

ロータリーレースによる単板切削に関する研究 (I)

ブナ単板の品質に及ぼす切削条件の影響

中 村 源 一⁽¹⁾

1. 緒 言

合板製造諸設備の主力機械の一つであるロータリーレースは最近性能・能率・精度の点で格段の改良進歩がなされつつあるが、単板を切削する技術的重点として、ナイフとノーズバーの位置関係の調整が、その要諦である。これらの関係については、いまだ組織的研究に乏しく、特にわが国産材利用上適正切削条件の確立が要望されておる現状にあつては、単板の品質と関連し、ナイフとノーズバーの調整を中心とする切削条件の検討が要請せられている。

本文はブナ材を対象とし、これらの関係を明らかにする目的で行われた実験であつて、特にナイフとノーズバーの水平距離が単板の品質指標として考えられる厚さむら、裏割れ、面粗さおよび横引張強さに及ぼす影響を検討したものである。

本実験について御配慮を賜つた小倉木材部長、平井木材加工科長ならびに実験に協力された加工研究室斎藤真寿夫技官に謝意を表する。

2. 実 験 方 法

2.1 供試原木

秋田営林局矢島営林署(秋田県由利郡矢島町)管内産ブナ丸太を供試し、チェーンソーにより幅 10~15 cm に横切りし、円盤状試験材を作製した。

試験材は蒸煮槽中に投入し温度 50~80°C、蒸煮時間 10~24 時間の条件範囲で蒸煮した。試験材は予備実験の結果ロータリーレースの主軸チャックにとりつけるとき、チャックの爪で割裂する恐れがあつた

第1表 供 試 丸 太 の 性 状
Table 1. Related properties of veneer logs tested.

供試材 Sample	平均直径 Average diameter	擬心材の 平均直径 Average diameter of false heartwood	平均年輪巾 Average width of annual rings	含水率 Moisture content	比 重* Specific gravity
	mm	mm	mm	%	
A	554	275	1.4	93	0.59
B	530	280	1.7	98	0.58
C	620	257	1.5	96	0.62

* 辺材 Sap wood

(1) 木材部木材加工科加工研究室長

ので、あらかじめセンターポールおよび爪の喰い込む材部位を穿孔した。供試材の性状はつぎのようである (Table 1)。

2.2 切削試験

切削試験を実施したロータリーレースは當場木材部林産第2号館設備の7' RS型ロータリーレース(ウロコ製作所 1955年製)で主要性能は次のとおりである。

型 式	ベツト型
主 軸 廻 転 数	26 r. p. m.
切 削 速 度	41 <i>m/min</i> (直径 50 <i>cm</i>)
主 軸 直 径	5 $\frac{1}{2}$ <i>in</i>
主 力 電 動 機	30 H. P. 廻転数 980 r. p. m.
ナイフ台下部滑台	20' 前下り
切削しうる単板厚	0.2~6.0 <i>mm</i>

円盤状供試材を片側主軸チャックに取りつけ、他の主軸側には剥き芯を取りつけ、剥き芯を供試材に押しつけて原木締付用レーバー操作で固定した。ナイフは東洋刃物 K. K. 製普通炭素鋼のものをを用い、その刃角を 18°, 21°, 24° の3種類にグラインダーで研磨し、さらに手仕上研磨でいわゆる直刃仕上げにした。切削条件としては切削角を 19°, 21°, 24° とし、逃げ角はいずれの場合も 0° とし単板厚さは各切削角ごとに 1, 2, 3, 4 および 6 *mm* の5種類の切削試験を実施した。供試材の木口面には樹心と廻転中心を結ぶ直径とそれに直角方向の直径をマークして単板の諸試験片を採取するのに便利ようにした。

ナイフとノズバーの位置関係の調整はレースの機構からおおむね次のようにした。すなわち、カセットメーターによつて左右両主軸の廻転中心にナイフの刃先線を合わせ、ノズバーの稜線をバーの水平動、傾斜動の調整装置によつて刃先線上に一致させた。その後各単板厚に対する種々なる割合にバーの傾斜動調節レバーによりバーを後退させた。この場合刃先とバーの間に厚さゲージを挿入し、あるいは機械付属の調整目盛を補助的に用いたが、再現性と精度が充分でないと認められるので、ノズバーとナイフの先端の巨離を精密に測定するため、倍率3~7倍程度の低倍率顕微鏡に接眼マイクロメーターを装備して使用した。ノズバーとナイフの先端の垂直巨離は各切削条件ごとに直接測定することは実験操作上困難を伴うので、今回はあらかじめカセットメーターで測定し、機械の機構上の計算値と比較した。

3. バー調整の技術的検討

ノズバーとナイフの垂直巨離はバーの調整機構上切削角、単板厚およびナイフとバーの水平巨離により変化するから、厳密に垂直巨離を調整することには技術上はなほだ難点がある。現在広く使用されておるレースのほとんど大部分はバーの調整機構として水平線に対し 10~15° の傾きをもついわゆる傾斜動と、ほぼ水平方向に移動することのできる水平動の両者がその主要なものである。本実験においては前述したように実験の便宜上ナイフ刃尖とバー先端を一致させたのち傾斜動でバーを後方にひき、その場合の水平巨離を単板厚に応じ変化させたものであるから、切削角、単板厚さおよび水平巨離により垂直巨離は異なるはずである。したがって前者の条件を一定にして、垂直巨離が切削された単板の品質におよぼす影響についての系統的实验はここではなされていない。しかしながら、垂直巨離はつねに水平巨離と密接な関係があるので水平巨離との関係において技術上の実用的考察を述べる。

従来経験的にナイフとバーの水平巨離は単板厚の 3/4 程度にすることが望ましいといわれ³⁾、また従来広く使用されておるレースの大部分のバーの調節機構は前述したようにナイフの取付面と 80~85° の角度で前進後退しうから、バーの運動方向は切削角によつても若干異なるが水平面に対してはおおむね 10~15° の角度をもつこととなる。したがつて第 1 図に示すようにナイフとバーの巨離を経験上いわれておる単板厚の 3/4~4/5 程度に調整するとすれば、水平巨離 H および垂直巨離 V は次式で示される。

$$H = at \cos \beta$$

$$V = at \sin \beta$$

a: 厚さに対し 3/4~4/5 の範囲が適当といわれておる。

β : バーの水平面となす角度 10°~15°

それゆえ上述の数値で計算すれば、H は 0.68~0.74 t, V は 0.13 t~0.21 t の範囲となり、図示すれば第 2 図のようである。

また FLEISCHER の研究において、ナイフとバーの垂直巨離は第 2 図に示されるようであつた¹⁾。ただし単板厚 3 mm 程度までの範囲であるため、それ以上は、そのまま直線を延長した。

また小出教授⁶⁾によればナイフの刃角にかかわらず、その刃先

角は約 30° が安定した角度であるから、この角度の 2 等分線の方向が鉛直線と一致するとすれば、ナイフ刃裏線に直角の方向にバーを後退させて調整することが望ましい条件であると述べておるから、バーの運動方向は水平面とは 15° の傾斜をなすこととなり、この場合は第 2 図に示す $\beta = 15^\circ$ の場合と同様である。

つぎにナイフ刃先の運動の軌跡より検討すると、ナイフ刃先がスピンドル回転中心を通る水平線上を運動するとすれば、スパイラルカーブと水平線との交点の切線と直角方向にノーズバーが位置することが有効であると考えられる。この場合は水平線とバーのなす角度 β は次式で表わしう^{*1}。

*1 ナイフ刃先が主軸回転中心を通る直線上をうごくとき、刃先の軌跡は直角坐標 x, y で、回転角 ϕ をパラメーターとして表わせば、

$$\begin{cases} x = (R_0 - a\phi) \cos \phi \\ y = (R_0 - a\phi) \sin \phi \end{cases}$$

これより

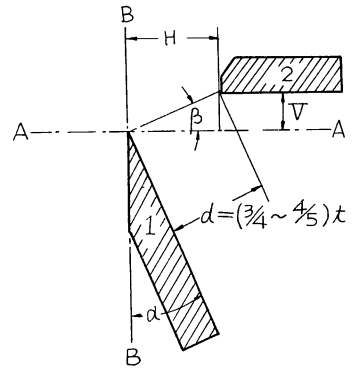
$$\frac{dy}{dx} = \frac{(R_0 - a\phi) \cos \phi - a \sin \phi}{-(R_0 - a\phi) \sin \phi - a \cos \phi}$$

$$x \text{ 軸上の } \frac{dy}{dx} \text{ を求めるため } \phi = 2\pi n \text{ を代入すれば } \frac{dy}{dx} = -\frac{R_0 - 2\pi na}{a}$$

しかるにこれと直角をなす直線の傾斜 β を求めるのであるから、

$$\tan \beta = -\left(\frac{1}{dy/dx}\right) = \frac{a}{R_0 - 2\pi na} = \frac{t}{2\pi(R_0 - nt)}$$

$$\therefore 2\pi a = t$$



第 1 図

ナイフとノーズバーの位置調整の関係

Fig. 1 Set-up relation of knife edge and nose-bar

(1) knife (2) nose-bar

(H) horizontal opening

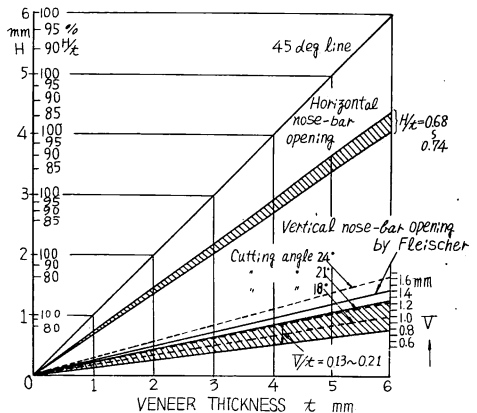
(V) vertical opening

(A-A) center line of main spindle

(B-B) vertical line

(t) veneer thickness

(d) distance between knife-edge and nose-bar



第 2 図 単板厚さと刃口の関係

Fig. 2 Relation between veneer thickness and nose-bar opening.

$$\beta = \tan^{-1} t / 2\pi(R_0 - nt)$$

R_0 : 切削開始時の原木半径 n : 廻転数 t : 単板厚さ

いま原木半径を 60 cm 単板厚を 1, 6 mm とし、剥芯半径 6 cm まで切削するとして計算すれば $\beta = 2' \sim 55'$ 程度であるから、バーの位置はほとんどスピンドル中心およびナイフ刃先と同じ高さでもよいということになる。生産工場のあるところではこの方法で切削している例もある。しかしながら、この考え方は無限小の刃角をもつナイフがスパイラル曲線の切線方向に単板を切削するという仮定であるから、有限の角度をもつナイフで切削する現実作業では刃先が切削するときの単板の曲率を考慮し、これに対する平均の切線に直角方向にバーを効かせるという現実的考え方がより妥当とすれば、恐らくバーは水平線と約 $10 \sim 15^\circ$ の角度をなして位置させた方が有効であろうと推定される。

本実験に使用したレースはナイフ刃裏とバーの傾斜動ガイドのなす角度は 81° に設計されてあるから、バーの傾斜動角度 β は切削角 18° のとき 9° 、切削角 24° のとき 15° であつて、前述のような考え方よりすれば、妥当の範囲となり実用上も差し支えないと考えられる。この場合の垂直巨離はしたがつて水平巨離の $16 \sim 27\%$ 程度となる。

なお垂直巨離の単板品質におよぼす影響と同時にバー先端の木材を圧縮する面積、すなわち形状等については今後の研究課題であろう。

上述のように本実験においては、ナイフ刃先とノーズバー先端間の水平巨離を種々の範囲に変化させたが、これにともなつて垂直巨離も変るが、この変化範囲は実用上は差し支えないものとみなして論議をすめることとする。

4. 実験結果と考察

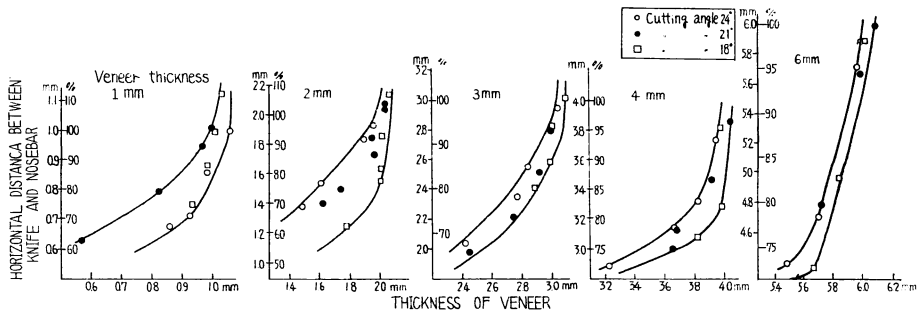
4.1 単板の厚さについて

単板切削技術においては、単板の乾燥・表面・端面接着・仕上加工等の合板製造諸工程の技術的良否に直接影響を与える要素として、単板厚さはその偏差の少ないことが最も要求される。厚さむらの生ずる原因はレースの送り軸・主軸の軸承・月形部の嵌合または歯車伝導装置等の加工精度の不足、長年使用による磨耗あるいは切削時のナイフの振動等に原因する静的・動的の機械的要因と原木自体の被削性に存する。この実験においては、前者についての精度はほぼ満足されるものとして、特に原木の被削性と関連して各切削条件に対する単板厚さを主軸 1 廻転について 4 ～ 8 点ずつ最初より約 3 廻転分は除き、4 ～ 10 廻転で得られたものについて測定した。その結果は付表第 1 ～ 3 表に示すようであつた。

実験結果によれば、各切削条件に対する平均単板厚さは、各厚さの単板ともに水平巨離の小さいほど、すなわちノーズバーによる単板の絞りが効くほど、うすくなる傾向が明らかにみられる。

この傾向は単板厚さが小さい $1 \sim 2$ mm の場合特に顕著である。厚単板の場合は絞りを 70% 以下にすると材自体の破損をとまうことが多く実験上無理があると認められたのでデーターをうるにはいたらなかつた。

ノーズバーを強度に効かせる場合には材中の含有水分が圧搾流出するのが観察されることから、原木はかなりの繊維に垂直の横圧縮を受け、その結果ある程度の塑性変形をなすことが予想される。この場合材の歪は材表層に近いほど大きく中心部に向つて減ずるから、歪が大きく現われる材表層部を多く含む $1 \sim 2$ mm 厚さの場合最も絞りの影響をうけることが考察される。このことは後述する単板の面粗さの観



第3図 ナイフとノーズバーの水平距離と単板厚さの関係

Fig. 3 Relation between horizontal nose-bar opening and thicknesses of veneer.

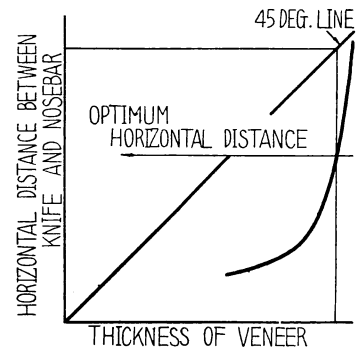
察および測定において過度の絞りの場合髄線の突出等によつて肉眼的にも面の状態の変化により裏づけすることができる。ナイフとノーズバーの水平距離と単板厚さの関係を明らかにするため、歩出装置によつてきまる予定厚さ（以下予定厚さと称する）ごとに、これらの関係を図示すると第3図に示すようである。

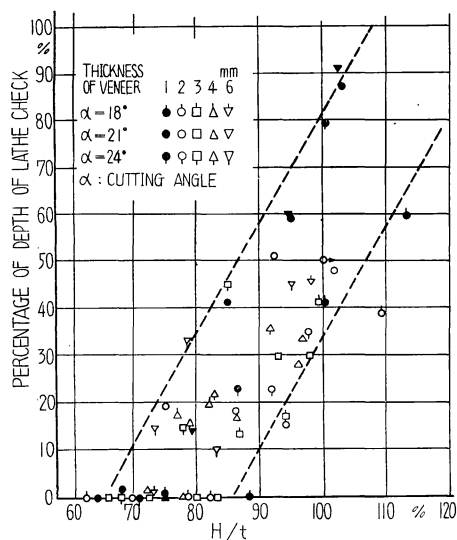
実験結果は測定値にかなりの偏差がみられるが、単板厚さの大小にかかわらず、おおむね第4図の模式図に示す傾向を認めることができる。すなわち、予定厚さの単板をうるためにはナイフとノーズバーの水平距離の適値が存在するわけで、それ以上に水平距離を大きくして切削すれば、得られた単板の厚さは予定厚さ以上となり、小さくすれば、ある限度までは予定の厚さには近いものが得られるけれども、その限度を越えて水平距離を狭めれば、急激に厚さの小さい単板が得られる傾向がうかがわれる。本

実験の切削条件の範囲内では、予定厚さには近い厚さが得られるナイフとノーズバーの水平距離の範囲は85~95%程度であつた。75%以下に調整するときは得られた単板の厚さは予定厚さに比べかなりうすくなり実用には適さないと考えられる。なお95%以上に調整するときは、得られた単板の厚さは、その平均値が予定厚さよりも若干大となる傾向が認められ、このことはバーが有効にはたらないためにナイフが原木にくいこむことが主因であろうと推察される。

同じ条件で切削された単板の厚さむらを、厚さの測定値の標準偏差で表わすとすれば、前述の予定厚さには近い厚さの得られるナイフとノーズバーの水平距離の範囲内の場合、厚さの標準偏差も比較的小さく、したがって厚さむらも少ないことが認められた。この範囲外では水平距離が予定厚さに比べ狭い場合の方が厚さむらのでやすい傾向が認められた。

同程度のナイフとバーの水平距離において切削角の影響を検討すると切削角が18°の場合に比較し21°、24°の場合は単板の厚さの減少が大きい。その理由はおそらく切削角の変化に応じナイフ台 (knife carriage) 全体の角度変化をきたす機構であるために、切削角を大きくするときはノーズバーを回転するため、原木に対する摩擦面を増大する結果、バーの原木に対する圧搾効果が大となることに基因すると考えられる。したがって切削角を大にする場合は、ノーズバーの原木に対する面の傾斜角をある程度小さく

第4図 ナイフとノーズバーの水平距離と単板厚さの模式的関係曲線
Fig. 4 Diagrammatic curve of thickness of veneer in relation to the horizontal nose-bar opening.



第 5 図

ナイフとノーズバーの水平距離と裏割れの関係

Fig. 5 Relation between horizontal nose-bar opening and lathe checks.

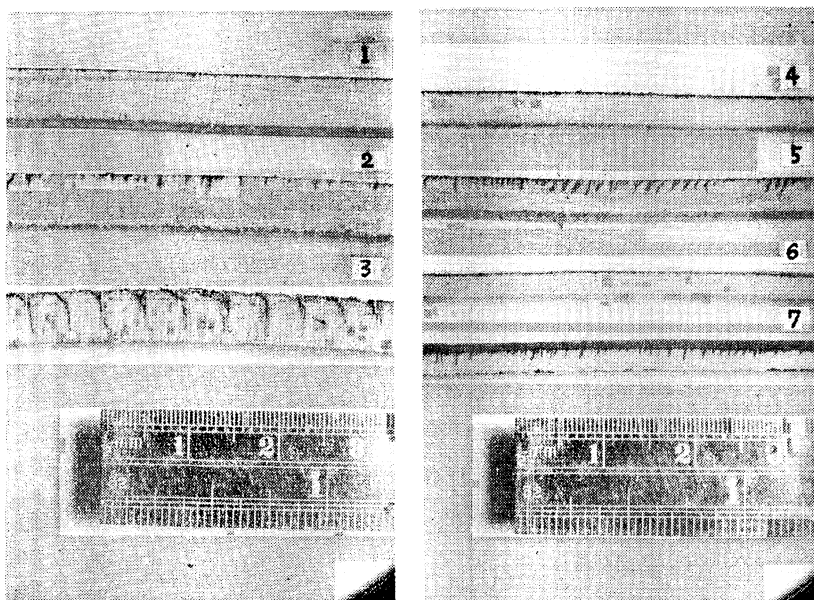
H: Horizontal nose-bar opening
t: Thickness of veneer

研磨する必要があると認められた。

4.2 単板の裏割れ(目割れ・lathe check)について

裏割れのある単板は一般に厚さむらがあり目ぼれを生じ面粗さが粗であり、強さも劣りいわゆる腰が弱いために、接着・乾燥作業・運搬その他の取扱い上不都合であるため優良単板とは称し難い。単板品質の指標として裏割れは最も直観的表示であるため生産工場における単板良否の標準として採用され、また単板厚さに対する裏割れの深さの % で、loose, medium, tight の3階級に分類しておる例もある。裏割れの発生機構¹⁰⁾についてはすでに論及されており、またノーズバーの作用効果として裏割れ防止の役割が最も大きいことは現場技術の経験上よりもよく知られた事実である。

ここでは裏割れの発生に対し、どのようにバーの絞り条件が影響するかを検討するため各切削条件ごとに単板の裏割れを測定し、その深さの単板厚さに対する



第 6 図 各種厚さのブナ単板の裏割れ

Fig. 6 Lathe checks of Beech veneer in various thicknesses.

1. H/t, 75% range; t, 6 mm
2. H/t, 85% range; t, 6 mm
3. H/t, 100% range; t, 6 mm
4. H/t, 75% range; t, 4 mm
5. H/t, 95% range; t, 4 mm
6. H/t, 75% range; t, 3 mm
7. H/t, 95% range; t, 3 mm

H: Horizontal nose-bar opening t: Thickness of veneer

% で表現することとした。同時に単板の断面の長さ (約 100 mm) を裏割れの発生数で除した裏割れの間隔も測定したが、これらの測定結果は付表 1～3 に総括されるとおりである。

裏割れの単板厚さに対する深さの % とナイフとノーズバーの水平巨離の関係を図示すると第 5 図のようである。

この実験結果によると、ナイフとノーズバーの水平巨離が単板厚さの 95% 以上では、どの厚さの単板も裏割れの発生が全面的にはほぼ同じピッチで発生することが認められた。水平巨離が 85～90% 前後では全面的に裏割れが発生する場合も認められたが、普通群状に発生し、裏割れのみられない部分が面積として 50～80% にもおよぶ場合がみられた。さらに水平巨離を単板厚さの 80% 以下にするときは、ほとんど裏割れの発生がみられないが、70% 前後よりさらに狭めると 10 cm 以上におよぶ長い間隔で割れたり、あるいは局部的に春秋材の剝離を生じたりする場合がみうけられた。全面的に裏割れが発生するときの裏割れの間隔はおおむね単板厚さの 60～90% の範囲であり、ナイフとノーズバーの水平巨離を狭めるにしたがい、裏割れの間隔は小さくなる傾向を示した。また裏割れの形状の代表的サンプルは第 6 図に示すようであつて、切削条件を異にするが林大九郎氏²⁾ によるブナ単板の裏割れの研究の場合とほとんど同じような様相であり、またノーズバーとナイフの水平巨離を大きくすれば、最初は斜行的に現われるものが漸次厚さの方向に流れるような形状となることも観察された。このことはすでに名大小出教授³⁾ により指摘された事実であつて、本実験においても明らかに観察された。

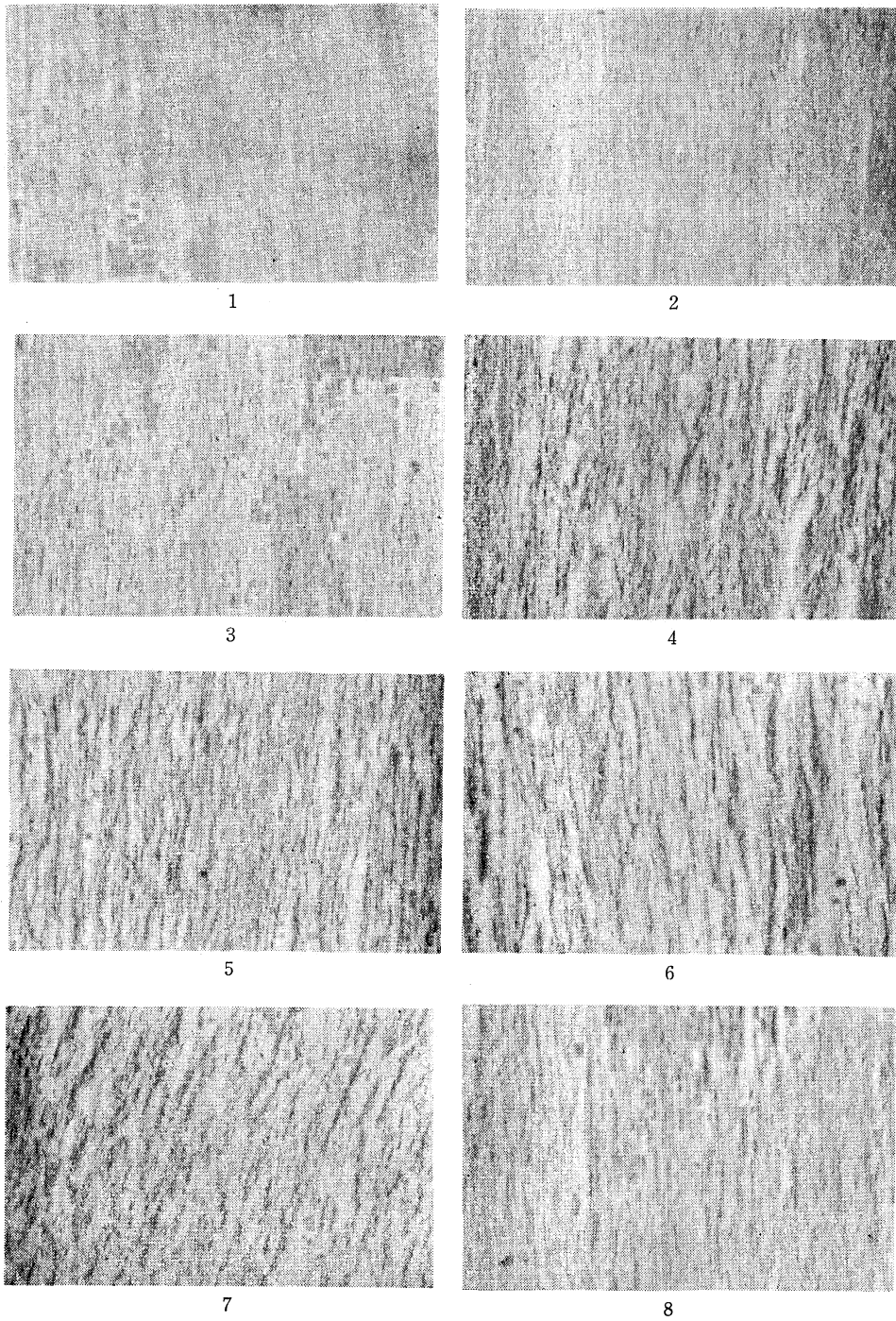
ノーズバーとナイフの水平巨離が同じ程度の場合、切削角が単板の裏割れにおよぼす影響をみるに、第 5 図に示すとおり、18～24° の切削角範囲では顕著ではないが、切削角 18° の場合が最も裏割れが少ない傾向のあることがみられる。このことは切削角が小さいほど単板が切削された直後の流出が円滑となり、単板に無理がかからぬことも一因と考えられるが裏割れ発生の方力学の考察として今後に残された問題であろう。

4.3 面粗さについて

単板の面粗さは材固有の組織構造に基く本質的粗さに制約されるが、切削条件にも少なからず影響されることは経験的に知られたとおりである。単板の面粗さの程度は合板製造工程中特に接着性能と仕上加工に関係をもつもので、これら両者より要求される粗さの具体的表示を技術的目標とすれば足りると考えられるが適確な資料に乏しく、なお、粗さの測定法自体およびその数値的表示にいまなお残された問題が存するようである。筆者はさきに Lauan 単板について光切断法による粗さ測定を行い¹¹⁾、その可能性を検討したが、Lauan 材や同じ方法で良結果を得られたと報告されておる Douglas fir⁹⁾ に比較し、材質緻密なブナ材には測定精度の点でただちに採用するには多少の無理がみられた。したがつてここでは切削条件の面粗さに対する影響を検討する手段として触針法による仕上面検査機により断面曲線を測定して検討してみることにした。

4.3.1 単板の面粗さ測定についての予備実験

7' ロータリーレースにより長さ 6 尺 5 寸のブナ原木を切削し、得られた単板 (厚さ 1 mm) から肉眼的に面粗さを仕訳区分し、これらの試片を触針式仕上面検査機により繊維方向と直角方向に面粗さの断面曲線を測定した。この場合測定圧は約 3 g 触針の先端径は約 20 μ であつた。肉眼的粗さ仕訳の拠点は逆目切削、髄線の隆起およびいわゆる目ぼれの出現によるものであつて、これらの程度の相互比較による肉眼的判定により面粗さの大小の順に “smooth”, “medium”, “rough” と区分したものである。ロータリ

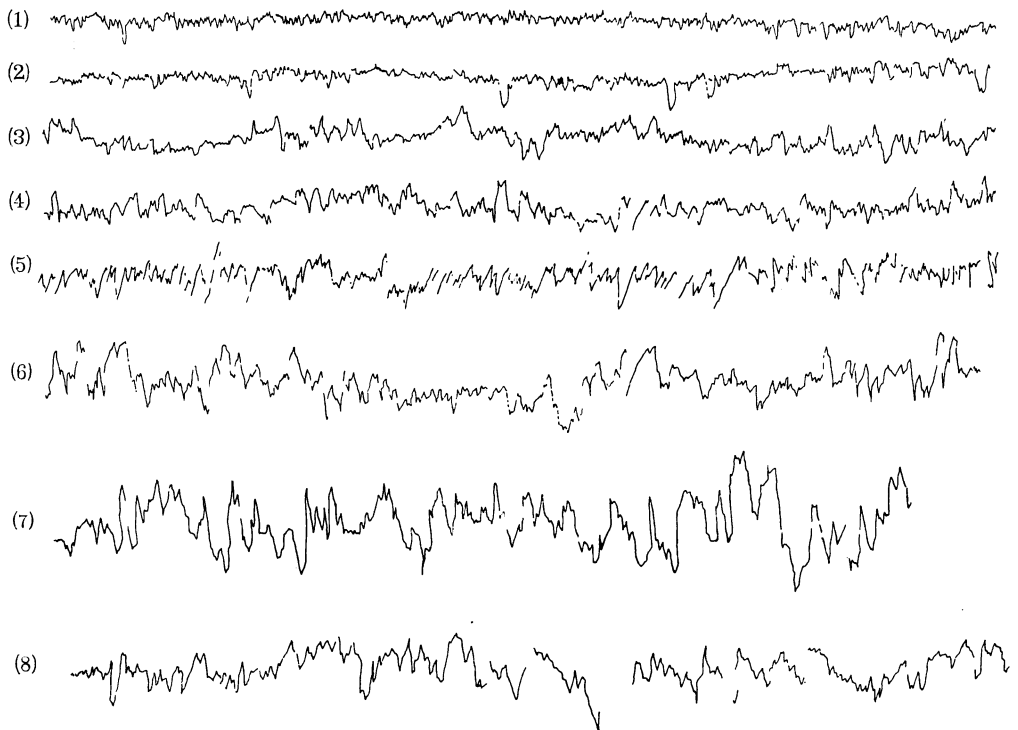


第 7 図 プナ単板の面粗さの分類 (×6)

Fig. 7 Assortment of surface roughness of Beech veneer (×6)
1—2, "smooth"; 3—5, "medium"; 6—8, "rough"

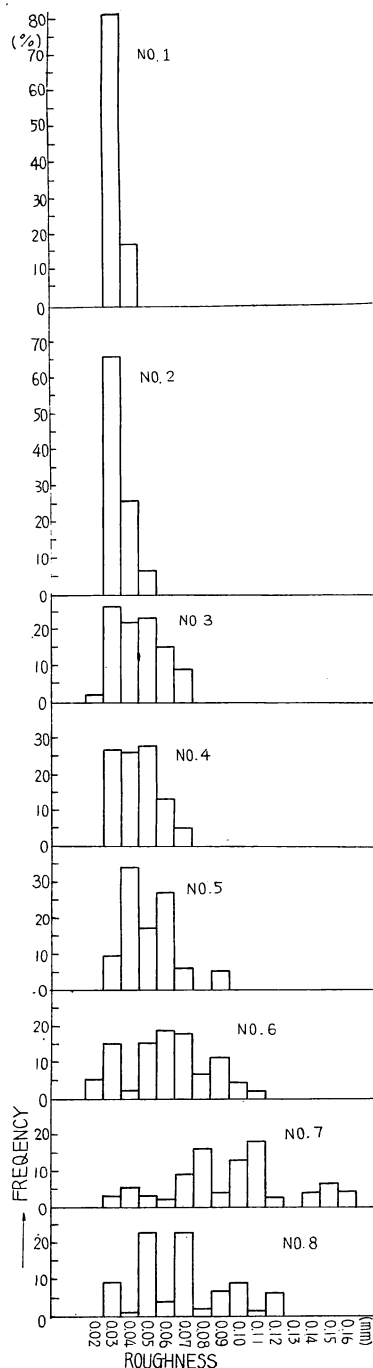
一切削における逆目切削とは髓心がレースの主軸廻転中心と一致しないため年輪に対し木裏よりすなわち遠心的に切削する場合に主として生じ、あるいは振れ木理のため発生するものである。髓線はブナの場合絞り過度の切削では隆起する傾向を示し、実際作業においてはノーズバーが部分的に効く場合、屑のつまつた場合等に局部的にこの現象がみられるものである。また、いわゆる目ぼれとは、繊維方向すなわちナイフの長さ方向に主として木繊維または髓線がむしられて生ずる凹みであつて、程度の大きい場合は木理に沿ひ線条の溝状の凹みとなり、しだいにそれが断続した溝状の凹みを呈するにいたる程度より、点状の凹みがみられる普通程度の品質のものに及ぶものである。その他特にナイフが磨耗し切味の低下をきたし、刃こぼれ跡が顕著にみうる場合には繊維のむしれを伴うこともみられた。これらの程度は斜投光により面の凹凸に陰影を生じさせた6倍の低倍率顕微鏡写真(第7図)により、その概略を知りうるであろう。

以上述べた肉眼的判定による試片の面粗さの断面曲線を測定すると第8図のようであつた。これらの断面曲線から直観的にも面粗さの精粗の程度が理解されるが、数的表示をするためにつぎのように取り扱つてみた。すなわち、材の組織に基く最大の粗さはブナの場合春材部導管であつて、その半径はおおむね 25μ 程度であるから、断面曲線を構成する凹凸の一つずつを測定して 25μ 以下のものは無視し、 25μ 以上の差のある山と谷の山に相当する個所に基準線に直角の線をひく。断面曲線の基準線は JIS B 0601 表面粗さ解説(1952)³⁾の方法に準拠してひいた。このように面粗さの断面曲線を 25μ 以上の凹凸で区分した区割内で最も高い山と最も低い谷の巨離(その区割内の最大粗さ)を測定し、また区割された長さも同時に



第8図 第7図に示した試料の面粗さの断面曲線
拡大率 縦倍率 $\times 200$ 横倍率 $\times 15$ (測定時)

Fig. 8 The profile curves of surface roughness with regards to Fig. 7.
 $\times 200$ in vertical direction $\times 15$ in horizontal direction



第 9 図 面粗さのヒストグラム
Fig. 9 Frequency histograms of surface roughness.

測定する。かくして得られた最大粗さは $30 \cdot 40 \cdot 50 \dots 100 \mu$ のように 10μ ごとに分けられた階級別に最大粗さと区割された長さを整理し、階級別に区割された長さの和(延べ長さ)を求め、さらに測定全長に対する % を算出する。すなわち、各階級に属する粗さが測定全長に対しどれくらいの割合で現われるかということが明らかになるわけである。第 9 図はこのようにしてえられた各単板の粗さのヒストグラムである。この結果より各階級の粗さについておのおのの粗さが占める全長に対する延べ長さの % を重みとして平均した値を求め、これを平均粗さとしてとよぶことにする。肉眼による面粗さの判定と平均粗さ等を表示すると Table 2 に示すようである。

第 2 表 肉眼判定により区分された単板の面粗さ
Table 2. Mean values of roughness for various veneers classified by naked eye.

供試単板 No. of sample	平均面粗さ Mean roughness	標準偏差 Standard deviation	変化係数 Coefficient of variation	肉眼判定による等級区分 Classification by the naked eye
	μ	μ	%	
1	31	4	13	“smooth”; Excellent smooth, without depressions and other defects of surface
2	33	4	12	
3	45	14	31	“medium”; Relatively smooth, dotted with depressions
4	44	12	28	
5	54	16	30	
6	60	20	33	“rough”; Roughness of the surface are pronounced with streaked depressions, defects by flaw of knife-edge, or raised grain
7	94	42	45	
8	66	24	36	

この予備実験結果によると肉眼的仕訳けによる区分と平均粗さには傾向に矛盾がなく、おおむね本法による数的表示法が妥当であろうと考えられる。測定数が少ないが、かりに本法の平均粗さが是認されるとすれば、ブナ単板の面粗さは上級

“smooth” は 0.04 mm 未満、普通級 “medium” は 0.04 mm 以上 0.06 mm 未満、下級 “rough” は 0.06 mm 以上として分類が可能であろう。また粗さの標準偏差は平均粗さが大になるにしたがい顕著

に大になるが、このことは他材料または加工法が異なる仕上面に比べ単板粗さの特色の一つであろう。

4.3.2 切削条件が面粗さにおよぼす影響について

切削条件が単板の面粗さにどのように影響するかを検討するため、前述の切削試験で得られた単板中、半径方向に同じ位置から試片を採取し山本式触針法仕上面検査機で切削方向の断面曲線を測定した。この場合測定圧は約 2 g、触針の先端径は約 20 μ であった。これらの断面曲線について予備実験結果より妥当と考えられた前記方法により各切削条件に対する単板の平均粗さを求めた。その結果は付表 1～3 に示すようであった。この結果を特に影響が大きいと考えられるナイフとノーズバーの水平距離との関係で図示すると、第 10 図に示すようであった。

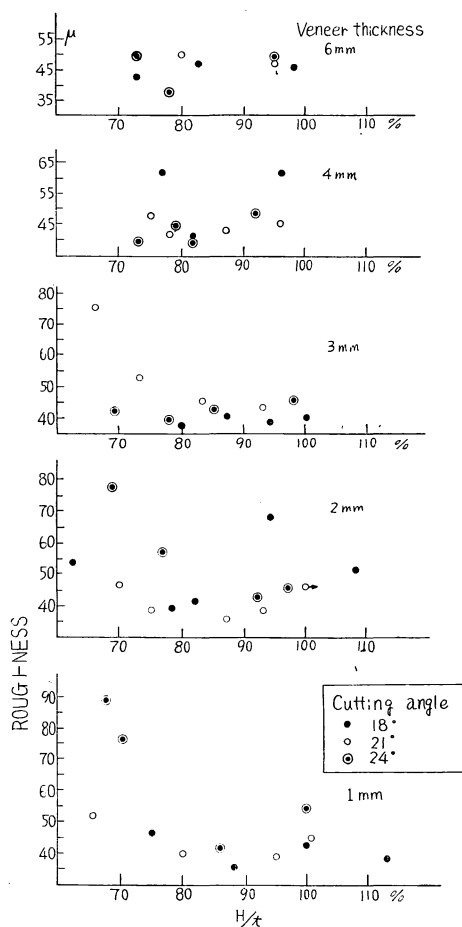
実験結果を概括的に考察するとナイフとノーズバーの水平距離が単板厚さの 80～90% 前後の場合、面粗さが小さく、平滑となる傾向がみられ、この範囲以外の条件では漸次面粗さは粗になることがうかがわれる。この傾向は 1～2 mm の薄い単板に著しい。すなわちノーズバーによる圧力のきいていない場合も、ノーズバーが効きすぎて過大になる場合もともに面粗さは劣化する傾向が明らかにみられた。

厚さ別に面粗さを比較すると、単板厚さが大きくなるにしたがい各切削条件の平均粗さの最小値は大きくなる傾向を示しており、厚単板は薄単板に比べ面粗さは劣る結果が認められた。前述したようにノーズバーが過大に効きすぎるときは単板厚さの小さい 1 mm 程度の場合鋸線の突出が顕著に現われ、したがって面粗さが劣化することも観察された。ノーズバーが効かない場合は単板厚さが小さいほど面粗さの劣化の程度は小さい。この実験では 4～6 mm の厚さでバーが全く効いていない切削の例はないが、おそらく面荒びの程度が著しく実用上使用に耐えない単板であろう。

18～24° の範囲の切削角においては切削角が面粗さにおよぼす傾向的影響を確かめることはできなかった。この範囲の切削角の変化よりは、刃先の鋭利度の方が、より大きく面粗さに影響を与えるだろうと考えられ、今後の実験にまきたい。

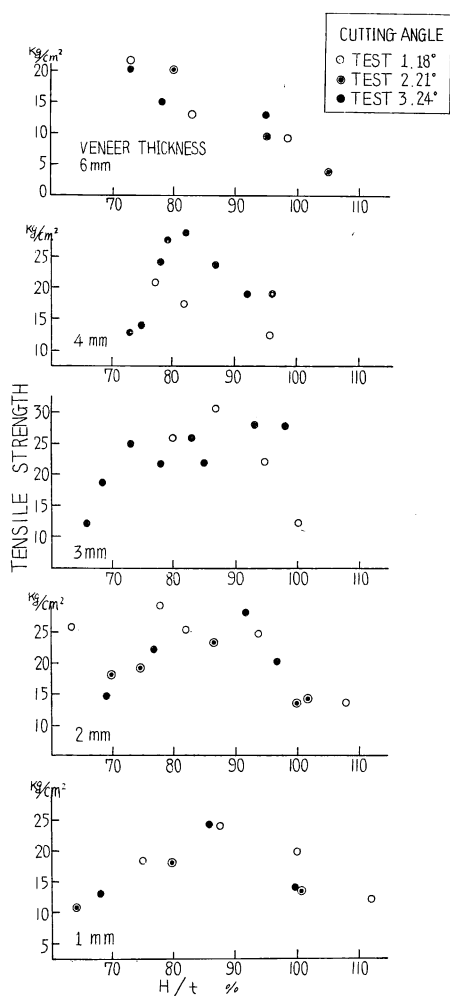
4.4 単板の横引張強さ（繊維に直角方向の引張強さ）

KIVIMAA 氏⁽¹⁵⁾ は単板の品質判定の一手段として単板の繊維方向に直角方向の引張強さを測定し、その大小が単板品質の指標になりうることを実験的に確かめた。単板の引張強さは単板の裏割れの有無・程度に関係することは常識的にも推察しうることであるが、単板の引張試験は裏割れも含め切欠効果による



第 10 図 ナイフとノーズバーの水平距離と単板の面粗さの関係

Fig. 10 Relation between horizontal nose-bar opening and surface roughness of veneer.



第 11 図 ナイフとノーズバーの水平距離と
単板の横引張強さとの関係

Fig. 11 Relation between horizontal
nose-bar opening and tensile strength
of veneer perpendicular to grain.

偏差の多いことや試片採材個所による材質的むらの影響が大きいことなどを考慮するならば、その信頼性は充分でないとも思考される。ここでは単板の品質判定の比較値として、切削条件が単板の横引張強さにどのように影響され、また信頼性が得られるかを検討するため、本実験を実施したものである。

試片の形状は幅 20 または 25 mm 長さ 20 cm 標点巨離 6 cm とし、オルゼン型 500 kg 強度試験機を使用し、最大荷重 50 kg、負荷速度 1.1 mm/min の条件で試験した。

各切削条件に対応する横引張強さは付表第 1～3 表に総括して示されるようである。なおノーズバーとナイフの水平巨離と横引張強さの関係を単板の厚さ別に図示すると第 11 図のようである。横引張強さは平均値に対する標準偏差の割合もかなり大きく、また第 11 図に示される水平巨離との関係にも、実験値のばらつきがあるけれども、おおむねつぎのことが認められた。

1. ナイフとノーズバーの水平巨離が単板厚に対し 80～85% 前後に調整して切削した単板の横引張強さが、この範囲外の条件で切削した単板に比べ、比較的すぐれておる傾向がみられた。特にこの傾向は 1～3 mm のうすい単板に著しく現われている。
2. 6 mm のような厚単板では、水平巨離を単板厚に比べ 70% 程度まで狭めれば狭めるほど横引張強さが大きくなる傾向がみられた。
3. 水平巨離が横引張強さにおよぼす影響は単板の厚さが厚くなるほど大きい傾向がみられた。

4. 水平巨離が 70% 以下程度になるようノーズバーを強度に効かせるときは、単板の横引張強さがかなり低下する。この理由については詳しく説明することが困難であるけれども、バーの強圧による材質的变化に基因すると考えられ今後の研究課題である。

5. 切削角が単板の横引張強さにおよぼす影響をみるに、18～24° の切削角の変化範囲では、その効果が明確に把握できないけれども、実験結果より、切削角 18° の場合横引張強さの比較的大きい値をもつ単板が切削される傾向がみられ、このことは 1～3 mm の単板厚さについて比較的明らかである。

6. ブナ単板の横引張強さの数値は切削条件により 5～30 kg/cm² の範囲に変化する。

7. 単板の厚さと横引張強さの関係をみると最高値 30 kg/cm² 程度に達する厚さは、2, 3, 4 mm の場合で、1 mm および 6 mm は 20～25 kg/cm² に止まる結果を示した。

摘 要

ロータリーレースによる単板切削について技術上最も問題になる ナイフと ノーズバーの 調整を取り上げ、実用範囲に切削角を変化させた場合、切削条件が単板の品質にどのように影響を与えるかについて、ブナの 1~6 mm 厚さの単板切削試験を実施して検討した。単板の品質指標としては、歩出装置できまる予定厚さに対する切削された単板厚さの偏差、裏割れおよび面粗さが従来より取り上げられたが、この評価は多く主観的判断にゆだねられ、したがって定量的計測の確立がなされていないため、この方面の研究は定性的判断にとどまっている現状である。今回は特に触針法による面粗さの測定を行い、またFinlandにおいて研究された単板の横引張強さによる品質判定の検討も同時に実施しつつ、切削条件と単板の品質の関係を究明した。

本文は切削条件の中で特に単板の品質に影響を与える要素としてナイフとノーズバーの水平巨離を重点的に取り上げ、以下単板の品質におよぼす影響を総合的に考察すればつぎのようである。

ブナ材の場合絞りすぎ (over-compression) のときは予定厚さよりもかなりうすく切削され、この傾向は 1~2 mm の厚さの単板が顕著であり、面粗さは髄線が突出することにより劣化する。また横引張強さも低下するが、裏割れをインクあるいは染料を浸透させて判断する方法では規則正しい間隔で現われる裏割れは見分けがたい状態であつた。バーがさほど効いていない場合は単板厚さのむらが大きく、かつその平均値は送り装置によりきまる予定厚さよりもやや厚く切削され、面粗さは目ぼれを伴い、厚単板では裏割れによる線状の目ぼれが著しくなつて、裏面は粗となる。この場合裏割れはインクまたは染料の浸透法で明瞭に区別される。横引張強さも小であつて、厚単板ほどその影響が著しい傾向を示した。それゆえブナの場合はおおむねナイフとノーズバーの水平巨離が 80~90% 程度に調整して切削した場合の単板の品質が最も良好であると認められた。

この結果はブナ辺材に関するかぎり、従来の標準的調整法としていわれてきたナイフとノーズバーの水平巨離を与えることは絞りすぎの状態と考えられる。ことに厚さの減少を考慮するならば厚さの厚い単板を切削するときほど、単板厚さに対するナイフとノーズバーの水平巨離の % は小さくしてセットすることが合理的と考えられる。すなわち得られた実験結果を前提とし、これを敷衍してナイフとノーズバーの巨離調整範囲の標準的一例を示すと右のようである。

なお、現在使用されておるロータリーレースの多くはノーズバーの固定機構が完全でないため、切削時の負荷によりバーの後退がみられるからバーをかなり絞つても、そのとおりに効かない場合が多くみられる。したがってノーズバーの固定機構の改良とナイフとノーズバーの間隔を 0.05 mm 程度に正確に計測できうる調節装置のとりつけが必要であると考えられる。

予定する単板厚さ	予定する単板厚さに対するナイフとノーズバーの水平巨離の %
mm	%
1	83~90
2	82~89
3	81~88
4	80~87
5	79~86
6	78~85

切削条件と個々の単板品質の関係について得られた主要な結果はつぎのようである。

1. ナイフとノーズバーの水平巨離が同程度であれば切削角が大きいほど単板の厚さの減少が大きい。

これは切削角変更機構上切削角を大きくするとノーズバーの原木に対する摩擦面も増すことに基因すると考えられる。

2. ナイフとノーズバーの水平距離が同程度であれば切削角が小さいほど裏割れの発生程度は少ない傾向がみられた。

3. 面粗さに対する切削角の影響は $18\sim 24^\circ$ の範囲ではほとんど認められなかつた。

4. 小さい切削角で切削された単板の横引張強さが大きい切削角の場合に比べ比較的大きい数値を示した。これは $1\sim 3\text{ mm}$ 厚さの単板について、その傾向がかなり明らかであつた。

5. プナ単板の横引張強さの最高値は $2, 3, 4\text{ mm}$ 厚さの場合おおむね 30 kg/cm^2 , 1 mm および 6 mm 厚さの場合はおおむね 25 kg/cm^2 程度であつた。

6. 横引張強さの大きい単板は、厚さの偏差、裏割れおよび面粗さについても良好な結果が得られた。

文 献

- 1) FLEISCHER: Experiments in rotary veneer cutting, F. P. R. S. Reprint 66. (1949)
- 2) 林 大九郎: 単板製造に関する基礎的研究 (第 1~3 報), 木材工業 3, 8, p. 12~29; 3, 10, p. 4~10; 4, 1, (1948) p. 9~12
- 3) JIS: JIS B 0601 表面粗さ解説 (1952)
- 4) KIVIMAA, E.: Investigating rotary veneer cutting with aid of a tension test, F. P. J. Vol. 6, No. 7 (1956)
- 5) KIVIMAA, E. and KOVANEN, M.: Microsharpening of veneer lathe knives (English summary) Valtion Teknillinen Tutkimuslaitos, Tiedotus 126 (1953) p. 22~23
- 6) 小出重治: ローターレースによる木材切断に対する特殊の方法に関する研究予報 (その 1, 2) 木材工業 4, 7, p. 10~14; 4, 8, (1949) p. 26~32
- 7) 小出重治: プレッシャーバーの目的および其位置と単板裏折其他の関係, 59 回日林講 (1951) p. 258~260
- 8) KOLLMANN, F.: Technologie des Holzes, Zweiter Band (1955) p. 404~411
- 9) LUTZ, J. F.: Measuring roughness of rotary cut veneer, Timberman Vol. 53, No. 5 (1952)
- 10) 中島顕三・桜田誠一: 膠着および膠着剤に関する研究 (2~3 報), 工業化学雑誌 第 39 輯 8 冊 (1936) p. 555~559
- 11) 中村源一・青山経雄: 光切断法による単板の面粗さの測定について, 64 回日林講 (1955) p. 347~348

Studies on Rotary Lathe Cutting Report (I)
Effect of cutting conditions upon the quality of Japanese beech (BUNA) veneer

Gen-ichi NAKAMURA

(Résumé)

This paper describes the results of a rotary veneer cutting of Japanese beech wood to ascertain the effects of several important factors on the quality of veneer produced. The variables studied under the rotary-cutting process were veneer thickness, cutting angle, and horizontal and vertical opening of the nose-bar. The qualities of veneer produced under several conditions of cutting angle and nose-bar pressure are indicated by the maintenance of uniformly true thickness, lathe checks or tightness, smoothness of the surface, and tensile strength perpendicular to the grain. The experiments in this report were performed to make veneer cutting on short, cylindrical sections, crosscutting from a well-selected material of medium quality, instead of on full-size veneer bolts.

By using such short disks, it is possible to investigate with the uniform materials under closely controlled test conditions.

The test specimens were heated in water at 50—80°C for 10—24 hours, and then these disks were fastened to only one spindle chuck by a cutting core that was pressed on another spindle chuck of the lathe. The lathe knives used had a hardened carbon-steel cutting edge and were carefully ground and hone-finished by hand. When first positioned in the carriage, the knife was adjusted so that its edge was horizontally in line with the spindle center and its face was truly vertical. The angles referred to in Fig. 1, as the "cutting angle" were 18°, 21° and 24° respectively, and each clearance angle was zero degree. The test specimens obtained from 3 Beech bolts were cut into 1, 2, 3, 4 and 6 mm veneer in thickness for each cutting condition. When the nose-bar was first mounted in the lathe, its tip was set coinciding with the knife edge, then slid back along the oblique guide of the nose-bar.

To permit the precise determination of the horizontal opening on the lathe, a microscope with low magnification was attached to the pressure bar that registered the horizontal distance between the lower tip of the nose-bar and the edge of the knife by means of the micrometer scale in its eye-piece. The horizontal nose-bar opening, or the nose-bar pressure as a variable to be investigated is expressed by the symbol P, so that

$$P = \frac{H}{t} \%$$

where H is the horizontal opening, and t is the nominal or the scheduled thickness of veneer determined by the feeding apparatus of the lathe.

The lathe was operated at a speed of 26 revolutions per minute and the test specimens were taken within the limits of average diameter from 60 cm to 30 cm.

Veneer thickness

On the technical standpoint of veneer cutting, the veneer should be prepared so

as to hold a uniformly true thickness. The causes of the variation of veneer thickness in cutting lie in the lower accuracy of the lathe parts, such as bearings of feed screw and main spindle, gear transmission, and cutting properties of wood, but if the veneer is cut with a sufficiently accurate lathe, the variation depends chiefly on the last named—the cutting properties.

The test pieces to evaluate the quality factors were taken in the same radial direction of test specimens from about 4 to 10 revolutions of veneer for each cutting condition.

The results of the test are shown in Fig. 3, where the measured thickness of veneer cut is indicated as a function of the horizontal nose-bar opening. The veneer thickness decreases gradually and then rapidly with the decreasing horizontal nose-bar opening. This curve indicates that the veneer receives considerable pressure from the nose-bar, because the distance between the knife and the nose-bar is less than the nominal thickness of the veneer. In consequence, the veneer is damaged in its fine structure by excessive pressure, and permanent deformations of the wood beyond the elastic limit might have taken place.

In this case it is assumed that deformations of the wood are maximum in the most outer zone and decrease rapidly with inner position of bolts cut. When no pressure is applied during cutting, the veneer has a larger variation of thickness, and also generally contains severe lathe checks. Lastly, the adequate range of nose-bar opening is 80—90%, when 1—6 mm thick veneer is cut from Japanese beech (BUNA) wood.

The veneer cut with the cutting angle 24° is thinner than that with smaller cutting angles. It is assumed that the compression of wood becomes greater owing to more extensive bearing area by the nose-bar, which is changed by the adjustment mechanism of the lathe when the cutting angle is reduced.

Lathe checks (Knife checks)

The degree of freedom from lathe checking is the quality factor that is easily applied to estimate the cutting performance. The lathe check is expressed by the ratio of its depth for veneer thickness, and the pitch. Fig. 5 is a graphic summary of the relations between the nose-bar opening and the lathe check obtained in various cutting conditions.

When the opening between the knife and the nose-bar is progressively reduced, the lathe check is less pronounced.

With an opening of 80% of the thickness, the lathe check is almost completely eliminated, but the thickness of veneer is reduced slightly, with an opening of 70% of the thickness, and the surface of this veneer is rough, because of the projection of wood ray.

As to the effect of cutting angle for the lathe checks, in the case of a similar nose-bar opening, the cutting angle of 18° is conducted with available result as the lathe checks are relatively less pronounced.

Because of the lathe checks that occur in veneer by the wedging action of the knife, it is reasonable to assume that the cutting angle 18° might have relatively less tendency to bend the veneer as compared with that when the cutting angle are 21° and 24° .

Roughness of veneer surface

At present, there is no clear standard for the measurement of the roughness of veneer. For this purpose an optical slit method has been used in some investigations which have been described in a published report for Douglas fir and Lauan.

For the veneer roughness in this study, surface roughness was studied by means of needle tracer. A preliminary test was carried out so that the roughness of veneer is evaluated subjectively "smooth", "medium" or "rough". (Fig. 7, 8)

The profile curves obtained were analysed mathematically in the following manner. The profile curve is divided in vertical sections so that the height between peak and valley is more than 25μ (vessel radius of beech) and then the maximum height and the range in each divided section are measured. Consequently the mean value of roughness is calculated by the height frequency histograms as to range.

The roughnesses of veneers which are classified as "smooth", "medium" and "rough" respectively when classified by the observation of the naked eye, are $<40\mu$, $41-59\mu$ and $>60\mu$ respectively by the above mentioned measuring method. Fig. 10 shows the relation of nose-bar opening to surface roughness. Thus for 1-6 mm beech veneers cut at $18-24^\circ$ cutting angle, the nose-bar opening should be 85-90% to produced satisfactory smooth veneer.

Tensile strength of veneer perpendicular to grain

The result of tension tests is shown in graphic form in Fig. 11, were the tensile strength perpendicular to the grain is indicated as a function of nose-bar opening. It is as follows:

1. The relatively higher tensile strength tends to appear in the veneer cut at 80-90% nose-bar opening, and this tendency is remarkable in thinner veneers such as 1-3 mm.
2. In the case of 6 mm thick veneer, tensile strength increases with inverse proportion to nose-bar opening within >70% range.
3. The effect of nose-bar opening on the tensile strength tends to work intensely as veneer thickness increases.
4. The tensile strength at less than 70% nose-bar opening decreases when compared with the adequate nose-bar opening.
5. The values of the tensile strength perpendicular to the grain of the Japanese beech is 30 kg/cm^2 in the maximum, but 5 kg/cm^2 in inadequate cutting conditions.

付 表 1. 測定結果
 Appendix table 1. Results on specimens

供試材 Sample	切削時直径 Diameter	送りにより きまる厚さ Thickness scheduled by feed	H/t	厚さの実測値 Measured value of thickness				裏 割 れ Lathe check			
				最大値 max.	最小値 min.	平均値 mean	標準偏差 standard deviation	深 さ depth			d/t'
								最大値 max.	最小値 min.	平均値 mean	
	mm	mm	%	mm	mm	t' mm	mm	mm	mm	d mm	%
C1	446	1.0	112.5	1.06	1.00	1.03	0.01	0.69	0.43	0.62	60
C1	420	1.0	100.0	1.02	1.01	1.02	0.01	0.69	0.16	0.42	41
C1	380	1.0	88.1	1.02	0.95	1.00	0.03			0.0	
C1	320	1.0	75.0	0.98	0.86	0.94	0.03			0.0	
B3	510	2.0	107.5	2.13	2.02	2.06	0.03	1.60	0.21	0.81	40
B3	483	2.0	93.7	2.07	1.99	2.05	0.02	0.73	0.22	0.34	17
B3	362	2.0	81.8	2.03	1.99	2.01	0.01			0.0	
B3	320	2.0	78.2	2.04	1.96	2.01	0.03			0.0	
B3	280	2.0	62.5	1.95	1.66	1.79	0.08			0.0	
B2	520	3.0	100.0	3.14	2.99	3.09	0.06	1.67	0.51	1.31	42
B2	440	3.0	93.7	3.03	2.96	2.99	0.02	1.16	0.22	0.48	16
B2	290	3.0	86.6	3.05	2.86	2.99	0.05	0.73	0.23	(0.43)	14
B2	265	3.0	80.0	2.98	2.73	2.88	0.06			0.0	
B1	474	4.0	95.7	4.03	3.95	3.97	0.08	2.25	0.36	1.32	33
B1	256	4.0	82.2	4.06	3.94	3.99	0.03	2.03	0.44	(0.79)	20
B1	213	4.0	77.0	3.97	3.70	3.81	0.03	1.52	0.22	(0.71)	19
A1	360	6.0	97.8	6.18	5.87	6.01	0.10	4.06	1.23	2.75	46
A1	410	6.0	82.7	5.95	5.65	5.84	0.09	0.87	0.44	(0.62)	11
A1	478	6.0	72.8	6.02	5.35	5.67	0.16			0.0	

Note (1) H; Horizontal nose-bar opening, t; Thickness scheduled by feed apparatus

 付 表 2. 測定結果
 Appendix table 2. Results on specimens

供試材 Sample	切削時直径 Diameter	送りにより きまる厚さ Thickness scheduled by feed	H/t	厚さの実測値 Measured value of thickness				裏 割 れ Lathe check			
				最大値 max.	最小値 min.	平均値 mean	標準偏差 standard deviation	深 さ depth			d/t'
								最大値 max.	最小値 min.	平均値 mean	
	mm	mm	%	mm	mm	t' mm	mm	mm	mm	d mm	%
D6	432	1.0	101.2	1.03	0.99	1.00	0.01	0.75	0.60	0.67	67
D6	597	1.0	95.0	1.01	0.94	0.96	0.02	0.73	0.43	0.57	59
D6	550	1.0	80.0	0.85	0.78	0.82	0.02	0.50	0.25	0.35	43
D6	538	1.0	63.7	0.61	0.52	0.57	0.03			0.0	
D6	412	2.0	7100.0	2.08	1.98	2.04	0.03	1.20	0.95	1.03	50
D6	382	2.0	102.0	2.06	1.99	2.03	0.02	1.20	0.88	0.97	48
D6	343	2.0	92.5	1.96	1.89	1.93	0.02	1.20	0.88	0.99	51
D6	303	2.0	86.5	2.00	1.82	1.96	0.08	0.59	0.25	0.37	19
D6	265	2.0	75.0	1.90	1.60	1.73	0.09	0.50	0.20	(0.34)	20
D6	229	2.0	69.8	1.75	1.53	1.62	0.05			0.0	
D7	585	3.0	93.0	3.06	2.93	3.00	0.03	1.13	0.70	0.90	30
D7	528	3.0	83.3	2.97	2.83	2.91	0.04			0.0	
D7	579	3.0	72.6	2.84	2.63	2.73	0.06			0.0	
D7	495	3.0	66.2	2.54	2.33	2.44	0.07			0.0	
D8	327	4.0	95.8	4.09	4.02	4.05	0.02	1.45	0.70	1.12	28
D8	419	4.0	86.5	4.00	3.82	3.91	0.05	(0.87)	(0.45)	(0.70)	(18)
D8	501	4.0	78.0	3.79	3.55	3.66	0.02			0.0	
D8	572	4.0	75.0	3.86	3.40	3.65	0.15			0.0	
D9	580	6.0	100.5	6.12	6.04	6.08	0.05	5.90	5.00	5.61	92
D9	498	6.0	94.6	6.08	5.84	5.98	0.06	4.00	3.10	3.52	60
D9	422	6.0	79.8	5.83	5.45	5.72	0.11	0.90	0.60	(0.83)	(14)

一覧表 (切削角 18°)

cut at 18 degrees of cutting angle.

	面 粗 さ Roughness				横引張強さ Tensile strength				
ピッチ pitch	平均値 mean	平均値 mean	標準偏差 standard deviation	変化係数 coefficient of variation	最大値 max.	最小値 min.	平均値 mean	標準偏差 standard deviation	変化係数 coefficient of variation
	mm	μ	μ	%	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.81 0.52	39	9	23	14.9	10.4	12.6	1.2	10	
	43	9	21	23.5	13.4	19.7	3.6	18	
	36	9	25	30.1	17.8	24.4	3.7	15	
	47	19	41	21.8	9.9	15.5	2.4	16	
1.52 0.62	52	22	42	17.9	7.6	13.5	3.3	24	
	69	19	28	29.6	21.6	24.5	2.4	10	
	42	9	21	30.6	20.3	24.9	3.6	14	
	40	9	23	33.3	23.4	28.7	3.6	13	
1.67 1.04 1.54	54	23	43	29.8	23.3	25.8	1.7	7	
	41	7	17	15.0	10.6	12.2	1.3	11	
	39	9	23	30.0	16.3	22.3	3.5	16	
	41	6	14	33.9	28.1	31.1	2.0	6	
1.19 1.36 0.30	38	8	21	30.6	21.9	26.3	2.5	10	
	62	37	54	17.4	10.6	12.5	2.3	18	
	41	10	24	22.8	13.8	17.5	2.7	15	
	62	33	53	26.9	17.4	20.9	2.6	12	
3.02	46	29	63	13.6	6.3	9.3	2.1	22	
	47	19	40	18.4	7.4	12.5	2.6	21	
	43	10	23	30.3	17.6	22.3	4.2	19	

(2) When the lathe checks are found partially, mean value of depth are shown in ().

一覧表 (切削角 21°)

cut at 21 degrees of cutting angle.

ピッチ pitch	面 粗 さ Roughness			横引張強さ Tensile strength					
	平均値 mean	平均値 mean	標準偏差 standard deviation	変化係数 coefficient of variation	最大値 max.	最小値 min.	平均値 mean	標準偏差 standard deviation	変化係数 coefficient of variation
	mm	μ	μ	%	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.87	45	14	31	17.2	9.0	12.6	2.8	22	
0.87	39	7	18						
0.43	40	11	28	22.2	13.4	17.7	2.6	15	
	52	15	29	17.7	5.1	10.8	3.8	40	
1.40	47	18	38	17.9	9.6	13.9	2.1	15	
0.87				19.6	10.3	14.3	3.9	27	
0.90	39	6	15						
0.55	36	9	25	27.4	20.2	23.3	2.0	9	
0.34	39	3	8	24.8	14.9	19.3	2.9	15	
	47	12	26	23.0	14.8	18.8	2.4	13	
1.03	44	10	23	36.6	19.9	28.2	5.6	20	
	46	8	17	31.8	22.1	26.1	2.7	10	
	53	17	32	28.4	22.0	25.2	2.0	8	
	75	24	31	19.9	8.2	11.8	2.7	23	
1.50	45	15	33	21.6	16.8	19.3	1.9	10	
(0.79)	44	10	23	25.6	18.7	24.0	2.9	12	
	42	9	21	28.4	16.6	23.6	4.0	17	
	48	11	23	20.4	7.6	14.3	3.6	25	
4.80				4.2	2.5	3.6	0.7	19	
4.07	47	13	28	12.1	8.2	9.6	1.1	12	
(0.40)	50	15	30	24.9	14.3	20.5	2.6	13	

付 表 3. 測定結果

Appendix table 3. Results on specimens

供試材 Sample	切削時直径 Diameter	送りにより きまる厚さ Thickness scheduled of feed	H/t	厚さの実測値 Thickness measured				裏 割 れ Lathe check			
				最大値 max.	最小値 min.	平均値 mean	標準偏差 standard deviation	深 さ depth			
								最大値 max.	最小値 min.	平均値 mean	d/t'
	mm	mm	%	mm	mm	t' mm	mm	mm	mm	d mm	%
D6	617	1.0	100.0	1.09	1.03	1.06	0.01	0.92	0.79	0.85	80
D6	597	1.0	86.2	1.00	0.97	0.98	0.01	0.26	0.15	(0.23)	23
D6	575	1.0	71.2	0.95	0.81	0.93	0.02				
D6	553	1.0	67.5	0.88	0.83	0.86	0.01				
D4	310	2.0	97.0	2.02	1.97	1.95	0.04	0.99	0.39	0.71	36
D4	354	2.0	92.0	1.95	1.80	1.89	0.04	0.49	0.37	(0.43)	23
D4	394	2.0	77.0	1.62	1.52	1.60	0.03			0.0	
D4	420	2.0	69.0	1.63	1.33	1.49	0.08			0.0	
D1	600	3.0	98.3	3.07	3.02	3.03	0.02	1.49	0.41	0.91	30
D1	537	3.0	84.6	2.97	2.63	2.83	0.10	1.83	0.82	(1.29)	46
D1	457	3.0	77.6	3.00	2.55	2.76	0.13			(0.41)	15
D2	580	3.0	67.6	2.52	2.29	2.40	0.06			0.0	
D2	457	4.0	91.6	4.03	3.85	3.94	0.05	2.14	0.99	(1.44)	37
D3	486	4.0	82.4	3.97	3.52	3.81	0.15	0.87	0.50	(0.82)	22
D3	566	4.0	78.5	4.03	3.52	3.68	0.12	0.60	0.42	(0.55)	15
D3	597	4.0	73.2	3.36	3.05	3.23	0.11			0.0	
D5	557	6.0	95.2	6.02	5.85	5.95	0.06	3.71	1.24	2.76	46
D5	486	6.0	78.2	5.97	5.44	5.70	0.18	2.89	0.74	(1.87)	33
D5	408	6.0	73.2	5.83	5.04	5.48	0.23	0.96	0.60	(0.82)	15

一覧表 (切削角 24°)
cut at 24 degrees of cutting angle.

ピッチ pitch	面 粗 さ Roughness			横引張強さ Tensile strength				
	平均値 mean	標準偏差 standard deviation	変化係数 coefficient of variation	最大値 max.	最小値 min.	平均値 mean	標準偏差 standard deviation	変化係数 coefficient of variation
<i>mm</i>	μ	μ	%	<i>kg/cm²</i>	<i>kg/cm²</i>	<i>kg/cm²</i>	<i>kg/cm²</i>	%
0.76	55	21	38.2	25.7	7.4	13.6	6.3	46.3
0.20	41	5	12.2	26.5	21.3	23.7	2.0	8.4
	77	26	33.8					
	89	79	70.0	14.8	7.1	12.1	2.3	19.0
0.86	46	13	28.3	28.8	14.0	20.4	3.6	17.6
0.57	43	11	25.6	32.7	23.8	27.0	1.9	7.0
	58	18	31.1	23.8	19.0	21.7	2.8	12.9
	78	81	51.0	17.4	9.0	13.7	2.5	18.3
1.34	46	14	30.5	31.6	22.8	27.2	2.6	9.6
0.42	43	9	20.9	28.6	14.5	21.7	5.0	23.0
	40	11	27.6	26.8	15.3	22.2	4.2	18.9
	42	17	40.5	19.7	17.7	18.7	0.6	3.2
1.77	49	13	26.6	23.0	12.9	18.8	2.8	14.9
0.37	40	11	27.5	35.6	23.2	29.2	4.3	14.7
0.82	45	16	35.6	33.3	23.1	27.7	3.0	10.8
	40	10	25.0	20.0	8.0	13.4	3.3	24.6
2.54	48	18	37.6	16.5	11.3	13.4	17.3	12.7
1.87	38	10	26.4	20.1	12.1	15.3	2.2	14.4
	50	14	28.0	26.6	17.4	20.8	2.7	13.0