (R) の関係 (スギ)
Relation between depth of cut (d) and roughness of surface (R) (Sugi).

刃口水平方向絞り horizontal opening of bar 50%
垂直方向絞り vertical opening of bar 15%,
バーの種類 bar type nose-bar.

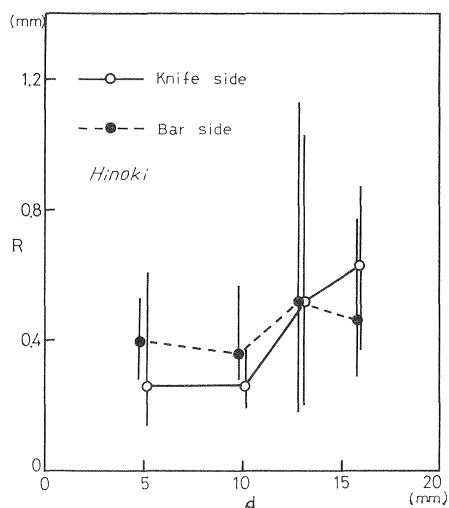


Fig. 18 切り込み深さ (d) と面あらしさ (R) の関係 (ヒノキ)
Relation between depth of cut (d) and roughness of surface (R) (Hinoki).

刃口水平方向絞り horizontal opening of bar 50%
垂直方向絞り vertical opening of bar 15%
バーの種類 bar type nose-bar.

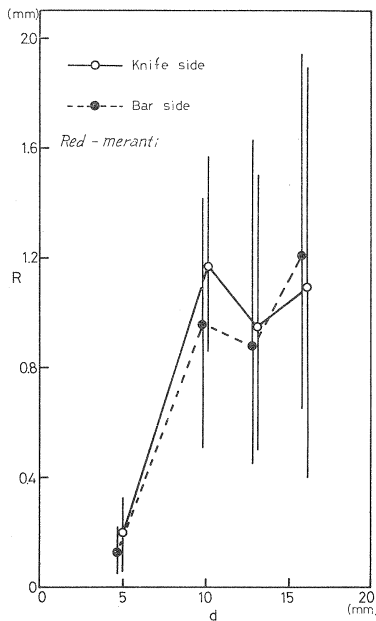


Fig. 20 切り込み深さ (d) と面あらし (R) の関係 (レッドメランチ)
Relation between depth of cut (d) and roughness of surface (R) (Red-meranti).

刃口水平方向絞り horizontal opening of bar 50%
垂直方向絞り vertical opening of bar 10%
バーの種類 bar type nose-bar.

が認められる。切り込み深さの増大にともなう、面あらしの悪化の傾向は、樹種により若干異なる。つまり、カラマツでは切り込み深さ (d) が 10~19 mm において、ヒノキ、スギでは切り込み深さによる面あらしの変化は小さいが、前者の場合 d が 10~13 mm、後者の場合 d が 16~19 mm の間における面あらしの悪化の度合いが大きくなっている。ここで、スギの場合、他の樹種に比較して面あらしに対する切り込み深さの影響は小さいが、 d が 19 mm におけるつき板裏面の面あらしのみが高い値を示している。また、レッドメランチでは、 d が 10~16 mm において、面あらしは d に関係なくほぼ一定の値を示すが、5 mm から 10 mm にかけて急激な悪化がみられる。

各樹種について、面あらしと切り込み深さとの関係を示した Fig. 17~20 に、面あらしの測定値のばらつきを示している。切り込み深さが小さい場合、測定値のばらつきも小さいが、切り込み深さが大きくなると、ばらつきも大きくなり、これはカラマツ、レッドメランチで特に顕著にみられる。

また、つき板表面と裏面における面あらしを比較すると、スギを切り込み深さ 19 mm で切削した場合両面者にやや大きな差がみられたが、それ以外ではほぼ等しい値が示されている。

本実験で得られた面あらしの測定値を、切削条件、供試樹種も異なり厳密な意味での比較はできないが、参考までに既往の文献に示されている今回の実験条件に近い条件で切削した場合の値と対照してみると次のようになる。切り込み深さ 0.5 インチ (約 12.7 mm) で、Red oak (比重 0.54~0.55)、Southern pine (0.48~0.51) を切削した場合の面あらしは、Red oak 0.7 mm (つき板裏面)~0.5 mm (表面)、Southern pine 1.1 mm (裏面)~0.9 mm (表面) 等の値が示されている¹¹⁾。これらの値と、今回実験を行った 4 樹種を切り込み深さ 13 mm で切削した時の面あらしの値と比較すると、Red oak とカラマツ、スギ、ヒノキ、また Southern pine とレッドメランチがほぼ同じ程度の値を示している。

ベニヤレースにより切削された単板の面あらしと、今回の実験結果を比較した場合、ベニヤレースについては厚単板の面あらしについての報告は見当たらないが、単板厚さを 0.7 mm から 4.5 mm まで変化させた時の面あらしの測定例が提出されている。これによると、レッドラワン材で、単板厚さが厚くなると面あらしも増加する傾向が示されているが、厚さ 4.5 mm の単板の面あらしの値として 0.2 mm 程度の数値が示されている²²⁾。この値は、今回実験を行ったレッドメランチの切り込み深さ 5 mm の時の値と同程度であり、他の 3 樹種の場合にはやや高い値を示している。

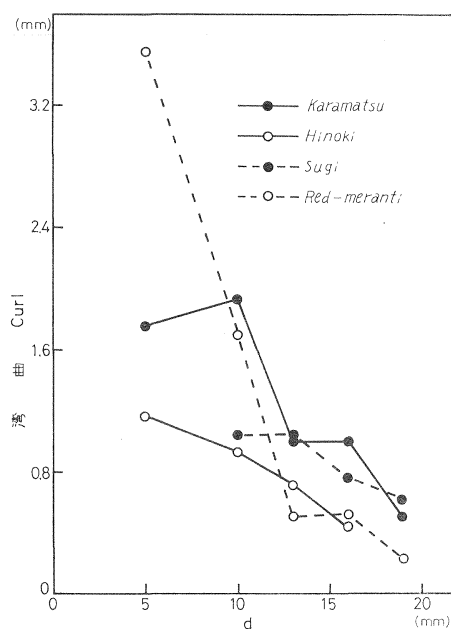


Fig. 21 切り込み深さ (d) と湾曲の関係
Relation between depth of cut (d) and curl.

刃口水平方向絞り horizontal opening of bar 50%
垂直方向絞り vertical opening of bar 15%
バーの種類 bar type nose-bar.

Table 11. 切り込み深さとつき板の幅欠け、ねじれ
Depth of cut and lack of edge and twist of slices

樹種 Species	切り込み深さ Depth of cut (mm)	つき板の幅欠け Lack of slice edge		つき板のねじれ Twist (mm)
		欠けの程度 (L_D) Degree of lack	欠けのないつき板 の出現率 (L_Y) Frequency of defect-free slices	
Karamatsu	5	4.7	0.71	13.6 (9~16)
	10	4.1	0.44	17.9 (13~21)
	13	5.0	1.00	11.1 (9~12)
	16	3.8	0.33	8.1 (5~11)
	19	3.1	0	8.3 (7~13)
Hinoki	5	3.3	0.14	19.0 (17~22)
	10	2.8	0.40	16.0 (15~17)
	13	5.0	1.00	14.7 (13~16)
	16	4.2	0.20	18.8 (17~22)
Sugi	10	3.1	0.43	9.7 (6~14)
	13	4.0	0.60	7.2 (5~9)
	16	4.2	0.67	4.0 (2~6)
	19	5.0	1.00	11.0 (10~12)
Red-meranti	5	5.0	1.00	24.4 (21~27)
	10	5.0	1.00	14.6 (12~16)
	13	3.8	0.13	7.0 (6~8)
	16	4.0	0.67	3.5 (2~4)
	19	3.2	0	12.3 (12~13)

(4) つき板の湾曲, 幅欠け, ねじれ

切り込み深さを変えた時のつき板湾曲の変化を Fig. 21 に, また幅欠けおよびねじれの測定結果を Table 11 に示す。

つき板の湾曲は, 切り込み深さが大きくなるにしたがって減少する傾向を示すが, レッドメランチの場合特に顕著な傾向を示し, 切り込み深さが 5 mm から 13 mm に深くなる間に急激に低下している。レッドメランチに次いで, カラマツの場合やや大きな低下が認められ, ヒノキ, スギでは同程度の低下を示している。

つき板の幅欠けの程度 (L_D) および欠けのないつき板の出現率 (L_Y) と切り込み深さの関係をみると, スギでは切り込み深さが深くなると, L_D , L_Y ともに高くなり良好な結果を示しており, ヒノキについてもスギとほぼ同様な結果が得られている。しかし, カラマツ, レッドメランチでは逆に切り込み深さが深くなると, L_D , L_Y ともに低下する傾向もみられ, 樹種により, つき板の幅欠けと切り込み深さとの関係が異なり, 一般的な両者間における傾向は見出せない。上記カラマツ, レッドメランチにおいて, 切り込み深さ 19 mm で切削した場合, 全つき板に幅欠けを生じており, その欠けの程度もつき板の長さ方向の 2/5 位にわたっており, 製品歩留まり, 作業能率の面で非常に悪い結果を示している。ただ, これらの実験結果は, ノーズバーを使用して切削した時の値であり, 後述するがローラーバーを使用して切削することにより, L_D , L_Y ともにかなりの向上が期待できる。

つき板のねじれについてみると, ヒノキ, スギについては測定値のばらつきも大きく, 切り込み深さとねじれの間にはっきりした関係は見出せない。しかし, カラマツ, レッドメランチでは, 切り込み深さが深くなるにつれて, つき板のねじれの程度は減少する傾向も認められる。レッドメランチを切り込み深さ 5 mm で切削した場合, 湾曲は他の樹種に比較して極めて高い値を示したが, ねじれの値も同様にかなり高い値を示している。

つき板の湾曲あるいはねじれの程度が大きいと, つき板を乾燥あるいは接着する際に問題になるだけでなく, 接着された製品の湾曲, ねじれを生じさせる原因にもなるものと考えられ, できるだけ湾曲およびねじれの少ないつき板を切削することが望ましい。つき板の湾曲, ねじれの低下に対して, 適切な乾燥方法の選択, たとえば熱板乾燥も効果があると考えられる。カラマツの厚さ 6 mm, 10 mm, 14 mm のつき板を, 温度 150~155°C, 圧締圧力 2 kg/cm² の条件で蒸気式ホットプレスを用いて熱板乾燥を行い, 積層接着したものについて湾曲, ねじれを測定した報告²³⁾が出されている。これによると, つき板厚さ 6 mm (9 層構成), 10 mm (5 層), 14 mm (4 層) による積層材の湾曲 (スパン 45 mm の時の最大矢高) は, それぞれ 0.13 mm, 0.21 mm, 0.23 mm であり, ねじれ (長さ 70 cm に対する変位) は, 1.13 mm, 0.89 mm, 0.52 mm となっている。つき板の段階では, カラマツの場合, 湾曲, ねじれともつき板厚さが薄いほど大きな値を示していたが, 熱板乾燥し, 積層接着することにより, ねじれの程度はやはりつき板厚さが薄いほど大きい, 湾曲は逆にかなり低い値を示している。「集成材の日本農林規格」によれば, 造作用集成材, 化粧ばり造作用集成材および化粧ばり構造用集成材の 2 等品の場合のねじれの許容限界は, 「極めて軽微であること」(材長に対し 1/1,000 以下程度の矢高) となっている。上記つき板積層材のねじれの値を, この許容値と対照させた場合, つき板厚さ 6 mm, 10 mm で構成された積層材では, この許容値以上の値を示しており問題になってくる。

以上のことから, つき板品質に対する切り込み深さの影響について, 得られた結果を要約すると次のよ

うになる。

(1) 一般に、つき板厚さは切り込み深さの設定値より薄くあらわれる場合が多いが、カラマツを切り込み深さ 16 mm, 19 mm において切削した場合を除くと、つき板厚さは切り込み深さの $\pm 2\%$ 以内の値を示している。

(2) 切り込み深さが深くなるにしたがって、つき板間の厚さむら、およびつき板内の厚さむらは大きくなる。特に切り込み深さを 16 mm 以上に設定した場合、厚さむらは急激に増大する。

(3) つき板裏側に発生する切削割れ深さのつき板厚さに対する比は、切り込み深さを大きくしても変化しないが、割れの深さは次第に深くなる。また、切り込み深さを 10~13 mm 以上により、つき板表側において切削割れが発生する。しかし、つき板裏側における、単位長さ当たりの割れの発生本数は、切り込み深さの増大とともに低下する傾向がみられる。

(4) 切り込み深さを深くすることにより、一般に面あさは悪化するが、悪化の度合は樹種により若干異なる。

(5) つき板の湾曲およびカラマツ、レッドメランチにおけるねじれは、切り込み深さを深くすることにより低下する傾向を示す。しかし、ヒノキ、スギの場合のねじれには、はっきりした関係が見出せない。

(6) カラマツ、レッドメランチでは、切り込み深さを深くすることにより、幅が欠けた状態のつき板の生ずる率が大きくなるようであるが、ヒノキ、スギでは逆の傾向もみられ、樹種により傾向が異なり、共通した傾向を見出せない。

3.3 刃口条件（バーの形状）を変化させた時のつき板品質

つき板品質におよぼす刃口条件の影響を検討するために、Fig. 5（ノーズバー）、Fig. 6（ローラーバー）に示す 2 種類の形状のバーを用い、刃口水平方向絞りを 0~70%、垂直方向絞りを 0~15% に変化させてつき板切削を行った。

(1) つき板厚さ

刃口水平方向絞りを一定におき、垂直方向絞り（ V ）を変化させた時のつき板厚さ（ t ）を、カラマツ、ヒノキ、レッドメランチについて、Fig. 22~26 に示す。この場合、カラマツ、レッドメランチの 2 樹種については、切り込み深さ 13 mm, 16 mm、ヒノキについては 16 mm の時の結果を示している。

ヒノキをローラーバーを用いて切削した場合、つき板厚さの測定値は大きなばらつきを示し、垂直方向絞り（ V ）とつき板厚さ（ t ）間における関係をはっきりさせることはできない。しかし、上記以外の場合、バーの種類に関係なく、 t は V の増大にともない次第に減少する傾向を示す。この傾向は、ノーズバーを用いて切削した時に特に顕著にあらわれており、ローラーバーの場合、 t に対する V の影響はかなり低くなっている。ノーズバーによると、垂直方向絞りの設定条件により、つき板厚さは大幅な変化を示し、切り込み深さ（ d ）に対するつき板厚さ（ t ）の平均値（ $\bar{t}$ ）の比（ $\bar{t}/d$ ）をとると、垂直方向絞り 0~15% の範囲において、カラマツの場合 1.00~1.05（ $d=13$ mm）、1.00~0.95（16 mm）、レッドメランチの場合 0.99~1.05（13 mm）、0.98~1.05（16 mm）となる。これに対して、ローラーバーを用いた場合、カラマツでは 1.00~1.03（ $d=13$ mm）、1.01~1.02（16 mm）、レッドメランチでは 1.02~1.03（13 mm）、1.01~1.02（16 mm）と、常につき板厚さは切り込み深さより若干厚くあらわれるが、ノーズバーに比較してつき板厚さの設定切り込み深さに対する変動幅はかなり狭くなっている。なお、スギについての結果を示すのは省略したが、ローラーバーを用いて切り込み深さを 13 mm, 16 mm に設定し

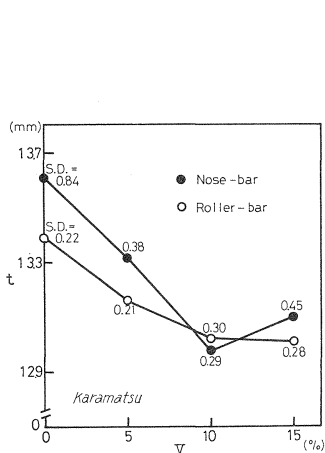


Fig. 22 刃口垂直方向絞り (V) とつき板厚さ (t) の関係 (カラマツ)

Relation between vertical opening of bar (V) and thickness of slices (t) (Karamatsu).

S. D. 標準偏差 standard deviation
刃口水平方向絞り horizontal opening of bar 50% (nose-bar) 30% (roller-bar), 切り込み深さ depth of cut 13 mm.

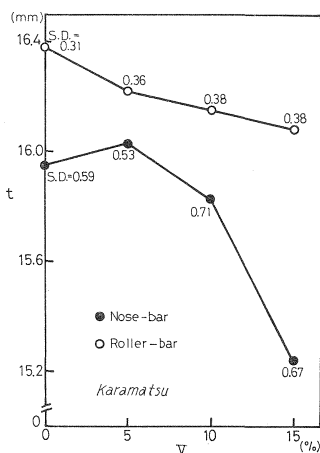


Fig. 23 刃口垂直方向絞り (V) とつき板厚さ (t) の関係 (カラマツ)

Relation between vertical opening of bar (V) and thickness of slices (t) (Karamatsu).

S. D. 標準偏差 standard deviation
刃口水平方向絞り horizontal opening of bar 50% (nose-bar) 30% (roller-bar), 切り込み深さ depth of cut 16 mm.

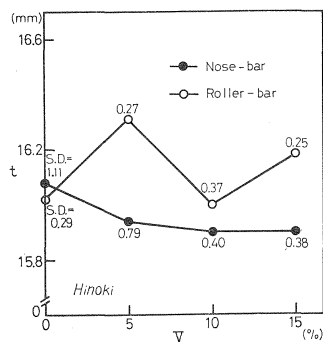


Fig. 24 刃口垂直方向絞り (V) とつき板厚さ (t) の関係 (ヒノキ)

Relation between vertical opening of bar (V) and thickness of slices (t) (Hinoki).

S. D. 標準偏差 standard deviation
刃口水平方向絞り horizontal opening of bar 50% (nose-bar) 30% (roller-bar), 切り込み深さ depth of cut 16 mm.

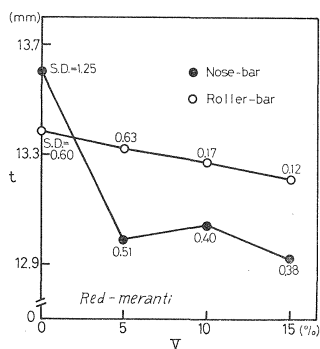


Fig. 25 刃口垂直方向絞り (V) とつき板厚さ (t) の関係 (レッドメランチ)

Relation between vertical opening of bar (V) and thickness of slices (t) (Red-meranti).

S. D. 標準偏差 standard deviation
刃口水平方向絞り horizontal opening of bar 50% (nose-bar) 30% (roller-bar), 切り込み深さ depth of cut 13 mm.

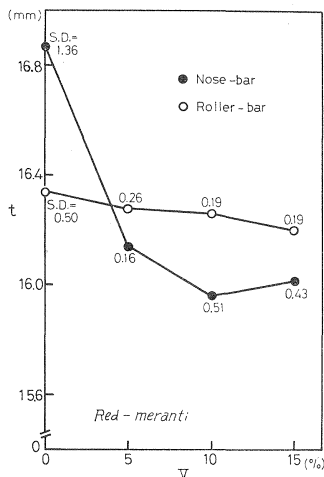


Fig. 26 刃口垂直方向絞り (V) とつき板厚さ (t) の関係 (レッドメランチ)

Relation between vertical opening of bar (V) and thickness of slices (t) (Red-meranti).

S. D. 標準偏差 standard deviation
刃口水平方向絞り horizontal opening of bar 50% (nose-bar) 30% (roller-bar), 切り込み深さ depth of cut 16 mm.

で切削した場合、13 mm ではカラマツあるいはレッドメランチとほぼ同様の結果が得られ、16 mm では刃口垂直方向絞り 0～15% の範囲において、切り込み深さに対してつき板厚さはわずかではあるが薄くなる傾向が見られた。

つき板厚さと刃口垂直方向絞りの関係を示した Fig. 22～26 の中に、同一絞り条件で切削されたつき板の厚さむらをみるために、つき板厚さの標準偏差を示している。垂直方向絞りを 0% にし、ノーズバーを用いて切削した場合、標準偏差は大きな値を示し、これは絞りを大きくすることにより低下するが、絞り 5～15% の範囲において大きな変化はみられない。ノーズバーに比較して、ローラーバーを用いて切削した場合、絞り 0% の時にはやや大きな値を示す場合もみられるが、この場合でもノーズバーに比べてはるかに低い値である。一般的にみて、ローラーバーの時の標準偏差は、ノーズバーの場合のおよそ 1/2 程度の値を示すにすぎない。

つき板内における厚さむらの測定結果を、カラマツの切り込み深さ 13 mm の場合についてのみ Table 12 に示す。垂直方向絞りを 0% あるいは 10% に設定し、ノーズバーを用いて切削した場合、つき板の切削終了側における厚さむらがやや大きい、それ以外の場合、特にローラーバーを用いた場合、つき板内の位置の相違による厚さむらの差ははっきりしない。ローラーバーを用いた場合、レッドメランチについてもカラマツと同様なことがいえる。

つぎに、刃口の垂直方向絞りを 10% 一定におき、水平方向絞りを変化させた時のつき板厚さの平均値および標準偏差を、切り込み深さ 16 mm の場合について Table 13 に示す。なお、スギについては、ノーズバーによる実験は実施しておらず、またノーズバーによる場合水平方向絞りを 30～70%、ローラーバーの場合には 0～50% の範囲で変化させている。レッドメランチで、ノーズバーを使用した場合、水平方向絞りを小さくすることにより、つき板の厚さむらはやや大きくなるのが認められ、同様なことは結果には示していないが、切り込み深さ 13 mm の場合にもみられる。しかし、一般的にみた場合、ノーズバーあるいはローラーバーにかかわらず、つき板の厚さむらに対して、刃口水平方向絞りの影響は認められない。

以上述べたことから、つき板の厚さ、あるいはつき板間の厚さむらに対して、刃口垂直方向の絞りが大きく作用しており、水平方向絞りの影響はバーの種類に関係なく小さいことがわかる。また、設定した切り込み深さに近い厚さのつき板を得るため、あるいはつき板間の厚さむらを低下させるためには、ノーズバーを用いるよりローラーバーによる方がはるかに有利なことがわかった。なお、この場合の垂直方向の絞り条件は、少なくとも 5% 以上に設定する必要があると思われる。

(2) 切 削 割 れ

刃口水平方向絞りを一定にし、垂直方向絞りを変化させた時の、切削割れの測定結果を Table 14～17 に示す。

スギの場合にはノーズバーを用いた切削は行っていないが、カラマツ、ヒノキ、レッドメランチにおいて、ノーズバーを用いて切削した場合、垂直方向絞り (V) が 0% でつき板裏側に発生する切削割れの深さはやや低い値を示す場合もあるが、一般的に切削割れの深さは V の増大にともない減少するのが認められる。特にレッドメランチを切り込み深さ 16 mm で切削した場合、切削割れの深さは 55% ($V=0\%$) から 29% ($V=15\%$) ともっとも大きな低下を示すが、逆に切削割れの発生本数は V を大きくすることによりやや増加する傾向がみられる。切削割れの発生本数をみると、上記レッドメランチで V を大きく

Table 12. 刃口垂直方向絞りとき板内の位置ごとの厚さおよび
厚さむら (カラムツ)

Vertical opening and thickness and thickness variation
at various positions for a slice (Karamatsu)

バーの種類 Shape of bar	水平方向 絞り Horizontal opening (%)	垂直方向 絞り Vertical opening (%)	厚さ測定位置 ¹⁾ Position of thickness measurement (mm)											
			1		2		3		4		5		6	
			平均値 Ave.	標準 偏差 S. D.	平均値 Ave.	標準 偏差 S. D.	平均値 Ave.	標準 偏差 S. D.	平均値 Ave.	標準 偏差 S. D.	平均値 Ave.	標準 偏差 S. D.	平均値 Ave.	標準 偏差 S. D.
Nose-bar	50	0	12.67	0.71	14.39	0.60	12.94	0.65	14.36	0.30	13.13	0.71	14.19	0.21
		5	13.35	0.29	13.54	0.45	13.46	0.75	13.46	0.75	13.07	0.64	13.03	0.26
		10	12.90	0.63	13.07	0.22	12.94	0.66	12.99	0.18	12.98	0.67	12.98	0.22
		15	13.01	0.52	13.09	0.64	13.05	0.48	13.17	0.55	13.07	0.54	13.19	0.41
Roller-bar	50	0	13.28	0.23	13.28	0.18	13.23	0.38	13.17	0.21	13.03	0.43	13.38	0.47
		5	13.13	0.24	13.32	0.33	13.08	0.43	13.17	0.35	13.33	0.30	13.21	0.32
		10	13.02	0.15	13.11	0.17	13.06	0.41	13.07	0.33	12.76	0.25	12.99	0.28
		15	12.99	0.27	13.01	0.33	12.95	0.42	12.97	0.31	12.65	0.59	12.84	0.25

1) 切込み深さ 13 mm. Depth of cut 13 mm.

2) Fig. 10 参照。 See Fig. 10.

Table 13. 刃口水平方向絞りとき板厚さ (切込み深さ 16 mm)
Horizontal opening and thickness of slices (depth of cut 16 mm)

樹 種 Species	水平方向 絞り Horizontal opening (%)	Nose-bar			Roller-bar		
		つき板枚数 Number of slices measured	つき板厚さ (mm) Thickness of slices		つき板枚数 Number of slices measured	つき板厚さ (mm) Thickness of slices	
			平 均 値 Ave.	標 準 偏 差 S. D.		平 均 値 Ave.	標 準 偏 差 S. D.
Karamatsu	70	6	15.72	0.48	—	—	—
	50	6	15.83	0.71	6	16.02	0.46
	30	6	15.94	0.44	5	16.15	0.38
	0	—	—	—	6	15.94	0.43
Hinoki	70	6	15.86	0.28	—	—	—
	50	6	15.90	0.40	6	16.02	0.27
	30	6	15.82	0.41	6	16.00	0.37
	0	—	—	—	6	16.36	0.24
Sugi	50	—	—	—	5	15.81	0.56
	30	—	—	—	6	15.97	0.38
	0	—	—	—	6	16.29	0.53
Red-meranti	70	6	15.94	0.22	—	—	—
	50	6	15.96	0.51	7	16.06	0.48
	30	4	15.28	1.12	10	16.26	0.19
	0	—	—	—	6	16.31	0.23

刃口の垂直方向絞り 10%. Vertical opening of bar 10%.

Table 14. 刃口垂直方向絞りりと切削割れ（カラマツ）
Vertical opening and cutting check in slices (Karamatsu)

設定切込み 深さ Depth of cut (mm)	バーの形状 Shape of bar	水平方向 絞り Horizontal opening (%)	垂直方向 絞り Vertical opening (%)	つき板裏側における割れ Check at knife side of slice		つき板表側における割れ Check at bar side of slice	
				割れの深さ Depth of check (%)	発生本数 Checks/cm	割れの深さ Depth of check (%)	発生本数 Checks/cm
13	Nose-bar	50	0	21	1.54	12	0.59
			5	31	0.81	20	0.43
			10	22	1.44	0	0
			15	25	1.03	15	0.26
	Roller-bar	30	0	35	1.00	0	0
			5	36	1.10	0	0
			10	36	1.42	0	0
			15	21	1.57	0	0
16	Nose-bar	50	0	32	1.39	9	0.19
			5	25	1.09	13	0.22
			10	16	1.42	8	0.05
			15	18	1.26	40	0.23
	Roller-bar	30	0	31	1.09	0	0
			5	31	0.81	0	0
			10	26	1.81	15	0.29
			15	34	1.11	0	0

Table 15. 刃口垂直方向絞りりと切削割れ（ヒノキ）
Vertical opening and cutting check in slices (Hinoki)

設定切込み 深さ Depth of cut (mm)	バーの形状 Shape of bar	水平方向 絞り Horizontal opening (%)	垂直方向 絞り Vertical opening (%)	つき板裏側における割れ Check at knife side of slice		つき板表側における割れ Check at bar side of slice	
				割れの深さ Depth of check (%)	発生本数 Checks/cm	割れの深さ Depth of check (%)	発生本数 Checks/cm
16	Nose-bar	50	0	21	1.22	17	0.16
			5	28	1.00	21	0.71
			10	28	1.62	12	0.19
			15	19	1.08	10	0.11
	Roller-bar	30	0	24	1.26	12	0.08
			5	37	1.13	17	0.06
			10	37	1.48	22	0.59
			15	24	1.95	6	0.11

Table 16. 刃口垂直方向絞りと切削割れ (スギ)
Vertical opening and cutting check in slices (Sugi)

設定切込み 深 さ Depth of cut (mm)	バーの形状 Shape of bar	水平方向 絞 り Horizontal opening (%)	垂直方向 絞 り Vertical opening (%)	つき板裏側における割れ Check at knife side of slice		つき板表側における割れ Check at bar side of slice	
				割れの深さ Depth of check (%)	発 生 本 数 Checks/cm	割れの深さ Depth of check (%)	発 生 本 数 Checks/cm
13	Roller-bar	30	0	28	0.67	22	0.37
			5	33	1.08	17	0.34
			10	47	1.25	20	0.55
			15	23	1.30	33	0.15

Table 17. 刃口垂直方向絞りと切削割れ (レッドメランチ)
Vertical opening and cutting check in slices (Red-meranti)

設定切込み 深 さ Depth of cut (mm)	バーの形状 Shape of bar	水平方向 絞 り Horizontal opening (%)	垂直方向 絞 り Vertical opening (%)	つき板裏側における割れ Check at knife side of slice		つき板表側における割れ Check at bar side of slice	
				割れの深さ Depth of check (%)	発 生 本 数 Checks/cm	割れの深さ Depth of check (%)	発 生 本 数 Checks/cm
13	Nose-bar	50	0	32	1.77	28	0.54
			5	47	1.76	25	0.08
			10	37	2.14	20	1.22
			15	31	1.79	25	0.20
	Roller-bar	30	0	36	2.03	29	0.08
			5	46	1.92	21	0.08
			10	46	2.25	0	0
			15	39	2.25	16	0.08
16	Nose-bar	50	0	55	0.90	0	0
			5	39	1.43	40	0.08
			10	30	1.60	37	0.29
			15	29	2.11	25	0.51
	Roller-bar	30	0	37	1.69	0	0
			5	59	1.09	32	0.16
			10	44	1.86	0	0
			15	35	2.30	38	0.11

することにより切削割れの本数は増加するが、それ以外の場合 V と割れの発生本数の間には、はっきりした関連は認められない。

ローラーバーを用いて切削した時の、つき板裏側が発生している切削割れの深さと V の関係をみると、カラマツの場合 V が 15% の時にやや低い値が示されているが、 V に関係なく割れの深さはほぼ一定とみなしてよく、ヒノキ、スギ、レッドメランチでは V が 0%, 15% の時の値に比べて、5%, 10% で若干高い値を示している。なお、切り込み深さ 13 mm のヒノキ、16 mm のスギについての切削割れの測定は実施しなかった。

ノーズバーを用いた場合と、ローラーバーを用いて切削した場合の切削割れの深さを比較すると、ノ-

Table 18. 刃口水平方向絞りと切削割れ (切り込み深さ 13 mm)
Horizontal opening and cutting check in slices
(depth of cut 13 mm)

樹 種 Species	水平方向 絞り Horizontal opening (%)	Nose-bar				Roller-bar			
		つき板裏側における割れ Checks at knife side of slice		つき板表側における割れ Checks at bar side of slice		つき板裏側における割れ Checks at knife side of slice		つき板表側における割れ Checks at bar side of slice	
		割れの深さ (%) Depth of check	割れの本数 Checks/cm	割れの深さ (%) Depth of check	割れの本数 Checks/cm	割れの深さ (%) Depth of check	割れの本数 Checks/cm	割れの深さ (%) Depth of check	割れの本数 Checks/cm
Karamatsu	70	15	1.05	26	0.13				
	50	22	1.44	0	0	29	1.85	0	0
	30	36	1.22	23	0.75	36	1.42	0	0
	0					37	1.32	24	0.10
Red-meranti	70	41	1.69	49	0.25				
	50	37	2.14	20	1.22	38	2.21	11	0.23
	30	41	1.64	22	0.28	46	2.25	0	0
	0					39	2.10	0	0

刃口の垂直方向絞り 10%. Vertical opening of bar 10%.

ズバーの方が割れの深さを低下させるのに効果がある。また割れの発生本数をみると、カラマツでは両者間にほとんど差はみられないが、ヒノキ、レッドメランチの場合、ノーズバーを用いて切削した方が、割れの本数が若干減少するようである。

つき板表側における切削割れの状態をみると、測定値のばらつきも大きく、垂直方向絞りとの間に明確な関係は見出せない。しかし、割れの深さ、本数を総合して検討した場合、ノーズバーに比較してローラーバーを用いた方が割れの程度を低下させるのに効果を示すのは明らかで、特にカラマツ、レッドメランチに顕著にあらわれている。

次に、垂直方向絞りを一定にし、水平方向絞りを変化させた時の切削割れを、カラマツ、レッドメランチの2樹種について測定した結果を Table 18 に示す。

カラマツで水平方向絞りを小さくすると、切削割れの深さはやや深くなるようにも思われる。しかし、ここには示していないが、切り込み深さを 16 mm にした時の実験結果もあわせて考えると、割れの深さは、樹種、バーの種類に関係なく、水平方向絞りを変化させてもほとんど変化しないものとみなしても良い。同様のことは、割れの本数についてもみられ、割れの発生本数を低下させるのに対し、刃口水平方向絞りの影響は認められない。ヒノキ、スギについての結果の表示は省略しているが、上記と同じく、切削割れの深さ、発生本数の低下に対して、刃口水平方向絞りの効果は認められない。

(3) 面あらし

水平方向絞りを一定におき、切り込み深さ 16 mm で、垂直方向絞りを変化させてつき板切削を行った時の、面あらしの測定結果を Fig. 27~30 に示す。なお、カラマツ、レッドメランチの2樹種については、切り込み深さを 13 mm にして切削した場合の結果を Fig. 31, 32 に示す。

切削は、ノーズバーおよびローラーバーを用いて行ったが、上記の結果は、ノーズバーの場合水平方向絞りを 50%、ローラーバーの場合 30% の時のものである。

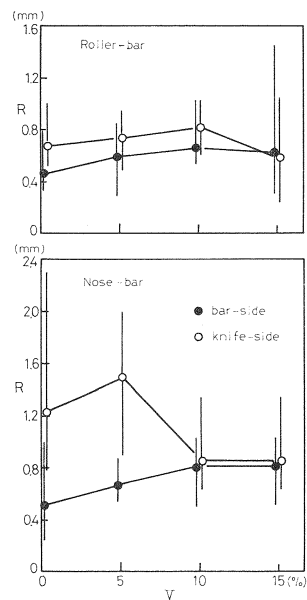


Fig. 27 刃口垂直方向絞り (V) と面あらし (R) の関係 (カラマツ)

Relation between vertical opening of bar (V) and surface roughness (R) (Karamatsu).

切り込み深さ depth of cut 16mm, 刃口水平方向絞り horizontal opening of bar 30% (roller-bar) 50% (nose-bar).

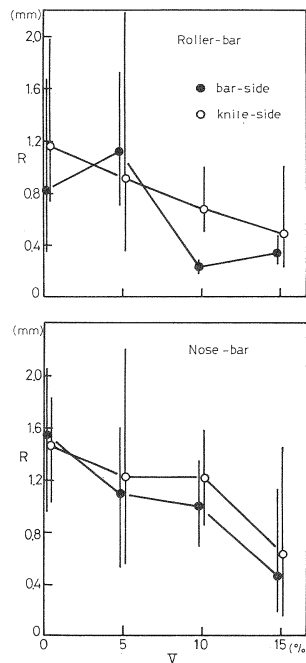


Fig. 28 刃口垂直方向絞り (V) と面あらし (R) の関係 (ヒノキ)

Relation between vertical opening of bar (V) and surface roughness (R) (Hinoki).

切り込み深さ depth of cut 16mm, 刃口水平方向絞り horizontal opening of bar 30% (roller-bar) 50% (nose-bar).

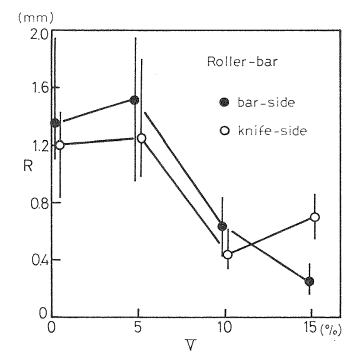


Fig. 29 刃口垂直方向絞り (V) と面あらし (R) の関係 (スギ)

Relation between vertical opening of bar (V) and surface roughness (R) (Sugi).

切り込み深さ depth of cut 16mm, 刃口水平方向絞り horizontal opening of bar 30%.

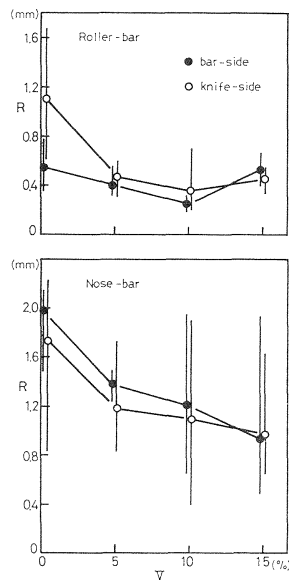


Fig. 30 刃口垂直方向絞り (V) と面あらし (R) の関係 (レッドメランチ)

Relation between vertical opening of bar (V) and surface roughness (R) (Red-meranti).

切り込み深さ depth of cut 16 mm, 刃口水平方向絞り horizontal opening of bar 30% (roller-bar) 50% (nose-bar).

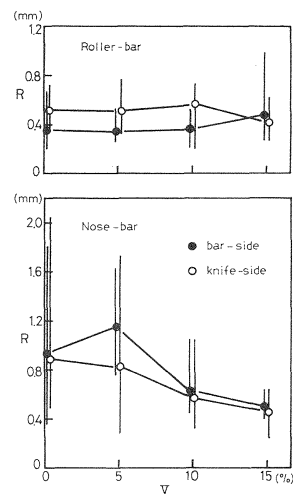


Fig. 31 刃口垂直方向絞り (V) と面あらし (R) の関係 (カラマツ)

Relation between vertical opening of bar (V) and surface roughness (R) (Karamatsu).

切り込み深さ depth of cut 13 mm, 刃口水平方向絞り horizontal opening of bar 30% (roller-bar) 50% (nose-bar).

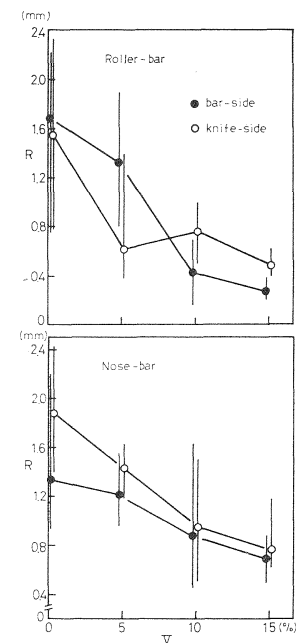


Fig. 32 刃口垂直方向絞り (V) と面あらし (R) の関係 (レッドメランチ)

Relation between vertical opening of bar (V) and surface roughness (R) (Red-meranti).

切り込み深さ depth of cut 13 mm, 刃口水平方向絞り horizontal opening of bar 30% (roller-bar) 50% (nose-bar).

刃口垂直方向絞り (V) と面あらさの関係として、カラマツ以外の樹種では、バーの形状に関係なく、Vを絞ることにより切削面の状態は良好になる傾向を示す。カラマツの場合にも、ノーズバーを用いて切削すれば、面あらははVの増大にともない減少する傾向もみられるが、ローラーバーではほとんど変化はみられない。ただ、この場合面あらははかなり低く、Vが0%の時でも0.4~0.6 mm程度の値であり、他の樹種に比較すれば良好な結果を示しており、これ以上の低下に対して垂直方向絞りの効果は得られないものと考えられる。ヒノキ、スギ、レッドメランチの場合でも、Vの増大にともない面あらはは低下するが、Vを15%にしても面あらはは0.4 mm位にまでしか低下せず、切り込み深さ13 mmあるいは16 mmの場合、この程度の面あらは以下におさえることは難しいものと思われる。

なお、測定値のばらつきはVが0%あるいは5%の時に大きく、Vを10%以上にすることによりばらつきの範囲は狭くなるようである。また、つき板表面と裏面における面あらはの値には、ほとんど差が

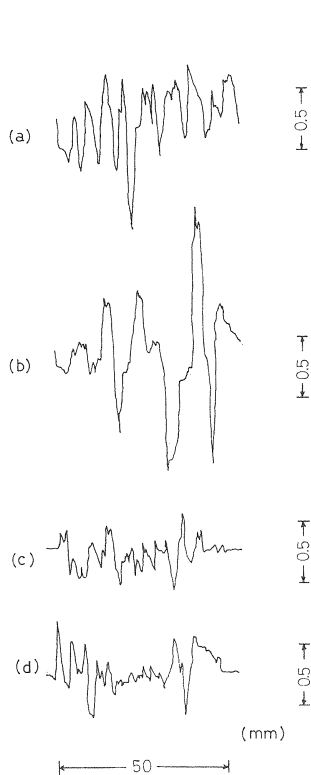


Fig. 33 面あらの測定例

Typical profiles of cut surface.

(a) バーの垂直方向絞り vertical opening of bar (V) 0%, つき板表面 bar-side of surface
(b) V=0%, つき板裏面 knife-side of surface, (c) V=15%, つき板表面 bar-side of surface (d) V=15%, つき板裏面 knife-side of surface

樹種 species Red-meranti, 切り込み深さ depth of cut 13 mm, バーの水平方向絞り horizontal opening of bar 50%, バーの形状 bar type, ノーズバー nose-bar.

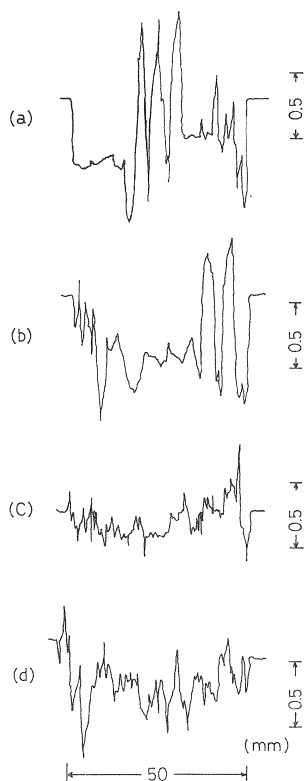


Fig. 34 面あらの測定例

Typical profiles of cut surface.

(a) バーの垂直方向絞り vertical opening of bar (V) 0%, つき板表面 bar-side of surface
(b) V=0%, つき板裏面 knife-side of surface, (c) V=15%, つき板表面 bar-side of surface (d) V=15%, つき板裏面 knife-side of surface

樹種 species Red-meranti, 切り込み深さ depth of cut 13 mm, バーの水平方向絞り horizontal opening of bar 30%, バーの形状 bar type, ローラーバー roller-bar.

認められない。

結果の表示は省略したが、切り込み深さを 13 mm に設定してスギを切削した時の面あらかさは、Fig. 29 に示した切り込み深さ 16 mm の場合に比較して、垂直方向絞り 0%, 5% で若干高い値を示すが、絞りを大きくすることによりやはり面あらかさは低下し、15% の絞り条件の時の面あらかさは 0.4~0.5 mm の値を示している。なお、ヒノキについて、切り込み深さ 13 mm の面あらかさの測定は実施しなかった。

Fig. 33, 34 に垂直方向絞りを 0%, 15% におき、ノーズバーおよびローラーバーを用いてレッドメランチを切削した時のつき板面のあらかさの記録例を示しておく。

つきに、刃口の垂直方向絞りを一定にし、水平方向絞りを変化させた時の、面あらかさの結果を樹種別に Table 19~22 に示す。

面あらかさに対する水平方向絞り (H) の影響については、 H の条件として 3 段階しか変化させていないこともあり、また面あらかさの測定値のばらつきにもより、面あらかさと H の間には明確な関係は見出せない。つまり、カラマツの切り込み深さ 13 mm では、 H を小さくすることにより、面あらかさは良好になるようであるが、切り込み深さ 16 mm では逆の傾向もみられ、ヒノキでは H を変化させても面あらかさにははっきりした変化はみられない。また、レッドメランチでは、切り込み深さ、バーの種類あるいはつき板表面、裏面により傾向が異なり、面あらかさに対する水平方向絞りの影響を明確にさせることはできない。

なお、カラマツ、ヒノキ、スギ、レッドメランチのつき板面の状態の一例として、切削面に斜めから光線をあて撮影した写真を Fig. 35 に示す。

(4) つき板の幅欠け、湾曲、ねじれ

Table 23~26 に、刃口水平方向絞りを一定におき、垂直方向絞りを変化させた時のつき板の幅欠け、湾曲、ねじれの測定結果を示す。

つき板の幅欠けは、垂直方向絞りを大きくすることにより、バーの種類に関係なく、レッドメランチを除くと一般に低下する傾向がみられる。この場合、ノーズバーに比べて、ローラーバーの方が幅欠けを低下させるのに効果的で、ローラーバーで垂直方向絞り (V) を 10~15% にすることにより、つき板の幅欠けはほとんどみられなくなる。レッドメランチを、ノーズバーを用いて切削した場合、 V を 10~15% にしても正常なつき板の得られる率は低い、ローラーバーによれば良好な結果を得ることができる。

つき板の湾曲は、ヒノキ、レッドメランチで V を大きくするとやや低下する傾向もみられるが、測定値にかなり大きなばらつきがみられ、また、ねじれを低下させるのに対し、垂直方向絞りの効果は認められない。

刃口垂直方向絞りを一定にし、水平方向絞りを変化させた時の、つき板の幅欠け、湾曲、ねじれの測定結果を Table 27, 28 に示す。結果からも明らかなように、つき板の幅欠け、湾曲、ねじれに対する水平方向絞りの影響は、バーの種類にかかわらず認められない。同様なことは、結果を示すことは省略したが、ヒノキ、スギについてもみられた。

以上、刃口の絞り条件を変えた時のつき板品質についての実験結果を示し、検討を行ったが、つき板品質に対する刃口条件の影響を要約すると次のようになる。

(1) つき板の厚さは、垂直方向絞りを大きくすることにより、次第に薄くなる傾向を示し、特にこの傾向はノーズバーを用いた時に明確にあらわれる。ローラーバーの場合、ノーズバーよりつき板厚さに対

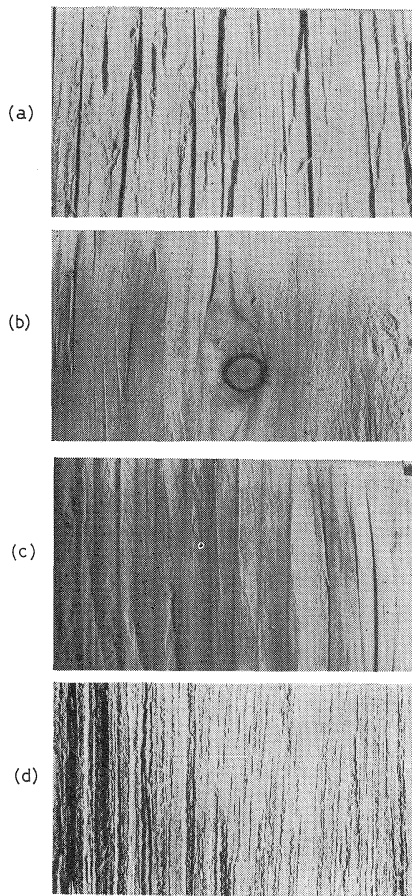


Fig. 35 つき板の面の状態

Typical surface of slice.

(a) Karamatsu, (b) Hinoki, (c) Sugi,
(d) Red-meranti

切り込み深さ depth of cut 16 mm, 刃口水平方向
向絞り horizontal opening of bar 50% (Sugi,
Red-meranti) 30% (Karamatsu, Hinoki), 垂直
方向絞り vertical opening of bar 10%, バーの
種類 bar type nose-bar.

Table 19. 刃口の水平方向絞りとつき板の面あらし (カラマツ)
Horizontal opening and surface roughness (Karamatsu)

設定切り込み深さ Depth of cut (mm)	バーの種類 Bar type	水平方向絞り Horizontal opening of bar (%)	面あらし Surface roughness (mm)	
			つき板表面 Bar side of slice	つき板裏面 Knife side of slice
13	Nose-bar	70	0.98 (0.50~1.60)	0.97 (0.40~1.53)
		50	0.63 (0.44~1.05)	0.57 (0.32~1.05)
		30	0.53 (0.20~0.98)	0.63 (0.20~1.15)
	Roller-bar	50	0.51 (0.36~0.64)	0.79 (0.57~0.96)
		30	0.37 (0.21~0.53)	0.57 (0.20~0.73)
		0	0.43 (0.29~0.56)	0.53 (0.32~0.78)
16	Nose-bar	70	0.60 (0.27~1.00)	0.61 (0.25~0.98)
		50	0.81 (0.50~1.03)	0.85 (0.63~1.35)
		30	1.03 (0.63~1.28)	0.95 (0.55~1.38)
	Roller-bar	50	0.34 (0.30~0.43)	0.50 (0.42~0.57)
		30	0.66 (0.53~1.03)	0.81 (0.60~1.03)
		0	0.62 (0.48~1.00)	0.91 (0.55~1.83)

刃口の垂直方向絞り (Vertical opening) : 10%

Table 20. 刃口の水平方向絞りとつき板の面あらしさ（ヒノキ）

Horizontal opening and surface roughness (Hinoki)

設定切込み深さ Depth of cut (mm)	バーの種類 Bar type	水平方向絞り Horizontal opening of bar (%)	面あらしさ Surface roughness (mm)	
			つき板表面 Bar side of slice	つき板裏面 Knife side of slice
16	Nose-bar	70	0.60 (0.48~0.71)	0.54 (0.30~0.90)
		50	1.00 (0.68~1.35)	1.21 (0.85~1.58)
		30	0.45 (0.08~1.75)	0.52 (0.32~0.85)
	Roller-bar	50	0.40 (0.26~0.79)	0.53 (0.38~0.72)
		30	0.23 (0.21~0.26)	0.67 (0.50~1.00)
		0	0.20 (0.14~0.33)	0.54 (0.27~0.78)

刃口の垂直方向絞り (Vertical opening) : 10%

Table 21. 刃口の水平方向絞りとつき板の面あらしさ（スギ）

Horizontal opening and surface roughness (Sugi)

設定切込み深さ Depth of cut (mm)	バーの種類 Bar type	水平方向絞り Horizontal opening of bar (%)	面あらしさ Surface roughness (mm)	
			つき板表面 Bar side of slice	つき板裏面 Knife side of slice
16	Roller-bar	50	0.60 (0.30~1.30)	0.71 (0.45~1.20)
		30	0.64 (0.42~0.84)	0.44 (0.34~0.62)
		0	0.27 (0.19~0.38)	0.53 (0.35~0.77)

刃口の垂直方向絞り (Vertical opening) : 10%

Table 22. 刃口の水平方向絞りとつき板の面あらしさ（レッドメランチ）

Horizontal opening and surface roughness (Red-meranti)

設定切込み深さ Depth of cut (mm)	バーの種類 Bar type	水平方向絞り Horizontal opening of bar (%)	面あらしさ Surface roughness (mm)	
			つき板表面 Bar side of slice	つき板裏面 Knife side of slice
13	Nose-bar	70	0.40 (0.08~0.68)	0.70 (0.35~1.03)
		50	0.88 (0.45~1.63)	0.95 (0.50~1.50)
		30	1.02 (0.75~1.28)	1.32 (0.78~1.85)
	Roller-bar	50	0.74 (0.50~1.33)	0.83 (0.70~0.95)
		30	0.43 (0.16~0.70)	0.76 (0.50~1.00)
		0	0.26 (0.17~0.53)	0.36 (0.27~0.53)
16	Nose-bar	70	0.36 (0.19~0.66)	0.44 (0.29~0.62)
		50	1.21 (0.65~1.95)	1.09 (0.40~1.90)
		30	2.05 (1.50~2.40)	0.71 (0.55~0.83)
	Roller-bar	50	0.29 (0.15~0.57)	0.64 (0.34~1.00)
		30	0.25 (0.18~0.32)	0.36 (0.19~0.70)
		0	0.34 (0.20~0.93)	0.32 (0.15~0.89)

刃口の垂直方向絞り (Vertical opening) : 10%

Table 23. 刃口垂直方向絞りときき板の幅欠け, 湾曲, ねじれ (カラマツ)
Vertical opening and lack of edge, curl and twist of slices (Karamatsu)

設定切込み深さ Depth of cut (mm)	バーの形状 Bar type	水平方向 絞り Hori- zontal opening	垂直方向 絞り Vertical opening	つき板の幅欠け Lack of slice edge		湾曲 Curl (mm)	ねじれ Twist (mm)
		(%)	(%)	欠けの程度 (Ld) Degree of lack	欠けのない つき板の出現率 (Lv) Frequency of defect- free slices		
13	Nose-bar	50	0	4.0	0.14	1.17 (0.77~1.44)	9.7 (5~11)
			5	4.0	0.20	1.03 (0.83~1.51)	6.8 (3~9)
			10	4.8	0.83	0.82 (0.56~1.21)	7.2 (5~9)
			15	4.4	0.83	1.13 (0.59~1.79)	8.0 (0~12)
	Roller-bar	30	0	5.0	1.00	1.07 (0.81~1.24)	9.0 (6~11)
			5	5.0	1.00	1.08 (0.92~1.23)	11.0 (7~12)
			10	4.5	0.67	0.85 (0.81~1.01)	6.7 (5~8)
			15	5.0	1.00	1.28 (1.07~1.54)	11.0 (6~13)
16	Nose-bar	50	0	3.2	0	1.01 (0.55~2.04)	4.2 (3~5)
			5	3.2	0.17	0.89 (0.52~1.18)	4.8 (4~5)
			10	3.2	0	1.65 (0.77~2.64)	10.5 (7~13)
			15	3.8	0.33	1.00 (0.44~1.48)	8.1 (5~11)
	Roller-bar	30	0	4.4	0.40	1.12 (1.00~1.24)	8.8 (8~9)
			5	5.0	1.00	0.99 (0.79~1.38)	8.3 (8~9)
			10	5.0	1.00	0.94 (0.62~1.53)	9.6 (9~11)
			15	4.8	0.80	1.17 (0.68~1.72)	8.0 (7~8)

Table 24. 刃口垂直方向絞りときき板の幅欠け, 湾曲, ねじれ (ヒノキ)
Vertical opening and lack of edge, curl and twist of slices (Hinoki)

設定切込み深さ Depth of cut (mm)	バーの形状 Bar type	水平方向 絞り Hori- zontal opening	垂直方向 絞り Vertical opening	つき板の幅欠け Lack of slice edge		湾曲 Curl (mm)	ねじれ Twist (mm)
		(%)	(%)	欠けの程度 (Ld) Degree of lack	欠けのない つき板の出現率 (Lv) Frequency of defect- free slices		
13	Nose-bar	50	0	3.9	0.43	0.81 (0.50~1.02)	6.4 (3~11)
			5	3.3	0.33	0.80 (0.61~1.09)	9.3 (7~12)
			15	5.0	1.00	0.71 (0.47~0.87)	14.7 (13~16)
16	Nose-bar	50	0	1.8	0	0.99 (0.33~1.20)	3.7 (1~6)
			5	2.8	0.50	0.73 (0.64~0.88)	7.3 (7~8)
			10	4.5	0.50	0.76 (0.58~0.84)	11.0 (9~15)
			15	4.2	0.20	0.44 (0.28~0.60)	18.8 (17~22)
	Roller-bar	30	0	3.0	0.17	1.24 (1.02~1.39)	11.8 (11~13)
			5	4.2	0.17	1.25 (0.95~1.43)	10.7 (8~12)
			10	5.0	1.00	1.15 (0.94~1.85)	16.0 (14~17)
			15	5.0	1.00	0.99 (0.87~1.11)	15.3 (13~17)

Table 25. 刃口垂直方向絞りとつき板の幅欠け, 湾曲, ねじれ (スギ)
Vertical opening and lack of edge, curl and twist
of slices (Sugi)

設定切込み深さ Depth of cut (mm)	バーの形状 Bar type	水平方向 絞り Horizontal opening (%)	垂直方向 絞り Vertical opening (%)	つき板の幅欠け Lack of slice edge		湾曲 Curl (mm)	ねじれ Twist (mm)
				欠けの程度 (Lp) Degree of lack	欠けのないつき板の出現率 (Lr) Frequency of defect-free slices		
13	Roller-bar	30	0	4.6	0.60	1.07 (0.90~1.19)	12.8 (7~8)
			5	4.1	0.29	1.00 (0.81~1.16)	9.0 (7~11)
			10	5.0	1.00	0.89 (0.52~1.11)	12.0 (11~13)
			15	4.6	0.57	0.99 (0.78~1.20)	12.0 (11~14)
16	Roller-bar	30	0	4.0	0.20	0.77 (0.24~1.22)	11.6 (5~12)
			5	4.5	0.50	0.82 (0.45~1.44)	12.0 (11~13)
			10	4.2	0.83	0.71 (0.16~1.14)	11.3 (10~13)
			15	5.0	1.00	1.13 (1.00~1.21)	8.3 (6~10)

Table 26. 刃口垂直方向絞りとつき板の幅欠け, 湾曲, ねじれ (レッドメランチ)
Vertical opening and lack of edge, curl and twist
of slices (Red-meranti)

設定切込み深さ Depth of cut (mm)	バーの形状 Bar type	水平方向 絞 り Horizontal opening (%)	垂直方向 絞 り Vertical opening (%)	つき板の幅欠け Lack of slice edge		湾 曲 Curl (mm)	ね じ れ Twist (mm)
				欠けの程度 (Lp) Degree of lack	欠けのないつき板の出現率 (Lr) Frequency of defect-free slices		
13	Nose-bar	50	0	3.5	0	0.84 (0.44~1.38)	8.3 (7~ 9)
			5	3.0	0.40	0.75 (0.55~1.03)	4.3 (2~ 5)
			10	2.7	0	0.66 (0.20~0.95)	5.0 (3~ 8)
	Roller-bar	30	0	4.2	0.20	1.54 (1.10~2.17)	8.6 (5~11)
			5	4.2	0.33	1.55 (1.07~2.07)	6.8 (3~11)
			10	5.0	1.00	1.20 (1.00~1.51)	9.9 (8~12)
			15	5.0	1.00	1.51 (1.09~3.10)	10.5 (10~13)
	16	Nose-bar	50	0	3.3	0	1.01 (0.81~1.31)
5				4.0	0.60	0.64 (0.45~0.83)	11.8 (11~13)
10				4.2	0.17	0.60 (0.50~0.76)	9.8 (8~11)
15				3.8	0	0.52 (0.17~0.77)	7.8 (7~ 9)
Roller-bar		30	0	3.1	0.14	1.50 (1.04~3.08)	9.4 (7~15)
			5	4.0	0.40	2.11 (1.61~3.39)	5.2 (4~ 7)
			10	4.9	0.90	1.36 (1.07~1.51)	11.3 (10~16)
			15	4.3	0.43	1.29 (0.82~2.13)	7.2 (6~10)

Table 27. 刃口水平方向絞りとつき板の幅欠け, 湾曲, ねじれ (カラマツ)
Horizontal opening and lack of edge, curl and twist
of slices (Karamatsu)

設定切込み深さ Depth of cut (mm)	バーの種類 Bar type	水平方向 絞り Horizontal opening (%)	つき板の幅欠け Lack of slice edge		湾曲 Curl (mm)	ねじれ Twist (mm)
			欠けの程度 (L _D) Degree of lack	欠けのないつき板の出現率 (L _V) Frequency of defect-free slices		
13	Nose-bar	70	4.7	0.71	1.03 (0.90~1.16)	12 (9~15)
		50	4.8	0.83	0.82 (0.56~1.21)	7 (5~9)
		30	4.0	0	0.75 (0.51~1.06)	7 (1~8)
	Roller-bar	50	5.0	1.00	1.14 (0.85~1.38)	13 (12~14)
		30	4.5	0.67	0.85 (0.81~1.01)	7 (5~8)
		0	5.0	1.00	1.29 (1.11~1.68)	6 (4~7)
16	Nose-bar	70	4.0	0	0.76 (0.24~1.07)	10 (7~11)
		50	3.2	0	1.65 (0.77~2.64)	11 (7~13)
		30	3.7	0	0.62 (0.46~1.02)	15 (12~18)
	Roller-bar	50	4.5	0.50	1.39 (1.13~1.53)	8 (5~11)
		30	5.0	1.00	0.94 (0.62~1.53)	10 (9~11)
		0	5.0	1.00	0.79 (0.43~1.25)	7 (6~8)

刃口の垂直方向絞り (Vertical opening) : 10%

Table 28. 刃口水平方向絞りとつき板の幅欠け, 湾曲, ねじれ (レッドメランチ)
Horizontal opening and lack of edge, curl and twist
of slices (Red-meranti)

設定切込み深さ Depth of cut (mm)	バーの種類 Bar type	水平方向 絞り Horizontal opening (%)	つき板の幅欠け Lack of slice edge		湾曲 Curl (mm)	ねじれ Twist (mm)
			欠けの程度 (L _D) Degree of lack	欠けのないつき板の出現率 (L _V) Frequency of defect-free slices		
13	Nose-bar	70	2.9	0	0.84 (0.53~1.07)	7 (6~10)
		50	2.7	0	0.66 (0.20~0.95)	5 (3~8)
		30	3.8	0.20	0.43 (0.12~0.69)	4 (3~4)
	Roller-bar	50	4.2	0.20	1.39 (0.71~2.67)	11 (10~12)
		30	5.0	1.00	1.20 (1.00~1.51)	9 (8~12)
		0	4.3	0.29	1.39 (1.06~1.74)	11 (7~14)
16	Nose-bar	70	3.2	0	0.86 (0.63~1.19)	9 (8~11)
		50	4.2	0.17	0.60 (0.50~0.76)	10 (8~11)
		30	3.8	0.25	0.89 (0.60~1.87)	6 (5~7)
	Roller-bar	50	4.1	0.14	1.50 (1.21~1.83)	13 (12~18)
		30	4.9	0.90	1.36 (1.07~1.51)	13 (10~16)
		0	4.3	0.33	1.32 (1.09~1.56)	8 (5~11)

刃口の垂直方向絞り (Vertical opening) : 10%

する絞りの影響は小さくあらわれ、またつき板の厚さむらも小さく、良好な結果がえられる。

（2） 切削割れの深さは、ノーズバーで、垂直方向絞りを大きくとることにより若干減少する。ローラーバーの場合、つき板裏側における割れの深さは、ノーズバーを用いた場合より増大するが、逆につき板表側における割れの程度は低下している。

（3） 面あらさは、カラマツを除く3樹種では垂直方向絞りを大きくとることにより、次第に良好になる。この傾向はつき板表面、裏面、あるいはバーの種類に関係なく認められる。カラマツをローラーバーで切削した場合、垂直方向絞りを変化させても、面あらさには変化はみられない。この場合絞りが小さくても、他の条件に比較してかなり面あらさは低い値を示しているためだと考えられる。

（4） つき板の幅欠けを低下させるには、ローラーバーを用い、垂直方向絞りを大きくとるほど良い結果がえられる。

（5） つき板の厚さおよび厚さむら、切削割れ、面あらさ、幅欠け、湾曲、ねじれ等に対して刃口水平方向絞りの明確な影響はみられない。なお湾曲、ねじれ等に対する垂直方向絞りの影響も認められなかった。

なお、垂直方向絞りを大きくするほど、つき板品質は良好になることが実験結果から分かったが、切り込み深さが10 mm 程度以上になると、ノーズバー、ローラーバーともに、垂直方向の絞りは15%位が限界で、これ以上絞りを大きくすると切削が困難になってくる。同様にローラーバーで水平方向絞りを70%におき、垂直方向絞りを15%程度に設定した場合にも、切削時に大きな力が作用し切削不能に陥る場合が多くみられた。これは、絞りを大きくとることにより、刃先前方における材に大きな圧縮を与えるだけでなく、切削後のつき板が排出される経路にあたる刃物裏面とバー表面間において大きな力が作用するためであると考えられる²⁴⁾。

4. 総 括

厚つき板切削用に設計、製作した実大規模に近いスライサーにより、厚つき板切削を行い、つき板品質に対する切削条件の影響を検討した。つき板品質として、つき板の厚さ、切削割れの程度、面あらさ、幅欠け、湾曲、ねじれ等を取り上げ、切削条件としてフリッチに対する煮沸温度、切り込み深さ、刃口の絞り、バーの形状等を変化させた。つき板の各品質に対する切削条件の影響をとりまとめると次のようになる。

（1） つき板の厚さ つき板の厚さを切り込み深さの設定値に接近させ、またつき板の厚さむら、1枚のつき板内における厚さむらを低下させるのに対して垂直方向絞りの効果が非常に大きい。この場合、もっとも大きな効果が得られるのは、ローラーバーを用いて切削した時で、垂直方向絞りを5%～15%にすることにより良好な結果を示す。フリッチに対する煮沸温度を高めることは、特にカラマツの場合つき板の厚さむらを大きくして望ましくないが、節の切削による刃こぼれを防止し、切削抵抗を低下させるためにはやはり煮沸処理を行う必要がある。煮沸温度はできるだけ低くおさえるべきであると考えが、カラマツ、ヒノキ等の節の切削には70～80℃程度の煮沸処理が必要であると思われる。切り込み深さを大きくすると、厚さむらは大きくなる傾向を示す。しかし、上記のように、ローラーバーを用い、垂直方向絞りを大きくすることにより、切り込み深さが16 mm 程度であれば、厚さむらもかなり低くおさえることができる。

(2) 切 削 割 れ つき板裏側における切削割れの深さは、ノーズバーにより刃口垂直方向絞りを大きくすることにより、若干低下する傾向もみられるが、つき板表側に発生する割れも総合してみた場合大きな低下は望めない。全般的にみて、切削割れに対する切削条件、すなわち煮沸温度、切り込み深さ、刃口の絞り、バーの形状等の影響はほとんどみられない。なお、切り込み深さを深くすることにより、切削割れの深さをつき板厚さに対する比で表示した場合、その値には大きな変化はみられないが、割れの深さ自体はやはり深くなる傾向を示す。

(3) 面 あ ら さ つき板の面あさは、つき板の厚さむらと類似の傾向を示し、煮沸温度を高め、切り込み深さを深くするほど悪化する。しかし、面あさを低下させるには、刃口垂直方向絞りを大きくすることにより良好な結果が得られ、この場合ノーズバーに比較してローラーバーを用いた方がやや高い効果を示す。面あさは、つき板表面、裏面ではほぼ同程度の値を示し、切り込み深さ 13 mm あるいは 16 mm の場合、樹種の相違にかかわらず、ローラーバーを用い、垂直方向絞りを 15% まで絞ることにより 0.4 mm 程度まで低下させることができる。しかし、この値をプレーナーによる鉋削面、あるいはワイドベルトサンダーによる研削面と比較すると、つき板面のあさは 3～4 倍の値を示している。つまり、鉋削面の場合、通常の切削条件でカラマツ、ヒノキ、スギ、レッドメランチを切削した場合、その面あさは樹種による相違は大きくみられず、0.10～0.13 mm の値を示す。また、ワイドベルトサンダーで、粒度 36 の研磨布を用い、切り込み深さを 2 mm において重研削を行った場合の面あさは、スギで 0.15 mm、ヒノキで 0.12 mm の値を示している²⁵⁾。

(4) 幅 欠 け つき板の幅欠けは、切削時においてつき板が刃口につまった場合、その都度刃口を開き、つまったつき板を取り出す操作を行えば生じないものであるが、本実験では作業能率あるいは製品歩留まりに対する切削条件の影響をみるため、つき板が刃口につまっても上記の操作は行わず、連続した切削を行った。つき板の幅欠けは、つき板内の厚さむらと関連し、厚さむらが大きい場合、幅欠けの範囲は広くなり、欠けの生じていないつき板の出現率は低下するようである。つき板の幅欠けは、ローラーバーを用い、刃口垂直方向絞りを大きくすることにより低下させることができるが、切り込み深さ 13 mm あるいは 16 mm の場合、垂直方向絞りはすくなくとも 10% 以上に設定する必要がある。

(5) 湾 曲 つき板の湾曲は、切り込み深さに大きく支配され、切り込み深さを深くするとほど低下する傾向を示す。なお、カラマツにおいて煮沸温度を低くすることにより、またヒノキ、レッドメランチにおいて刃口垂直方向絞りを大きくすることにより、湾曲は若干低下する傾向もみられるが、明確な傾向とは言い難い。

(6) ね じ れ つき板のねじれは、カラマツ、レッドメランチにおいて切り込み深さを深くすることにより若干低下するが、90°C で煮沸処理を行った場合、樹種にかかわらずやや高い値を示している。なお、ねじれの低下に対して、刃口条件の効果は認められない。

以上、つき板品質に対する切削条件の影響について、実験結果を要約して述べた。ここで、供試原木の量にも制約を受け、本実験において、同一条件当たりのつき板数は多い場合でも 10 枚程度であり、特につき板の厚さむら、あるいは幅欠けの程度を評価するには、試料つき板数がやや少ないきらいがある。また、切削方向はすべてフリッチの木表側から木裏側の方向としたが、つき板品質の評価に際して、切削方向と年輪との角度の相違を考慮していない。1 本のフリッチにおいても、その位置により、切削方向に対する年輪の角度は異なり、つき板品質も変化するものと思われるが^{26)～28)}、この点については木裏側から

の切削とあわせて、今後検討の余地が残されているものとする。

なお、本実験で使用したスライサーは試作機であり、実験過程で若干不備な点が見受けられた。今後の機械設計のために、実験を通じて気が付いた問題点を挙げてみる。

(1) 主電動機として 11 kW の無段変速モーターを使用しているが、もっと高い出力の電動機を取りつける必要がある。今回の供試樹種は比重も比較的低いものであるが、切り込み深さを 16 mm 程度以上にし、刃口の垂直方向絞りを大きくした場合、特に電動機的能力不足が見られた。

(2) チャックの形状は、くさび形 (Fig. 3) のものを使用したが見、この形状だとフリッチのチャックに対する取り付け部で割れを生じやすい。これを防止するため、チャック形状の改良あるいはフリッチの切削終了側に対する当て板の効果等を考える必要がある。

(3) ローラーバーを用いることにより、つき板品質はかなり向上するのが認められたが、回転部分への屑のつまり、あるいは摩耗した場合の再研摩等に問題がある。また、今回の実験では自由回転の径 25 mm のバーについてしか検討していないが、今後バーの径の相違²⁹⁾、あるいは自由回転させずに固定した場合についても検討を加える必要がある。

(4) 本実験で使用したスライサーは、クランクホイール 1 回転ごとに 0~500 mm の任意のストロークで、刃物をその長さ方向に往復させる機構を有している。この機構により、フリッチのチャック取り付け部における割れの発生を低下させ、つき板の厚さむら、切削割れ等の減少に対して効果がみられる。しかし、ストロークを長くとりすぎると、つき板のねじれが大きくなるだけでなく、つき板が刃口につまった場合、それがスライサーの側面に当たり、つき板品質に悪影響を与える¹⁴⁾。これを防ぐため、切削終了直後における刃口の急速開閉機構等つき板を円滑に刃口から排出する機構を考慮すべきである。

文 献

- 1) BRYAN, E. L. : Machining wood with light, For. Prod. J., 13(1), (1963)
- 2) 木下直治・新井 勤 : レーザーによる木材の加工, 木材工業, 22(6), (1967)
- 3) 黒岩 典 : 無限の用途を秘めるレーザー — その切断機としての利用 —, fi, No. 22, (1971)
- 4) McMILLIN, C. W. & J. E. Harry : Laser machining of southern pine, For. Prod. J. 21(10), (1971)
- 5) BRYAN, E. L. : High energy jets as a new concept in wood machining, For. Prod. J. 13(8), (1963)
- 6) 稲葉 斉 : 超高圧水ジェットの切削機械への利用, fi, No. 23, (1971)
- 7) PETERS, C. C. : Basis and specifications for a lumber slicer, For. Prod. J., 26(2), (1976)
- 8) LUTZ, J. F., H. H. HASKELL & R. McALISTER : Slicewood ... a promising new wood product, For. Prod. J., 12(5), (1962)
- 9) PETERS, C. C., A. F. MERGEN & H. R. PANZER : Slicing wood one-inch thick, four types of pressure bars, For. Prod. J., 19(7), (1969)
- 10) ———, ——— & ——— : Effect of cutting speed during thick slicing of wood, For. Prod. J., 19(11), (1969)
- 11) ———, ——— & ——— : Thick slicing of wood, effects of wood and knife inclination angle, For. Prod. J., 22(9), (1972)
- 12) ——— & R. R. ZENK : Effect of precompression on sliced wood, $\frac{1}{2}$ and 1 inch in thickness, U. S. D. A. For. Serv. Res. Note, F. P. L.-0194, For. Prod. Lab., Madison, Wis.,

- U. S. A., (1968)
- 13) ———, R. F. ZENK & A. F. Mergen : Effects of roller-bar compression and restraint in slicing wood 1-inch thick, For. Prod. J., 18(1), (1968)
 - 14) 木下紋幸 : スライサーによる厚板切削 (2) 一つき板品質におよぼす刃物のスライド距離, フリッチ取付角度の影響一, 木材工業, 30(10), (1975)
 - 15) ——— : スライサーによる厚板切削 (1) 一つき板品質に及ぼす煮沸温度の影響一, 木材工業, 30(9), (1975)
 - 16) FEIHL, O. & V. GODIN : Improved profiles for veneer knives, Dept. For. Rural Develop. Publ., 1158, Canada, (1967)
 - 17) 木下紋幸 : 単板切削における刃先形状の影響, 第22回日本木材学会大会, (1972)
 - 18) 例えば, 林業試験場 木材部, 林産化学部 : 南洋材の性質 (ロータリー単板切削), 林試研報, 262 (1974), 254 (1973)
 - 19) 木下紋幸 : 木材の曲げ強度的性質に及ぼす加熱処理の影響, 林試研報, 219, (1969)
 - 20) ——— : 未発表
 - 21) WALSER, D. C. : Steam-injection knife improves veneer quality, For. Prod. J., 24(9), (1974)
 - 22) 江草義正・斎藤真寿夫 : ロータリー単板の品質に関する実態調査, 木材工業, 18(3), (1963)
 - 23) 農林省林業試験場 : カラマツ材の利用技術の開発に関する研究 (特別研究推進会議資料), 木材部資料, 49-2, (1975)
 - 24) CUMMING, J. D. & B. M. COLLETT : Determining lathe settings for optimum veneer quality, For. Prod. J. 20(11), (1970)
 - 25) 木下紋幸・星 通 : 未発表
 - 26) 小西千代治 : スライサーによる厚単板切削に関する二, 三の試験, 木材工業, 30(2), (1975)
 - 27) 木下直治 : 木材の精密加工法の研究, 理化学研究所報告, 36(5), (1960)
 - 28) STEWART, H. A. : Effect of cutting direction with respect to grain angle on the quality of machined surface, ……., For. Prod. J., 19(3), (1969)
 - 29) FEIHL, O. : Design and performance of roller pressure bars for veneer lathes, Dept. For. Rural Develop. Publ. No. 1225, Canada, (1968)

Studies on Manufacturing of Thick Slices (I)

—Relation of slicing conditions and qualities of slices—

Nobuyuki KINOSHITA⁽¹⁾

Summary

The purpose of this study was to obtain the effects of slicing conditions, such as heating temperature, depth of cut and bar opening, on the qualities of thick slices. The slicing was done with the practical slicer designed for thick slicing. The simplified view of slicer employed in this experiment is shown in Fig. 1. Species tested were Karamatsu (*Larix leptolepis*), Hinoki (*Chamaecyparis obtusa*), Sugi (*Cryptomeria japonica*) and Red-meranti (*Shorea* sp.). The specific gravity in oven dry was 0.51 (Karamatsu), 0.42 (Hinoki), 0.39 (Sugi), and 0.42 (Red-meranti). The diameter, sapwood width and annual rings width of logs tested are shown in Table 1.

The slicing conditions are shown in Table 2 for experiment 1 (effect of heating temperature), experiment 2 (effect of depth of cut) and experiment 3 (effect of bar opening). The other slicing conditions which were common to experiment 1 to experiment 3 were as follows; bias angle (γ) 15°, revolution speed of crank wheel 20 rpm, knife angle 16°30', clearance angle (β) 30', cutting angle (α) 17°00', amplitude of knife oscillation (l) 230 mm, stroke of knife and bar (s) 800 mm, angle between flitch and knife (ϕ) 10°. Flitches were heated in water for 24 hrs. before slicing. The knife was oscillated with the amplitude of 230 mm at one revolution of crank wheel. The shape of nose-bar and roller-bar employed in experiment 3 are shown in Fig. 5 and 6. In this report, the horizontal (H) and vertical (V) opening of bar are expressed by, $H = \{(d-h)/d\} \times 100 (\%)$, $V = (d-v)/d \times 100 (\%)$. The relation of h , v and d is shown in Fig. 9.

The dimension of flitch is 15 cm (height) $\times$ 7 cm (width) $\times$ 45 cm (length) and the flitches were cut from the logs as shown in Fig. 7 and 8.

The thickness (variation), cutting failure, surface roughness, lack of width, curvature and twist of slices were measured for evaluation of qualities of slices. (1) Thickness was measured at six points for a slice (Fig. 10) with a 1/20 mm calipers. (2) The depth of cutting check and checks per unit length of cross section were measured at the knife and the bar side of slice after magnification of six diameter. (3) The surface roughness was measured on the knife and the bar side of slice with a stylus method type instrument of measurement of surface roughness. Surface profile was recorded after magnification of 40 or 100 diameter and the values of roughness were obtained by averaging of three larger values (h_1 , h_2 , h_3) as shown in Fig. 11. (4) In this experiment, the slicing was done successively for a flitch to compare the efficiency of slicing operation or the yield of slices at various slicing conditions. If the slice stopped and protruded from the bar opening, the slice was cut in next slicing and the slice lacked in width as shown in Fig. 12 was produced. For evaluation of the degree of lack of slice edge, the degree of lack (L_D) and the percentage of defect-free slices (L_Y) were obtained

Received October 21, 1976

(1) Wood Technology Division

as following method. L_D was obtained by averaging of d . Evaluation level of lack (d) was shown as follows; length of a slice is divided into five sections, if the defect is not occurred..... $d=5$, defect is limited in one section..... $d=4$, limited in two sections..... $d=3$,, defect is occurred over five sections..... $d=0$. L_x was expressed by the ratio of defect-free slices to total slices. (5) Curl was shown by the depth at the center of 60 mm span as shown in Fig. 13. The measurement was done at the center and at about 10 cm inner from the both side of a slice. (6) Twist was expressed by the height of remaining edge of slice when the three edges were touched with the flat base.

The results were summarized as follows;

(1) The difference between thickness of slices and depth of cut, and the thickness variation were least when sliced with roller-bar and at above 5% of vertical opening of bar. However, the thickness uniformity for Karamatsu became poor, as increasing of heating temperature, heating for flitch was necessary to cut the knots or to decrease the cutting force. Though heating must be done at low temperature, it might be necessary to heat at the temperature of above 70°C for cutting of the knots of Karamatsu or Hinoki. The thickness variation showed larger when the depth of cut increased. But, in slicing of below 16 mm thick slice, the uniformity of thickness could be reduced to the fairly low level by application of larger compression with roller-bar.

(2) In general, no effects of heating temperature, depth of cut, bar opening and shape of bar on the decrease of cutting check were recognized. Though the ratio of check depth to slice thickness was not changed by increasing of depth of cut, depth of check was became deep as increasing of depth of cut as shown in Fig. 14.

(3) Surface roughness decreased by slicing with larger compression of bar. A little higher effect on improvement of surface roughness appeared in slicing with roller-bar than with nose-bar. The difference of surface roughness on knife side and bar side of slices was not recognized. In slicing of 13 mm or 16 mm thick slices, surface roughness decreased to about 0.4 mm at 15% of vertical compression with roller-bar.

(4) It was considered that the degree of lack of slice edge related to the thickness variation. The range of lack showed wider and the percentage of defect-free slices became decrease as increasing of thickness variation. The lack of slice edge could be decreased in slicing with larger compression (above 10%) of roller-bar.

(5) The curl of slices were tended to decrease as increasing of depth of cut. Furthermore, it was slightly decreased at low heating temperature for Karamatsu, and at larger vertical compression for Hinoki and Red-meranti.

(6) The twist of slices were showed a little higher values at slicing of 90°C heating. For Karamatsu and Red-meranti, the twist tended to decrease as increasing of depth of cut.