

厚単板切削において単板品質に及ぼす

切削条件の影響

木 下 敘 幸^①Nobuyuki KINOSHITA : Effects of Peeling Conditions on Veneer
Qualities in Thick Veneer Peeling

要 旨：現在，合板製造において一般に利用されている単板の厚さは3～4 mm 以下であるが，単板積層材 (Laminated Veneer Lumber) あるいは厚い合板を製造する場合，単板厚さが厚いほど製造コストおよび製造工程上有利になる。本報告では，ベニヤレーズで最高 15 mm までの単板切削を行い，厚単板製造に際しての適正製造条件を求める目的で，単板品質に対する単板歩出し厚さ，原木煮沸温度，刃物とバー間の刃口条件などの影響を調べた。

供試樹種は，東南アジア産広葉樹材 4 樹種 (バクチカン，アルモン，アピトン，アンペロイ) およびニュージーランド産針葉樹材 1 樹種 (ラジアータパイン) である。単板品質に対して最も大きな影響を与える切削条件は，刃先とノーズバー先端間の刃口間隔で，刃口間隔を狭くすることにより，裏割れ率および面あらさは低下する。しかし，狭くしすぎると，切削初期の単板厚さが極端に薄くなる現象が現れる。これらを総合した最適刃口間隔条件は，単板歩出し厚さの約 90% 程度といえる。単板歩出し厚さが厚くなるほど単板品質は当然低下するが，10 mm 程度の厚単板切削を行う場合，単板品質面だけでなく，切削抵抗を小さくしチャックの空転および原木割れを少なくするために，原木の煮沸処理は不可欠になる。処理温度は，比重の高いアピトンでは 90℃ 以上必要であるが，バクチカンでは 50℃ 程度でも効果が認められる。ただ，ラジアータパインでは高温で処理しても，単板品質の大幅な向上は期待できない。

目 次

緒 論	11
単板切削に関する既往の研究	11
(1) ベニヤレーズの構造および機構	12
(2) 単板切削条件と単板品質の関連および単板の切削機構	13
(3) 単板品質の測定法，合板品質と単板品質の関連	15
1. 実験方法	15
1.1. 実験用ベニヤレーズの構造および性能	15
1.2. 供 試 原 木	16
1.3. 実 験 条 件	17
1.3.1. 刃物および刃口条件	17
1.3.2. 原木の煮沸処理と単板の歩出し厚さ	19
1.4. 単板の品質評価	20
1.4.1. 試 料 単 板	20
1.4.2. 単板品質の評価法	21
(1) 単 板 厚 さ	21
(2) 裏 割 れ	21

(3) 面 あ ら さ	22
2. 単板歩出し厚さの影響	22
2.1. 実 験 結 果	22
2.1.1. 単 板 厚 さ	22
2.1.2. 裏 割 れ	24
2.1.3. 面 あ ら さ	27
2.2. 考 察	30
2.3. ま と め	31
3. 原木煮沸温度の影響	32
3.1. 実 験 結 果	32
3.1.1. 単 板 厚 さ	32
3.1.2. 裏 割 れ	34
3.1.3. 面 あ ら さ	37
3.2. 考 察	39
3.3. ま と め	39
4. 刃口条件の影響	40
4.1. 実 験 結 果	40
4.1.1. ノーズバーと刃先の刃口間隔の影響	40
(1) 単 板 厚 さ	41
(2) 裏 割 れ	43
(3) 面 あ ら さ	45
4.1.2. ノーズバーと刃先の垂直方向間隔の影響	49
(1) 単 板 厚 さ	49
(2) 裏 割 れ	49
(3) 面 あ ら さ	50
4.1.3. ローラーバーと刃先の刃口間隔の影響	50
(1) 単 板 厚 さ	50
(2) 裏 割 れ	52
(3) 面 あ ら さ	52
4.2. 考 察	52
4.2.1. 原木の回転数に伴う単板厚さの変化	52
4.2.2. 裏 割 れ 率	53
4.2.3. 面 あ ら さ	54
4.2.4. バーによる 1 次圧縮と 2 次圧縮	54
4.3. ま と め	55
5. 厚単板品質相互間の関係	56
5.1. 単板表面におけるあらさと裏面におけるあらさの関係	56
5.2. 裏割れ率と裏割れ間隔の関係	56
5.3. 裏割れ率と単板表面におけるあらさの関係	61
5.4. 1 次裏割れ侵入角度と単板表面におけるあらさの関係	61
結 論	61
引 用 文 献	62
Summary	67

緒 論

単板製造方法にベニヤレース、ハーフラウンドベニヤレース、スライサ、鋸断による方法があるが、ベニヤレース以外による方法が主に化粧用単板製造を目的としているのに対して、ベニヤレースにより製造される単板は合板製造を目的とし、機械の使用台数、単板の製造量もはるかに多い。ベニヤレースは J. DRESSER により 1840 年特許を得られて以来¹⁾、ベニヤレース各部機構の改良あるいはベニヤレースの周辺装置の改良が積み重ねられ、単板歩留りの向上および高能率の単板切削が可能になり今日に至っている。

合板の用途についてみると、特に第 1 次および第 2 次世界大戦後における合板需要の急激な増大を契機として、合板の用途は安価な梱包用材料から軍需および建築分野における外装用あるいは内装用壁面材料、構造用部材など利用範囲が非常に広くなり、これに伴い単板に対しても高度の品質を要求されるようになった²⁾。合板に関する新製品の研究は、今後さらに進められるものと考えられるが、1970 年代の初めに米国林産試験場で実用化試験が実施された Laminated veneer lumber^{3)~7)} (L. V. L., 単板の繊維方向を直交させて積層接着する合板と異なり、繊維方向を平行させて積層接着し、繊維方向に強い木材の強度特性を強調した単板積層材) は、わが国でもその用途開発が注目されているが、現在までのところ、その製造工程、製品の性能、用途面についての資料が十分蓄積されているとはいいがたく、製造量も少ない^{8)~23)}。

単板積層材の製造に際しては、比較的厚い単板を用いた方が製造工程上有利だと考えられる。厚単板切削に関しては、Lutz らが実用スライサにより厚単板切削の可能性について検討し²⁴⁾、また著者は同じく実用スライサを用い、主に日本産針葉樹材を対象に厚単板切削を行い、単板品質と切削条件の関係について検討を加えている²⁴⁾²⁵⁾。しかし、スライサによる方法ではフリッチの木取りに伴う単板歩留りの低下、また連続した単板の製造ができないため、製造能力が低下するなどの問題がある。これに対し、ベニヤレースでは上記の諸問題が解決できるため、製造工程の上で有利だと考えられる。しかし、これまでベニヤレースで製造の対象にされてきた単板の厚さは、3~4 mm 以下が大部分で、これ以上の厚単板の製造例は非常に少なく、製造に際して参考にするべき研究資料はきわめて乏しい。なお、厚単板切削における基礎研究資料として、2 次元切削による研究結果がこれまでにかなり報告されており^{26)~31)}、切削力あるいは単板品質に対する切削条件の影響について、ある程度解明されてきているが、厚単板切削時における諸現象について、まだ未知の部分が多い。

以上のような観点から、本研究ではベニヤレースにより厚単板を製造する際の問題点およびその解決方法について、主に単板品質面に重点をおき、検討を加えたものである。

なお、本報告をとりまとめるにあたり、九州大学農学部 森 稔教授、林業試験場筒本卓造木材部長から種々の助言をいただいた。また実験に際して元林業試験場木材部 大平 裕氏に御世話になった。心から感謝の意を表します。

単板切削に関する既往の研究

ベニヤレースによる厚単板切削に関して、これまで系統的な研究は行われていないが、現在まで行われてきている薄単板切削に関する研究の延長線上に位置している。これまで行われてきた単板切削に関する研究の内容を大きく分類すると、次のようになる。

(2) 単板切削条件と単板品質の関連、単板の切削機構の解明に関する研究

(1) 単板製造機械であるベニヤレースの構造および機構に関する研究

(3) 単板品質の測定法、合板品質と単板品質の関連、単板歩留りなどに関する研究

(1) ベニヤレースの構造および機構

ベニヤレーズで単板切削を行う場合、刃先の描く軌跡は、厳密な解を求める必要がないときには、同心円だとみなしてもよい。切削曲線の厳密な解を求める研究は、1950 年頃に小出、杉原、林らにより行われ、アルキメデスのスパイラル曲線あるいは円の伸開線として解析されてきた^{45)~50)}。単板切削曲線から、刃先の設定位置により、切削が進行し原木径が変化するにつれて、逃げ角が変化することが導き出されている。逃げ角の変化に関して、林⁵⁰⁾は刃先位置をベニヤレーズのスピンドル中心を通る水平線から $t/2\pi$ (t : 単板厚さ) だけ下方に設定し、水平に前進させれば、原木径が変化しても逃げ角は変化せず一定になることを見出し、このことは黄⁵¹⁾の行った単板切削曲線のベクトル解析からも確認されている。なお、逃げ角の変化は下部滑り台の傾斜角および形状にも関係し、小出⁵²⁾は下部滑り台の傾斜角、HANCOCK ら⁵³⁾は下部滑り台の形状と逃げ角との関連について検討を加えている。これらの研究結果を参考にして、本研究で行ったベニヤレーズによる単板切削試験では、下部滑り台を水平に設定し、刃先位置をスピンドル中心を通る水平線から $t/2\pi$ (t : 単板厚さ) だけ下方に設定し、原木径により逃げ角に変化を生ぜしめない条件で単板切削を行った。

ベニヤレーズの構造面について次のような報告がある。MAUL⁵⁴⁾は原木を保持し回転させるチャックの最適形状について研究した。また、単板切削中に原木が細くなり、切削力のためベニヤレーズのスピンドルで支持された原木がたわむと、単板品質が低下するだけでなく、単板の巻き取り工程にも支障を生ずるが、中村ら⁵⁵⁾および金内ら⁵⁶⁾は特に小径原木の切削時における原木のたわみ防止方法について検討している。単板品質を向上させるために、樹種によっては切削にさきだち原木を煮沸あるいは蒸煮することが有効なことは一般に知られているが、切削工程と原木の蒸煮工程を同時に行う方法として、WALSER⁵⁷⁾は刃先付近に蒸気を噴射させる機構を有するベニヤレーズを試作し、単板の面あらかの低下に対してやや効果がみられたとする結果を出している。厚単板切削の場合には、原木に作用する切削力が大きくなり、原木のチャック圧入部に作用するトルクも増大して、原木の回転むらあるいは原木に割れを生じて、単板品質および単板歩留りの低下の原因になる。本研究では、厚単板切削用のチャック形状を検討し、その外側チャックはT字形、内側チャックは半円形のつめを有するダブルチャックを用いた。単板切削時における原木の変形防止は、厚単板切削の場合には上記のチャック形状と同じく重要な問題であるが、本研究では長さ約 30 cm の短尺原木について実験を行っているため、この点についての検討はできなかった。WALSER が試作した刃先付近に蒸気を噴射させる方式のベニヤレーズについては、厚単板切削に対して、その効果は小さいように考えられ、機械の保守管理の面でも問題がある。

単板切削においてバーの影響は非常に大きく、その先端部の形状、角度および被削材に対する作用位置は単板品質に大きな影響を与える。バーの種類およびその保持機構に関して、これまで次のような研究が行われている。バーが取り付けられるプレッシャーバーの保持、固定に油圧を利用する方法がFEIHL および CARROLL ら^{58)~59)}により検討され、また北米における針葉樹単板切削に広く用いられているローラーバーに関してFEIHL⁶⁰⁾の報告がみられる。一般に使用されている金属製のバーの代わりに圧搾空気あるいは水をスリットから噴射させる方法について栃木ら^{61)~62)}が検討している。栃木らの研究は、実用機械ではな

く平削り方式の実験装置によるものであるが、金属製のバーに比較して単板の弯曲、裏割れの低下に対して効果があり、また刃口条件の設定も容易であると報告されている。ただ、実用機械による厚単板切削では、大きなバーの作用力が要求され、また機械の保守管理、コストの面からもこの方式を採用することは問題がある。

（２） 単板切削条件と単板品質の関連および単板の切削機構

単板切削条件と単板品質の関連については、これまで多くの報告が出されており、単板品質を向上させるための最適切削条件を把握する研究が行われている。ベニヤレースによる単板切削において、単板品質に影響を与える主な切削条件として刃口条件、バーの形状およびその作用位置、原木に対する煮沸処理条件、単板歩出し厚さ、切削角、刃物角、逃げ角などが挙げられる。

刃口間隔（特に刃口水平方向間隔）を狭く設定して切削すると、単板厚さは単板歩出し厚さより薄くなる傾向がみられる^{82)~87)}。また、1本の原木を連続して切削する場合、切削開始時から数回転分の単板の厚さが薄くなり、切削が進むにつれて、しだいに一定の厚さにまで増加していく“初期薄単板化現象”が生ずることが判明している^{87)~41)}。この初期薄単板化現象について、Hoadley⁸⁹⁾はバーの圧縮作用により刃先前方の被削材に変形を生じて削り残しを生じ、被削材の変形が切削の進行に伴って回復することにより、単板厚さは増加して一定の厚さに接近していくと説明している。さらに、杉山ら⁴²⁾はバーを圧入したときの被削材内の変位を格子法で測定することにより、切削回数と単板厚さの関係をバーの形状、切り込み深さ、刃口間隔などと関連させて求めている。刃口間隔を狭く設定して切削することにより、単板に生ずる裏割れの深さは浅くなるが^{82)~84)40)41)48)}、裏割れの間隔は狭くなる傾向がみられる⁴⁸⁾。刃口間隔は単板の面あらしに対しても影響を及ぼし、一般に刃口間隔を狭く設定するほど切削面は良好になる傾向がみられる^{94)~44)}。ただ、Lutzら⁸⁷⁾の行った実験では、樹種により刃口間隔を狭く設定したとき、切削面は悪化する場合があり、また中村ら⁸⁸⁾の実験結果では、刃口水平方向間隔を単板歩出し厚さの90%程度に設定したとき、切削面は最も良好になり、これ以上間隔を狭くした場合、切削面は悪化する傾向がある。

単板品質に対するバーの形状の影響に関して、バー逃げ面におけるランド幅の効果についてPetersら⁶⁴⁾の実験結果によると、裏割れの低下に対して、ノーズバー逃げ面に単板拘束部を有する形状のものが、やや良好な結果を示している。ただ、実用的な点から考えると、上記の形状のバーの場合、現在一般に行われている研削方法では、バーの長さが長くなると、バー先端の真直性を高め、逃げ面におけるランド幅を均一にすることが、技術的に非常に困難になる。

現在一般に使用されているベニヤレースにおいて、バーの後退角（引上げ角）は機種により異なり、5°～6°程度の相違がみられる。刃口間隔の設定にあたり、刃口の水平方向および垂直方向間隔の設定が重要になってくる。刃先に対するノーズバーの作用位置に関して、小出⁶⁵⁾は切削時に発生する先割れの進行をとめるためには、刃裏面に対して直角方向の位置にバー先端を設定すべきだとし、林⁶⁶⁾は切削角の補角の2等分線上にバー先端を設定すべきだとしている。なお、江草⁶⁷⁾は刃口水平方向間隔を一定におき、ノーズバー後退角を刃裏面に対して80°から105°の範囲で変化させたときの裏割れ率を測定し、後退角が90°以下では、ほとんど変化はみられないが、90°以上になると、裏割れの深さが深くなるという結果を出している。

現在、日本における合板工場で一般に使用されているバーは、先端を75°～80°程度に研削した固定バー（ノーズバー）であるが、北米における針葉樹単板切削にはローラーバーが多く使用されている⁶⁸⁾。

FEHL⁶⁰⁾ は、レッドパイン材の単板切削ではノーズバーの方が、アスペンポプラ材についてはローラーバーを使用した方が効果が大きく現れるとしている。また、森ら⁶⁰⁾はローラーバーの作用力、その裏割れなどに対する影響を調べている。

前記のように、単板切削においてバーの設定条件あるいはバーの形状などが単板品質に大きく影響していることは明らかであるが、これらはいずれも厚さ 3~4 mm 程度以下の薄単板についてのものであり、これ以上の厚単板切削に関しては、これらの因子の影響が現在のところ明確になっていない。このようなことから、本研究では厚単板品質に対する刃口間隔の設定条件、バーの作用位置、ノーズバーとローラーバーの効果の比較などを厚さ 10 mm の単板について検討した。

単板品質に対する原木温度の影響については、特に原木温度と裏割れの深さとの関係を求めた研究が多くみられ、原木温度が高いほど一般に裏割れ率（単板厚さに対する裏割れの深さの比）は低下する傾向がみられる^{36)39)40)43)69)~72)}。また、原木の加熱処理時における原木内部の温度上昇経過については、原木の初期温度、原木径、樹種、比重などとの関連で測定が行われ^{69)73)~77)}、煮沸処理時に原木に生ずる割れと処理温度、時間、加熱速度などの関係が KUBLER ら⁷⁸⁾により求められている。厚単板切削においては、切削抵抗を低下させて切削を容易にするため、原木の煮沸処理が必須条件になるとと思われるが、本研究では、アピトン、バクチカン、ラジアータパイン 3 樹種について温度条件を変化させて煮沸処理を行い、単板品質に対する処理効果を調べた。

木材の振動切削を行ったときの切削面の品質については、刃物の振動方向、振幅、振動数などに関連づけて、超音波振動切削に関して加藤ら⁷⁹⁾が、低周波振動切削に関して浜本ら⁸⁰⁾が検討を加えている。特にベニヤレースによる単板切削に関連する刃物に横方向の振動を与えて横切削を行ったときの切削面のあらさについてみると、被削材の送り速度を 2.63 mm/sec. に設定したとき、面あらさは振動数 0~70 Hz の範囲で振動数の増大とともに低下し、また刃物の振幅については 0.3 mm 程度までは低下するが、それ以上振幅を広くとっても、面あらさは変化しないという結果が出されている。上記の結果は、低い切削速度の平削り切削方式の試験装置によるものであり、振動切削機構を具備した実用ベニヤレースについては、2, 3 の試作例はあるが⁶⁸⁾、具体的な実験結果は出されていない。

単板の切削機構に関する研究として、切削時に被削材に生ずる切削応力の数値解析を杉山ら^{81)~84)}、および PALKA⁸⁵⁾ は有限要素法により試みている。また、切削時における被削材の観察が LENNY⁸⁶⁾、COLLINS⁸⁷⁾、林ら⁸⁸⁾ により、刃物で切断された木材細胞の変形および破壊形態の観察が林ら⁸⁹⁾ により行われ、MCKENZIE ら⁹⁰⁾ は格子法により被削材に生じているひずみ分布を求めている。上記の諸研究を通じて、切削時に単板内に生ずる裏割れの形成機構については、ある程度明らかになってきている。

樹種による単板切削の難易を評価した報告は、これまでも多く提出されている^{40)41)71)72)91)~101)}。日本における合板製造用樹種として大量に利用されている東南アジア産広葉樹材については、林業試験場において約 60 樹種を対象に単板品質面からみた樹種ごとの評価が行われ¹⁰²⁾¹⁰³⁾、アメリカ産材については LUTZ¹⁰⁴⁾ が、また世界的には IUFRO 第 5 部会¹⁰⁵⁾ が単板製造用材としての各国の樹種の評価のとりまとめを行っている。上記の報告を参考にして、本研究におけるベニヤレースによる厚単板切削試験では、広葉樹材 4 樹種と針葉樹材 1 樹種を選び実験を行った。

（3）単板品質の測定法、合板品質と単板品質の関連

単板品質のなかで特に重要なものとして、単板の厚さむら、裏割れの程度、面あらし、単板の緊張度などが挙げられる。単板厚さの測定に関して、BRYANT ら¹⁰⁶⁾は測定荷重およびアンピルの形状を変化させて単板厚さの測定を行い、最適測定荷重およびアンピル形状を求め、MYRONUK¹⁰⁷⁾は生産現場において連続した単板厚さの測定が可能な差動変圧器を用いた装置を試作している。裏割れの測定は、一般にインクあるいは染料を単板内に浸透させ、単板の木口面を観察することにより、割れの深さ、間隔、単板裏面に対する侵入角度などを測定しているが、STRÜBING¹⁰⁸⁾は電気抵抗あるいは超音波を利用する方法を提案している。単板切削面の評価は、肉眼による以外に光切断法¹⁰⁹⁾あるいは触針法¹¹⁰⁾¹¹¹⁾により行われているが、広い面積の単板面の評価にはかなり問題がある。なお、単板製造現場で単板の面あらしを連続して測定するために、光源、光遮蔽板、光感知器から成る装置が試作され¹¹²⁾、その実用性が検討されている。単板製造に際して、単板品質を連続して測定する試みは、上述のように数例行われているが、現在のところ、いずれも実用レベルにまでは達していない。しかし、今後単板品質の管理を厳密に行っていく場合、この方面における装置類の開発が重要であり、本研究では、その基礎資料として単板品質を表す5項目の指標の相互関係についての資料を提示した。

合板品質に及ぼす単板品質の影響について、PALKA¹¹³⁾は鋸断単板とベニヤレースで製造された単板で構成された合板について強度試験を行い、裏割れ、面あらしが合板強度に関係するとしており、またHOADLEY¹¹⁴⁾¹¹⁵⁾はせん断強度と裏割れの方向、荷重方向などとの関係を求めている。LENEY ら¹¹⁶⁾は引張りせん断試験による合板の破壊形態を分類し、合板のせん断破壊に対する裏割れの影響を接着層および裏割れへの接着剤の浸透などと関連づけて検討し、FEIHL ら¹¹⁷⁾¹¹⁸⁾は合板表面の品質に対するコア単板の裏割れあるいは面あらしの影響を調べている。

1. 実験方法

1.1. 実験用ベニヤレースの構造および性能

一般に工場で実用に供されているベニヤレースは、切削しうる単板厚さが最大で5～6 mm程度であるが、本実験では、特に厚単板切削用として単板歩出し厚さが最高25 mmまでの実験用ベニヤレースを設計、製作した（株・ウロコ製作所製）。また、一般に使用されているベニヤレースに具備されていない機構として、固定バー（ノーズバー）とローラーバーを交換してプレッシャーバーに装着することができ、また切削時に刃物を単板流出方向に対して直交する方向に低周期で振動できる機構を有している。使用したベニヤレースの概略の構造を Fig. 1 に示す。

本機の主な仕様は次のとおりである。切削できる原木長さは最大600 mm、最小100 mm、原木径は最大800 mm、最小100 mm、主軸はダブルスピンドル方式になっており、外側スピンドル径は150 mm、内側スピンドル径は80 mmで、作動は油圧により行われる。単板歩出し厚さの設定は、クラッチギヤおよび切換えハンドルにより最小0.5 mmから最大25 mmまで、その間29段階に変化させることができる。プレッシャーバーには急速刃口開閉機構、刃口間隔調整機構を有し、ローラーバーを装着した場合には、原木径ポテンショメータにより単板切削速度に同調させてローラーバーを回転駆動できる。この場合、バー回転の潤滑用として水を使用する。ローラーバーの構造を Fig. 2 に示す。

ベニヤレース駆動用の主な電動機の出力は、主電動機30 kw、油圧用11 kw×2、3.7 kw×2、5.5 kw、

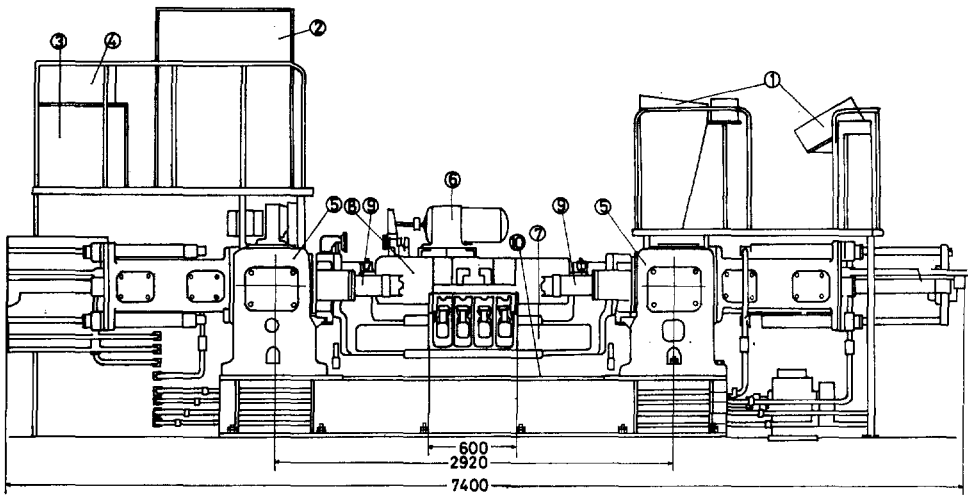


Fig. 1. 実験に使用したベニヤレース

Veneer lathe used in this experiment.

- ①：操作盤 operation panel, ②：配電盤 control panel, ③：ブレーカー breaker, ④：トランス transformer, ⑤：フレーム frame, ⑥：ローラーバー駆動用電動機 motor for roller bar driving, ⑦：ナイフバー knife bar, ⑧：プレッシャーバー pressure bar, ⑨：スピンドル spindle, ⑩：ベッド bed

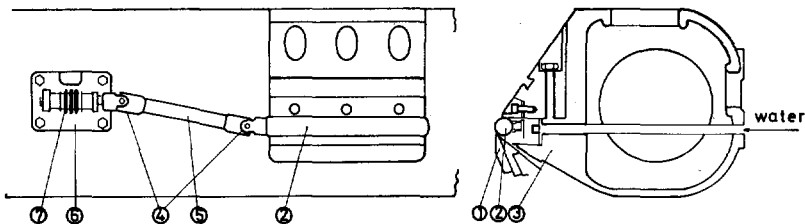


Fig. 2. ローラーバーの機構

Mechanism of roller-bar.

- ①：ナイフ knife, ②：ローラーバー roller-bar, ③：プレッシャーバー pressure bar, ④：ユニバーサルジョイント universal joint, ⑤：シャフト shaft, ⑥：ブラケット bracket, ⑦：チェーンホイール chain wheel

かなな作動用 2.2kw, ローラーバー回転駆動用 2.2kw, コンプレッサー用 1.5kw である。

1.2. 供試原木

供試樹種として、現在合単板製造用原木として広く利用されているバクチカンおよびアルモン、合単板製造用原木としてはやや高比重材に属するアピトン、逆に低比重材に属するアンペロイ、針葉樹造林木として今後供給増大が期待でき利用面での開発が急がれているラジアータパインの5樹種を選んだ。バクチカン、アルモン、アピトン3樹種はフィリピン産、アンペロイはニューギニア産、ラジアータパインはニュージーランド産である。供試5樹種の比重、原木径を Table 1 に示す。

つぎに、ベニヤレースによる切削では、原木の半径方向における比重の変化が大きいと、それに伴って切削抵抗も変化し、刃先が振れて単板品質が低下する。また、特に厚単板の切削では、ベニヤレースのチャックに作用するトルクが大きく、原木の樹心部分の比重が低いとチャックによる原木の回転むらができ

Table 1. 供試樹種の比重および原木径
Specific gravity and log diameter of species tested.

Common name	Botanical name	Specific gravity (oven dry)	Log diameter (cm)
Bagtikan	<i>Parashorea malanonan</i> MERR.	0.49 (0.48~0.53)	73~80
Almon	<i>Shorea almon</i> Foxw.	0.52 (0.48~0.55)	59~74
Apitong	<i>Dipterocarpus</i> sp.	0.64 (0.58~0.67)	70~81
Amberoi	<i>Pterocymbium beccarii</i>	0.32 (0.30~0.35)	56~61
Radiata pine	<i>Pinus radiata</i> D. Don	0.38 (0.35~0.40)	50~53

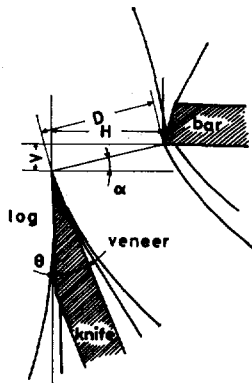


Fig. 3. ノーズバーとナイフの関係
Relationship between nose-bar
and knife.

D : 刃口間隔 bar opening, H : 刃口水平方向間隔 horizontal bar opening, V : 刃口垂直方向間隔 vertical bar opening, α : バー後退角 bar receding angle, θ : 切削角 cutting angle

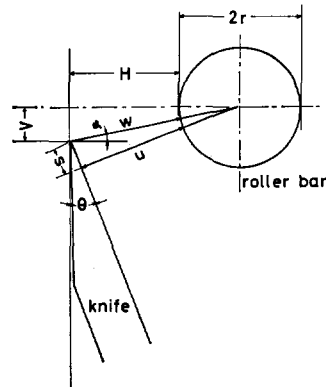


Fig. 4. ローラーバーとナイフの関係
Relationship between roller bar
and knife.

W : 刃口間隔 bar opening, H : 刃口水平方向間隔 horizontal bar opening, V : 刃口垂直方向間隔 vertical bar opening, s : 刃先とナイフすくい面上で最大圧縮力が作用する位置間の間隔 distance between knife edge and the position where the maximum compressive stress applied on rake face of knife, U : バー表面とナイフすくい面間の最短間隔 the shortest distance between bar surface and rake face of knife, α : バー後退角 bar receding angle, θ : 切削角 cutting angle

るため、単板の厚さむらを初めとする単板品質低下の原因になる。そこで、供試樹種のなかでアンペロイを除く4樹種について、厚さ5mmの試験片に軟X線を照射し、原木の半径方向の比重

分布を測定した。各樹種とも比重の振幅が大きく、全般的に辺材部から樹心部に進むにつれて、やや比重は低下する傾向がみられるが、樹心部においても、チャックによる原木の保持・回転に影響を与えるほど極端な脆弱部は、いずれの供試樹種にも存在しないものとみなした。

1.3. 実験条件

1.3.1. 刃物および刃口条件

刃物は合金工具鋼で、研削盤で刃物角 $20^{\circ}30'$ に研削後、刃先を手仕上げにより鋭利に仕上げ研磨した。逃げ角は $30'$ である。バーにはノーズバーとローラーバーを用いた。刃物とノーズバーの関係位置をFig. 3に示す。同図において、 D は刃口間隔、 H は刃口水平方向間隔、 V は刃口垂直方向間隔、 α はノーズバー後退角である。刃口垂直方向間隔を変化させた実験以外では、 $\alpha = 12^{\circ}$ 一定とし、また単板歩出

し厚さを変化させた実験では、刃口水平方向間隔を単板歩出し厚さの 90% に設定しているので、刃口垂直方向間隔は単板歩出し厚さの約 19% である。ノーズバーの先端角度は 75° である。

つぎに、刃物とローラーバーの関係位置を Fig. 4 に示す。ここで、 W は刃口間隔と呼ばれ、ローラー中心と刃先を結ぶ線上でのローラー表面と刃先間の間隔で、ローラー半径を r (mm)、刃口水平方向間隔を H (mm)、垂直方向間隔を V (mm) とすると、次の関係が存在する。

$$W = \sqrt{(H+r)^2 + V^2} - r \quad \dots\dots\dots (1)$$

また、ローラー中心から刃物すくい面に垂線をおろし、この垂線と刃物すくい面の交点からローラー表面までの間隔を U (mm)、同じく交点から刃先までの距離を S (mm) とし、切削角を θ とすると、 U および S は次式で求められる。

$$U = (H+r) \cos \theta + V \sin \theta - r \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$S = (W+r) \sin (\theta - \tan^{-1} \frac{2V}{2H+V}) \quad \dots\dots\dots (3)$$

本実験では、刃口間隔を 3 水準に変化させて単板切削を行っているが、各条件における W , H , V , U の値を Table 2 に示す。使用したローラーバーの直径は 25 mm で、単板切削速度に同調させて駆動回転させている。

なお、実験用ベニヤレースは特に厚単板切削機械として、各構造部分を設計した。しかし、単板厚さが厚くなるほど刃先に加わる抵抗が増大し、刃先に振動を生じ、これが単板品質低下の原因となることが予想される。そこで、切削実験の基礎資料を得る目的から、単板歩出し厚さを 2.5, 5.0, 10.0 mm の 3 水準変化させて、バクチカンを切削したときの刃先の振動状態を測定した。測定は、圧電型の振動ピックアップを原木木口面から約 5 cm 離れた非切削部分の刃先に近接した刃物表面に取り付けて行い、単板切削中の刃先の振幅を周波数ごとに求めた。測定結果を Fig. 5 に示す。低周波数域になるほど振幅は大きくなり、3 Hz 付近で単板歩出し厚さが 5 mm あるいは 10 mm のとき、約 0.1 mm のかなり高い振幅を示している。振幅と振動数の関係には、単板歩出し厚さにより差はみられない。刃先の振幅は、単板歩出し厚さが 5 mm と 10 mm では、ほぼ同じ値を示し、2.5 mm では、これよりやや低い値を示している。

Table 2. ローラーバーを用いて単板切削したときの刃口条件
Bar opening conditions in veneer cutting with roller bar. (mm)

W	H	V	U	α
10, 10	9, 60	4, 71	9, 82	12°
9, 80	9, 31	4, 64	9, 52	
9, 60	9, 12	4, 60	9, 33	

W, H, V, U, α : refer to Fig. 4.

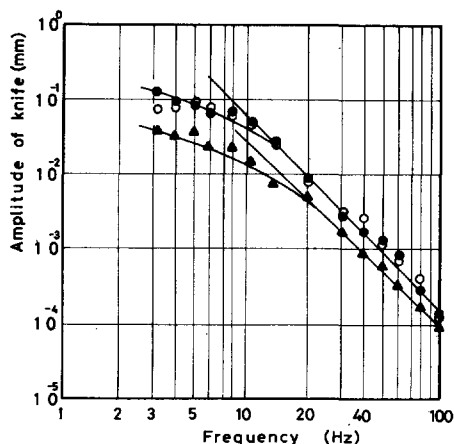


Fig. 5. 単板切削時のナイフの振動数および振幅

Frequency and amplitude of knife in veneer cutting.

単板歩出し厚さ (mm) nominal veneer thickness : $\blacktriangle$ 2.5, $\bigcirc$ 5.0, $\bullet$ 10.0

1.3.2. 原木の煮沸処理と単板の歩出し厚さ

予備実験の結果から、単板歩出し厚さを 5 mm (原木 1 回転当たりのかな合の送り量を 5 mm) 以下に設定した場合には、各樹種とも原木の煮沸処理をせずに切削を行っても大きな支障は生じないが、単板歩出し厚さをさらに厚く設定すると、樹種によっては単板裏面に著しい裏割れが発生し、単板は裂断されるため、連続した単板切削が困難になる。したがって、5 mm 以上の厚単板を得るには、樹種の被削性に応じて切削前に原木を煮沸処理して軟化させる必要がある。この煮沸処理は、ベニヤレースのチャックによる原木の円滑な保持回転の上からも適正煮沸処理条件があり、高比重材に対して煮沸処理を行わないと、原木木口面における

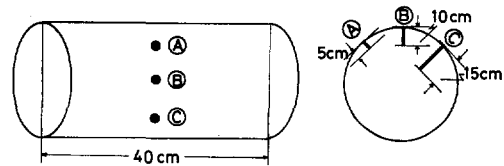
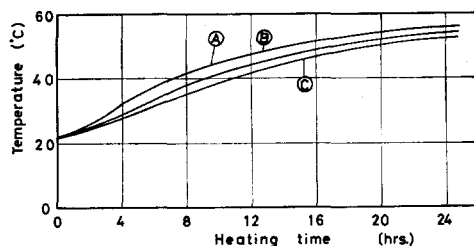


Fig. 6. 原木内における温度測定位置

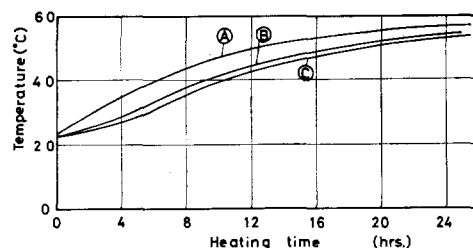
(A, B, C)

Measurement positions (A, B, C) of temperature in a log.

原木径 log diameter : Bagtikan 60 cm, Apitong 65 cm



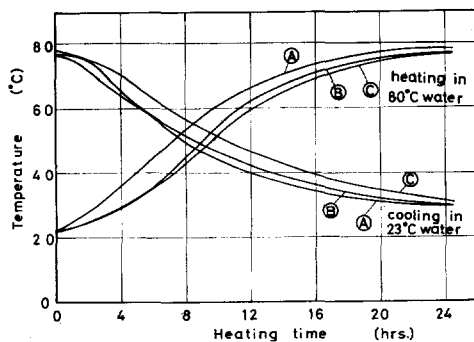
Bagtikan



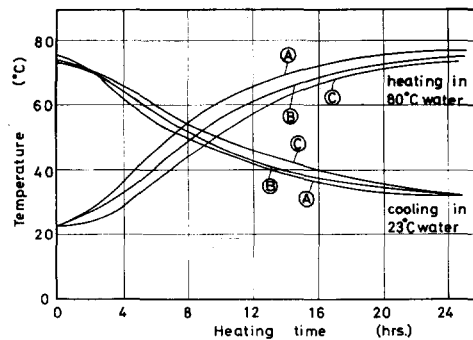
Apitong

Fig. 7. 60°C 煮沸時における温度上昇過程
Process of temperature increasing in 60°C heating.

A, B, C : refer to Fig. 6



Bagtikan



Apitong

Fig. 8. 80°C 煮沸時における温度上昇過程および 23°C 冷却時における温度下降過程

Process of temperature increasing in 80°C heating and decreasing in 23°C cooling.

A, B, C : refer to Fig. 6

チャックの圧入が困難で、また低比重材に対して過度の煮沸処理を行うと、チャック圧入部の原木材質が軟化され、チャックによる原木の固定が難しくなる。特に、チャック圧入部に大きな力が作用する切削開始時における原木の円滑な回転に問題ができる。

このようなことから、単板品質に対する煮沸処理温度の影響を調べた実験では、処理温度を45～90℃の間で15℃間隔に変化させて、切削実験を行った。煮沸時間は22～27時間とした。原木の煮沸処理には、1.5×1.0×1.5 m (深さ) のコンクリート槽を用い、温度制御は3 kw と 2 kw のヒーターをそれぞれ2個ずつ用いて行った。

煮沸処理時間を決定するために、バクチカンおよびアピトン2樹種について、Fig. 6 に示す原木位置に銅-コンスタンタン熱電対を挿入し、60℃ および 80℃ に調節した温水中に原木を浸漬したときの原木内部の温度上昇経過を求めた。実験結果を Fig. 7 および Fig. 8 に示す。80℃ の温水中に浸漬させた原木については、約25時間後に煮沸槽から出し、23℃ の水中に浸漬させて原木温度の冷却経過を調べた。

バクチカンおよびアピトンに共通して、特に80℃の条件で煮沸処理を行った場合、煮沸開始後の初期段階では原木内の温度上昇はゆるやかであるが、しだいに急になり、その後再びゆるやかになって煮沸温度に接近していく。原木内部の温度上昇経過に関しては、これまでに加熱温度、原木径、樹種、加熱方法などと関連づけて測定が行われているが^{78)~79)}、中道ら⁷⁸⁾ がマカンバおよびヤチダモについて求めた実験結果に比較して、本実験における温度上昇率は、原木長さが短いため若干大きく現れている。煮沸開始後約25時間経過したときの原木外周から5 cm の位置における温度は、煮沸温度が60℃ の場合56～57℃、80℃ の場合77～79℃ に達しているが、原木外周から15 cm の位置における温度は、それぞれ53～54℃、74～77℃ 程度にとどまっており、やや低い。原木内部の温度をこれ以上高めるには、さらに長時間煮沸処理を行う必要があるが、その効果はわずかしき期待できず、本実験では22～27時間で煮沸処理を打ち切った。なお、本実験では原木を煮沸槽から出して単板切削が終了するまでに要する時間は、1本の原木

について10分以内であり、単板切削時における原木温度は Fig. 8 に示した結果から判断して、煮沸槽から出したときの温度と大差ないものとみなしうる。

単板の歩出し厚さは、単板品質に対する煮沸温度、刃口間隔の影響を調べた場合には10.0 mm、単板歩出し厚さの影響を調べた場合最小2.5 mm、最大アンペロイおよびラジャータパインで10.0 mm、アピトンで12.5 mm、バクチカンで15.0 mm である。

1.4. 単板の品質評価

1.4.1. 試料単板

供試原木は長さ4～8 m の材から節などの欠点部分を選び、約30 cm に切断(玉切り)し、単板切削試験に供した。切削実験には、1切削条件あたり1個の玉切り材をあて、むき心径が約15 cm になるまで連続して切削した。試料単板は Fig. 9 に示すように、切削開始時から原木1回転分の単板を除きクリッパーで長さ1 m ごとに切断し、それぞれ試料

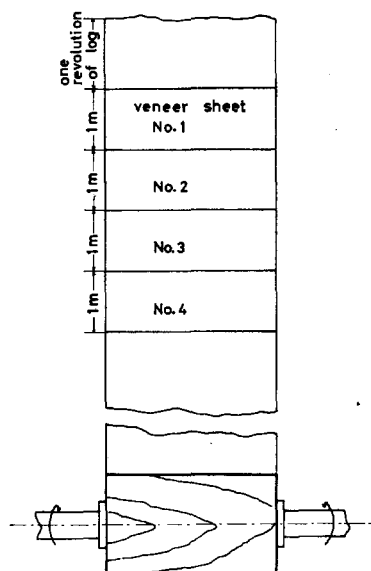


Fig. 9. 試料単板のとり方
Preparation of veneer sample.

単板 No. 1, No. 2, No. 3, ……とした。

1.4.2. 単板品質の評価法

単板品質を表す指標として、単板の厚さ (厚さむら)、裏割れの程度、単板面あらさの3項目を取り上げた。

(1) 単板厚さ 単板厚さは、精度 0.01 mm のマイクロメータを用い、1枚の試料単板について長さ方向の6点の位置について測定し、その測定値のうち最大および最小値を除く4点の平均値で表した。

1本の原木から得られる試料単板数は、単板歩出し厚さ、原木径によって当然異なり、例えば歩出し厚さを 10 mm に設定した場合には、バクチカンおよびアピトンで 25~30 枚、アルモンで 17~20 枚、アンペロイおよびラジアータパインで 10~13 枚程度になる。単板厚さの測定は、原則として歩出し厚さを 2.5 mm に設定した場合のバクチカンとアピトンについては、切削開始より 10, 20, 30, …… mm ごとの、すなわち Fig. 9 における No. 10, 20, 30, …… の試料単板を、アンペロイとラジアータパインについては No. 5, 10, 15, …… を、歩出し厚さを 5.0 mm および 7.5 mm に設定した場合には、全樹種とも、No. 2, 4, 6, …… を、歩出し厚さを 10 mm 以上に設定した場合には、No. 1, 2, 3, …… の全試料単板について行った。単板厚さの測定に関して、マイクロメータの測定荷重および被測定物に接する部分の形状が測定値に影響する。測定荷重と接触部の形状を変化させて求めた単板厚さの測定値と、単板を水中に浸漬することにより求めた単板厚さとを比較した BRYANT ら¹⁰⁾の実験結果によると、50 g から 300 g の測定荷重範囲では荷重の影響はあまり認められず、接触部の形状は径 1/2 インチの円板と径 1/2 インチの球を組み合わせたときに良好な結果が得られている。厚単板切削では、切削条件により単板の湾曲が大きく現れる場合があり、上記の接触部の形状、測定荷重の適正条件について検討した結果、測定荷重 300 g、単板に対するマイクロメータの接触部は曲率 30 mm の円弧とした。

(2) 裏割れ 裏割れの測定は、単板裏面からスタンプインクを浸透させ、乾燥後単板を切断し、その木口面を投影機で拡大し、スタンプインクの浸透した割れの形状を観察した。測定倍率は、単板歩出し厚さが 5 mm 以下の場合には 10 倍、7.5 mm 以上の場合には 5 倍とした。これまで、裏割れの形態は、大きく次の4形態にわけられている¹⁾。

① 単板裏面に対して、ある角度で斜めに単板内に侵入する (斜線形)

② 単板内に侵入した割れが途中から屈折する (屈折形)

③ 単板裏面に対して直角に近い角度で単板内に侵入する (直角形)

④ 数本の割れが交錯して現われる (多岐形)

上記の分類は肉眼によるものであり、裏割れを拡大し詳細に観察すると、屈折形以外でも刃先付近を起点として単板内にはいった割れはわずかで

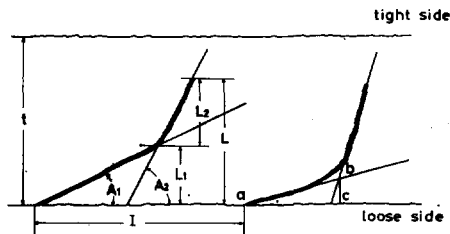


Fig. 10. 裏割れの測定
Measurement of lathe check.

t : 単板厚さ veneer thickness, L : 裏割れ率 (%) lathe check depth (percent), L_1 : 1次裏割れ率 (%) primary lathe check depth (percent), L_2 : 2次裏割れ率 (%) secondary lathe check depth (percent), A_1 : 1次裏割れ侵入角度 primary lathe check angle, A_2 : 2次裏割れ侵入角度 secondary lathe check angle, I : 裏割れ間隔 interval of lathe checks (L , L_1 , L_2 : 単板厚さで除した divided by veneer thickness)

はあるが、その方向が途中から変化している場合が多い。そこで、裏割れの程度あるいはその形態を表す指標として、Fig. 10 に示しているように裏割れ深さ (L)、1 次および 2 次裏割れ深さ (L_1 , L_2)、1 次および 2 次裏割れ侵入角度 (A_1 , A_2)、裏割れ間隔 (I) を求めた。裏割れ深さ、1 次および 2 次裏割れ深さは単板厚さに対する百分率を求め、それぞれ裏割れ率、1 次および 2 次裏割れ率として表した。裏割れ測定用として、各試料単板について 10 cm (接線方向) × 7 cm (繊維方向) の試験片を 2 枚ずつ作製した。

(3) 面 あらさ 単板の面あさは、裏割れ測定のために作製した単板試験片について、触針式あらさ計により単板面のプロフィールカーブを求め、最大あさを求めた。1 枚の試験片についての測定長は単板表・裏面それぞれについて 70 mm、測定方向 (針の走行方向) は繊維に直交方向とした。測定は気乾状態の単板について行い、測定倍率は切削面が比較的平滑な場合には 40 倍、あらい場合には 20 倍、測定速度 (針の走行速度) は 2 mm/sec., 針の先端径は 10 μ である。

2. 単板歩出し厚さの影響

2.1. 実験結果

2.1.1. 単板厚さ

バクチカン、アピトン、アンペロイ、ラジアータパイン 4 樹種の原木を供試した。なお、比重の低いアンペロイについては生材状態で単板切削を行い、ラジアータパインは 60°C、バクチカンは 75°C、アピトンは 90°C で単板切削にさきだち原木の煮沸処理を行っている。単板歩出し厚さを 2.5 mm から 15.0 mm の間で 6 段階に変化させて単板切削を行った。バーの水平方向間隔は各単板歩出し厚さの 90% に設定し、各歩出し厚さごとに長さ約 30 cm の原木 1 個を切削し、切削開始時 (最初の原木 1 回転分の単板を除く)

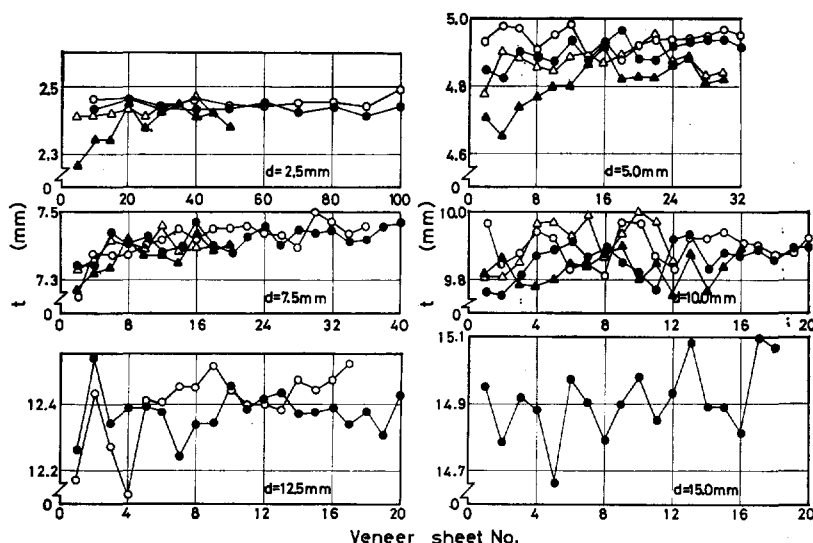


Fig. 11. 各単板試料における単板厚さ (t) の変動

Variation of veneer thickness (t) at each veneer sheet.

○: Bagtikan, ●: Apitong, ▲: Amberoï, △: Radiata pine
 d : 単板歩出し厚さ nominal veneer thickness, Veneer No.: refer to Fig. 9

から単板を 1 m ごとに切断し、Fig. 9 に示すように試料単板を作った。各試料単板についての単板厚さの測定結果を Fig. 11 に示す。

各試料単板間における厚さむらをみると、単板歩出し厚さが 2.5 mm から 7.5 mm の範囲では、顕著な厚さむらはみられないが、歩出し厚さを 10 mm 以上に設定したときには、試料単板間における厚さむらは大きく現れている。バクチカンとアピトン歩出し厚さ 10.0 mm および 12.5 mm の条件で切削したときには、原木外周に近いところから得られる単板試料間における厚さの差がやや大きく、バクチカン歩出し厚さを 15.0 mm に設定して切削した場合、1 本の原木で切削開始時から終了時まで、全域にわたって単板厚さには大きな変動がみられる。

試料単板間における厚さの変動が比較的小さい 7.5 mm 以下の歩出し厚さ条件で切削した場合、切削開始直後の単板厚さが薄く現れ、しだいに厚くなる初期薄単板化現象 (初期薄むけ現象) がみられる。ただ、歩出し厚さを 7.5 mm にしたときには、供試 4 樹種に共通して上記現象がはっきり現れているが、2.5 mm あるいは 5.0 mm では、アンペロイ以外の樹種では初期薄単板化現象の程度は小さい。

単板歩出し厚さ条件ごとに求めた単板厚さの平均値、標準偏差などの値を Table 3 に示す。単板厚さの平均値は、単板歩出し厚さに比較して薄くなり、また標準偏差は、アンペロイ以外の樹種では、歩出し厚さが厚くなるにつれて高くなる傾向がみられる。

Table 3. 単板歩出し厚さ (d) を変化させたときの単板厚さ (t)
Veneer thickness (t) in various nominal veneer thickness (d).

Species	d (mm)	n	t (mm)					$\frac{d-t(\text{Ave.})}{d}$ (%)
			Ave.	Max.	Min.	Range	S. D.	
Bagtikan	2.5	96	2.43	2.52	2.38	0.14	0.02	2.8
	5.0	132	4.90	5.02	4.73	0.29	0.06	2.0
	7.5	120	7.40	7.52	7.26	0.26	0.05	1.3
	10.0	100	9.87	10.02	9.61	0.41	0.07	1.3
	12.5	88	12.38	12.57	12.15	0.42	0.06	1.0
	15.0	76	14.91	15.59	14.61	0.98	0.18	0.6
Apitong	2.5	100	2.46	2.52	2.34	0.18	0.03	1.6
	5.0	100	4.94	5.05	4.80	0.25	0.04	1.2
	7.5	100	7.41	7.53	7.21	0.32	0.06	1.2
	10.0	96	9.91	10.06	9.72	0.34	0.06	0.9
	12.5	72	12.40	12.59	11.92	0.67	0.13	0.8
Amberoi	2.5	48	2.40	2.50	2.28	0.22	0.05	4.0
	5.0	48	4.79	4.95	4.69	0.26	0.06	4.2
	7.5	48	7.37	7.48	7.15	0.33	0.06	1.7
	10.0	44	9.83	9.98	9.71	0.27	0.06	1.7
Radiata pine	2.5	76	2.41	2.49	2.21	0.28	0.05	3.6
	5.0	80	4.87	5.04	4.66	0.38	0.06	2.6
	7.5	60	7.39	7.59	7.16	0.43	0.08	1.5
	10.0	40	9.91	10.23	9.57	0.66	0.14	0.9

n : 測定値数 measurements

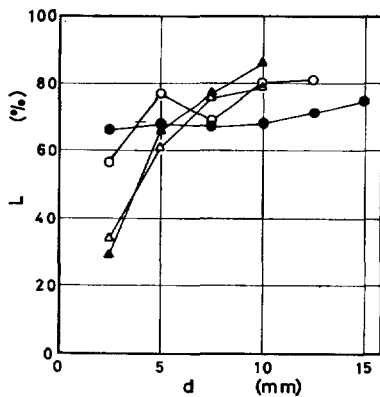


Fig. 12. 単板歩出し厚さ (d) と裏割れ率 (L) の関係
Relationship between nominal veneer thickness (d) and lathe check depth (L).

● : Bagtikan, ○ : Apitong,
△ : Ambersoi, ▲ : Radiata pine

2.1.2. 裏割れ

単板歩出し厚さと裏割れ率の関係についての実験結果を Fig. 12 に示す。単板歩出し厚さが薄くなるにつれて、裏割れ率は低下する傾向がみられるが、その傾向は樹種によりやや異なっている。つまり、供試 4 樹種のうちアンペロイとラジアータパインでは、単板歩出し厚さが 10 mm のときには 80~85% の裏割れ率を示しているが、2.5 mm になると 30~35% まで低下し、特に 5 mm から 2.5 mm の間において、裏割れ率の低下は非常に大きく現れている。上記 2 樹種に比較すると、バクチカンおよびアピトンの単板歩出し厚さの減少に伴う裏割れ率の低下量は小さい。バクチカンを単板歩出し厚さ 15 mm で切削したときの裏割れ率は 75%，10 mm で切削したときは 68% と、他の 3 樹種に比較して低い値を示しているが、2.5 mm でも 66% までしか低下せず、15 mm から 2.5 mm の範囲において、裏割れ率は約 10% の変化を示すにすぎない。

アピトンの裏割れ率の変化は、バクチカンに比較するとやや大きい、単板歩出し厚さが 12.5 mm から 2.5 mm の間における変化は 25% 程度である。

裏割れ率について、その測定値の度数分布を樹種ごとに Fig. 13 に示す。測定値の分布範囲は、バクチカンおよびアピトンでは、単板歩出し厚さが厚くなると、やや狭くなる傾向がみられる。

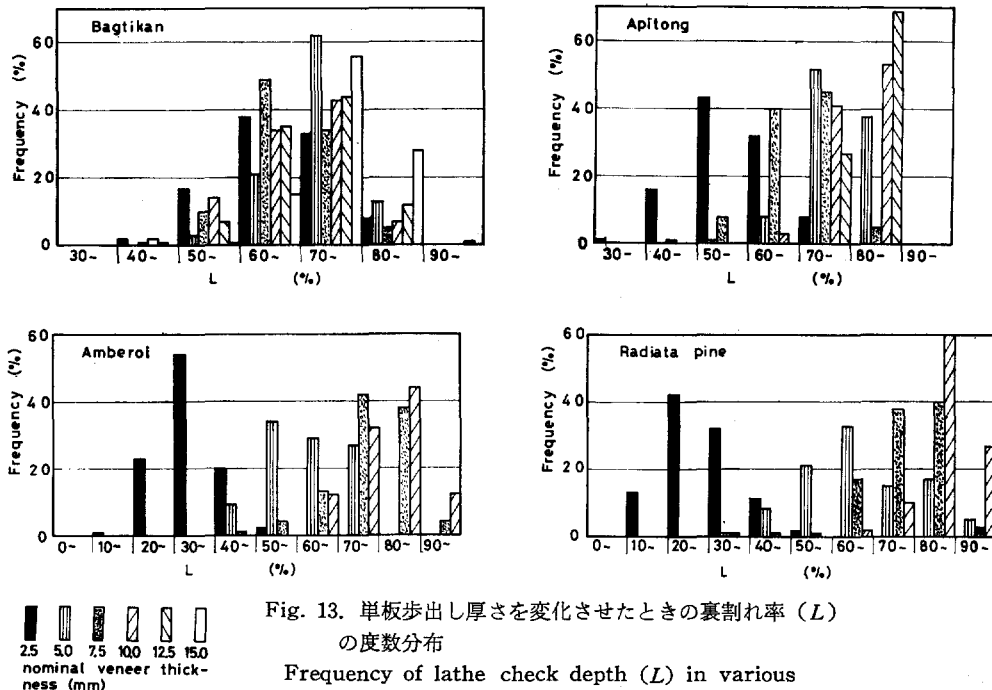


Fig. 13. 単板歩出し厚さを変化させたときの裏割れ率 (L)

の度数分布

Frequency of lathe check depth (L) in various nominal veneer thickness.

2.5 5.0 7.5 10.0 12.5 15.0
nominal veneer thickness (mm)

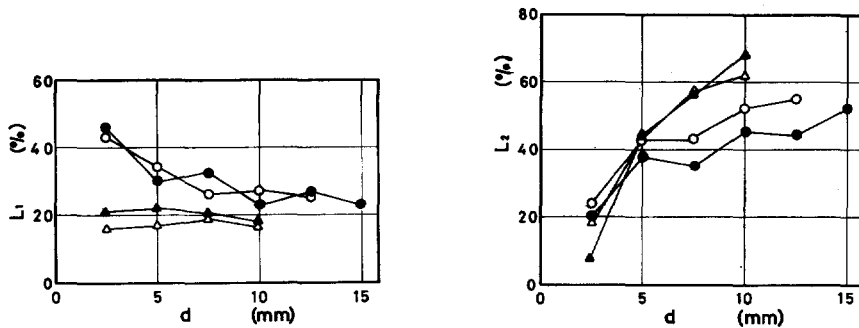


Fig. 14. 単板歩出し厚さ (d) と 1 次 (L_1) および 2 次 (L_2) 裏割れ率の関係
Relationship between nominal veneer thickness (d) and primary (L_1), and secondary (L_2) lathe check depth.

● : Bagtikan, ○ : Apitong, △ : Amberoï, ▲ : Radiata pine

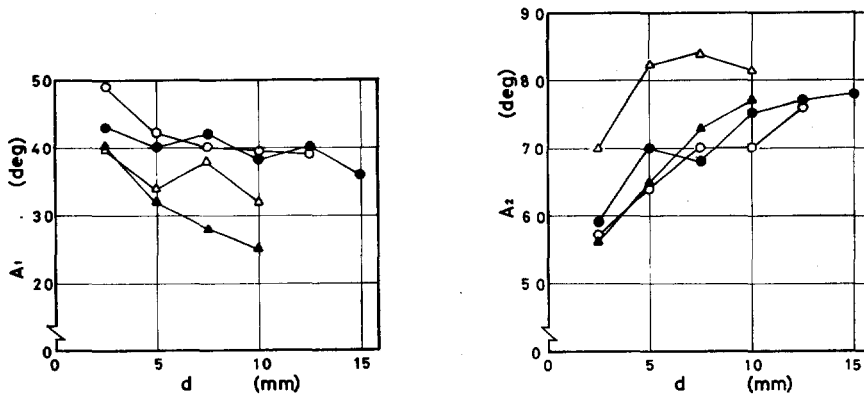


Fig. 15. 単板歩出し厚さ (d) と 1 次 (A_1) および 2 次 (A_2) 裏割れ侵入角度の関係
Relationship between nominal veneer thickness (d) and primary (A_1), and secondary (A_2) lathe check angle.

Marks : refer to Fig. 14

単板歩出し厚さを変化させたときの裏割れの形態をみるために、Fig. 10 に示した 1 次および 2 次裏割れ率 (L_1 , L_2), 1 次および 2 次裏割れ侵入角度 (A_1 , A_2) を求め、単板歩出し厚さに対してプロットした結果を Fig. 14 および Fig. 15 に示す。単板歩出し厚さを変化させても、アンベロイおよびラジアータパインでは、1 次裏割れ率にほとんど変化はみられず、ほぼ一定の値を示しているのに対して、バクチカンおよびアピトンでは、単板歩出し厚さが厚くなるにつれて、1 次裏割れ率はしだいに低下する傾向がみられる。2 次裏割れ率は、供試 4 樹種に共通して単板歩出し厚さが厚くなるほど大きな値をとるが、その増加の割合は、バクチカンおよびアピトンに比較して、アンベロイおよびラジアータパインの方が大きくなっている。裏割れの侵入角度についてみると、単板歩出し厚さが厚くなるほど、裏割れの 1 次侵入角度は減少し、逆に 2 次侵入角度は増加して、いずれも一定の値に接近していく。

単板歩出し厚さを変化させて切削したときの裏割れを肉眼で観察し、前述の 4 形態に分類すると、単板

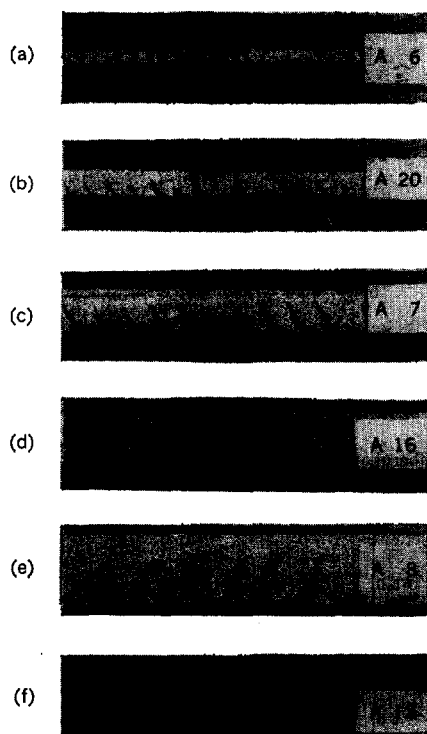


Fig. 16. 単板歩出し厚さを変化させたときの裏割れ (バクチカン)

Lathe check in various nominal veneer thickness (Bagtikkan).

単板歩出し厚さ (mm) Nominal veneer thickness :
(a) 2.5, (b) 5.0, (c) 7.5, (d) 10.0, (e) 12.5, (f) 15.0

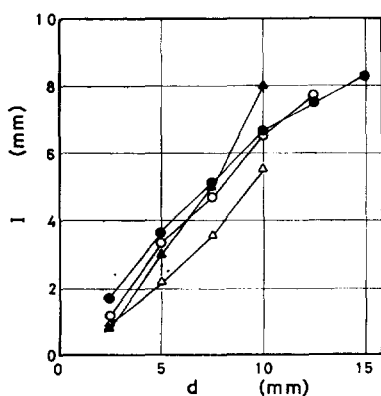


Fig. 18. 単板歩出し厚さ (d) と裏割れ間隔 (I) の関係

Relationship between nominal veneer thickness (d) and interval of lathe checks (I).

Marks : refer to Fig. 14

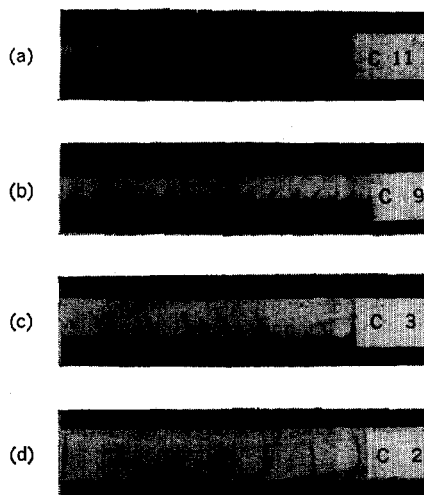


Fig. 17. 単板歩出し厚さを変化させたときの裏割れ (ラジアータパイン)

Lathe check in various nominal veneer thickness (Radiata pine).

単板歩出し厚さ (mm) Nominal veneer thickness :
(a) 2.5, (b) 5.0, (c) 7.5, (d) 10.0

歩出し厚さが薄い場合には、斜線形の割れが現れるが、厚くなるにつれて屈折形になり、さらに多岐形に変化していく。単板歩出し厚さを変化させたときの裏割れの形態例として、Fig. 16 および Fig. 17 にバクチカンおよびラジアータパイン単板に生じている裏割れの状態を示す。

単板歩出し厚さと裏割れ間隔の関係についての実験結果を Fig. 18 に示す。裏割れ率が低下すると裏割れ間の間隔が狭くなることは、これまでも知られているが、本実験でも同様な結果が示されている。しかし、Fig. 12 に示しているように、単板歩出し厚さが厚くなると裏割れ率は高くなるが、その傾向は樹種によりかなり異なるにもかかわらず、単板歩出し厚さと裏割れ間隔との関係では樹種による差は小さい。McMILLIN⁴⁸⁾ および STRÜBING ら¹⁰⁸⁾ により、薄単板切削における裏割れ率と裏割れ間隔との関係が求められているが、本実験で検討した単板歩出し厚さを変化させた場合、両者の関係は樹種により若干異なる傾向を示

すものと考えられる。この点に関しては、本項に示した単板歩出し厚さを変化させて単板切削を行ったときの値だけでなく、原木煮沸温度条件および刃口間隔条件を変化させて切削したときの値も含めて、5. 単板品質相互間の関係の項で検討する。

2.1.3. 面 あらさ

触針法で求めた単板の表裏両面におけるプロフィールを Fig. 19 に示す。個々のピークの形状をみると、一般に単板歩出し厚さが厚くなると、単板裏面ではピークの頂端が鋭く、単板表面ではやや平坦になる。

単板歩出し厚さと単板の表面および裏面の面あらさ（最大高さ）の関係を求め Fig. 20 に示す。面あらさは、単板表面および裏面にかかわらず、単板歩出し厚さが厚くなるにつれて高くなるが、バクチカン、アピトン、アンベロイ 3 樹種では、歩出し厚さが薄い範囲における増加の割合いがやや大きいのに対して、ラジアータパインでは、逆の傾向、つまり単板歩出し厚さが 2.5 mm から 7.5 mm の範囲に比較して、7.5 mm から 10 mm の範囲における増加の割合が大きく現れている。なお、単板歩出し厚さが薄い場合には、単板表面と裏面における面あらさは同程度の値を示しているが、厚くなると単板裏面における値がやや高くなってくる。

Table 4. 単板歩出し厚さ (d) を変化させたときの単板面あらさ (R) の平均値および標準偏差

Values of average and standard deviation of veneer surface roughness (R) in various nominal veneer thickness (d).

Species	d (mm)	R					
		Tight side			Loose side		
		n	Ave. (mm)	S. D. (mm)	n	Ave. (mm)	S. D. (mm)
Bagtikan	2.5	110	0.12	0.05	110	0.12	0.04
	5.0	150	0.16	0.06	150	0.19	0.06
	7.5	150	0.16	0.08	150	0.20	0.07
	10.0	140	0.20	0.08	140	0.22	0.09
	12.5	110	0.23	0.10	110	0.30	0.12
	15.0	140	0.23	0.09	140	0.28	0.10
Apitong	2.5	230	0.09	0.03	230	0.11	0.04
	5.0	230	0.15	0.06	230	0.17	0.06
	7.5	260	0.17	0.06	260	0.17	0.07
	10.0	220	0.21	0.08	220	0.24	0.09
	12.5	180	0.23	0.10	180	0.30	0.10
Amberoi	2.5	90	0.13	0.05	90	0.13	0.05
	5.0	65	0.20	0.08	65	0.20	0.09
	7.5	80	0.19	0.08	80	0.20	0.09
	10.0	75	0.19	0.10	75	0.24	0.13
Radiata pine	2.5	90	0.08	0.06	90	0.07	0.05
	5.0	105	0.09	0.05	105	0.10	0.06
	7.5	150	0.11	0.07	150	0.13	0.06
	10.0	110	0.25	0.14	110	0.29	0.13

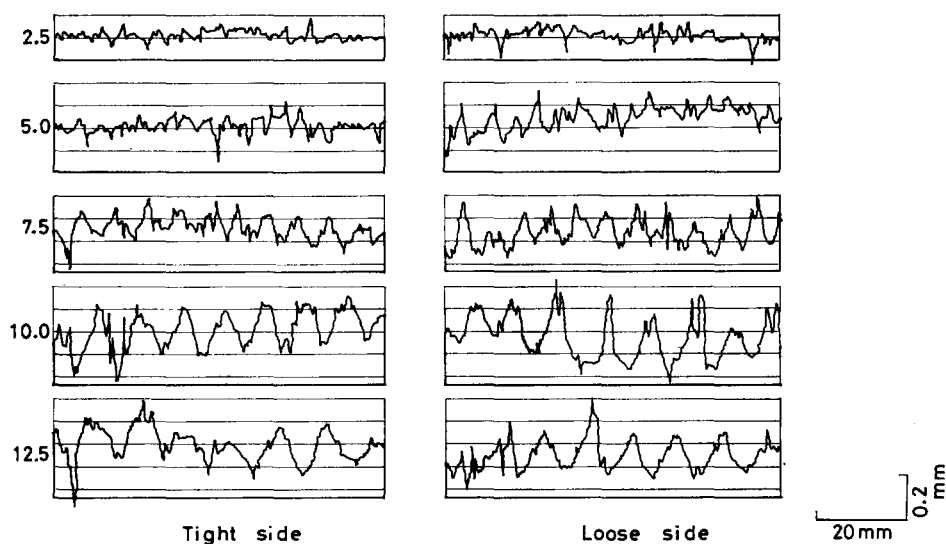


Fig. 19. 単板面のプロフィール例 (バクチカン)
Example of veneer surface profile (Bagtikan).

d : 単板歩出し厚さ Nominal veneer thickness

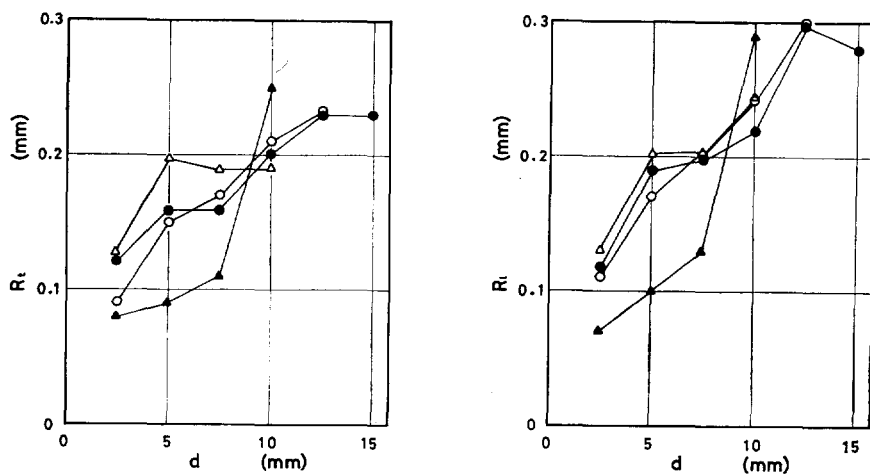
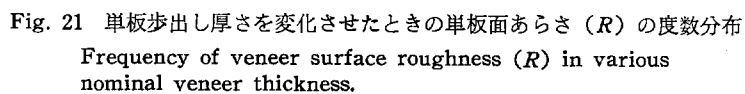


Fig. 20. 単板歩出し厚さ (d) と単板表面 (R_t) および裏面 (R_l) の面あらさの関係

Relationship between nominal veneer thickness (d) and veneer surface roughness of tight side (R_t), and loose side (R_l).

Marks : refer to Fig. 14



既往の研究報告によると、広葉樹単板に比較して針葉樹単板の切削面は一般に悪くなる傾向がみられる³⁷⁾¹²⁶⁾。しかし、本実験で取りあげたラジアータパインの場合、単板歩出し厚さが薄い範囲では、供試広葉樹材 3 樹種に比較して切削面は良好である。

供試樹種および単板歩出し厚さ条件ごとに面あらさに関する測定値の平均値および標準偏差を Table 4 に示す。全般的にみて、標準偏差は単板歩出し厚さが厚くなると、バクチカン、アピトン、アンペロイ 3 樹種では徐々に高くなる傾向がみられるが、ラジアータパインでは 2.5 mm から 7.5 mm の歩出し厚さの範囲ではほとんど変化しないとみなしてもよく、単板歩出し厚さが 10 mm になると、急激に高くなっている。単板表面と裏面における標準偏差を比較した場合、両者の間には大きな差は認められない。

面あらさの測定値の度数分布を Fig. 21 に示す。単板歩出し厚さが薄い場合には、面あらさの測定値のばらつきも小さく、例えば単板歩出し厚さを 2.5 mm にしたときの単板表面の面あらさが 0.2 mm 未満の測定値の出現率は、バクチカン 93%、アピトン 100%、アンペロイ 91%、ラジアータパイン 93% になる。

2.2. 考 察

原木半径方向における切削位置の違いによる単板の厚さむらは、主にチャックによる原木の保持力の不足に伴う原木の回転むらおよび原木の材質の相違に左右される。単板切削時に原木のチャック圧入部に作用するトルクは切削抵抗、原木径などに関係する。切削位置が原木外周部に近いほど、また単板歩出し厚さを厚く設定して切削するほど、このトルクは増大し、チャックによる原木の保持不良を起こして原木の回転が円滑に行われなくなり、原木 1 回転に対する刃物の送り量が変化するため、実験結果の一部にみられるように、原木外周部に近い位置から得られた試料単板間における厚さむらの増大となって現れている。また、原木のチャック圧入部が材質的に脆弱な場合、さらにチャックのつめの形状、チャックの径が適正でない場合にも、原木の回転が円滑に行われなくなり、単板の厚さむらが大きくなる。原木材質からみた単板歩出し厚さの限界および厚単板切削に適するチャックの形状などについては、今後検討すべき余地が残されているが、小径チャックに半円形、大径チャックに T 字形のチャックを用いた本実験から得られた結果についてみると、単板歩出し厚さを 10 mm 以上に設定することは、単板の厚さむらの点からみてかなり問題があるように思われる。なお、使用した小径チャックの径は 80 mm であるが、小径チャックで厚さ 10 mm の単板切削を行うと、原木径が 20 cm 以下でもチャックが空転し、単板切削が不可能になる場合が多くみられた。

つぎに、単板厚さの平均値は、Table 3 に示しているように単板歩出し厚さより低い値を示している。これは、各単板歩出し厚さに対して刃口水平方向絞りを 90% に設定して切削しているため、単板内にノーズバーによる圧縮残留ひずみを生じたことと、1 本の原木で切削開始後の初期段階における単板厚さが薄く現れる初期薄単板化現象によるものである。単板歩出し厚さに対する単板厚さの減少率は、歩出し厚さの小さいほど大きく、しかも供試樹種では比重の小さいほど大きく、特にアンペロイを単板歩出し厚さ 2.5 mm および 5.0 mm の条件で切削したときの減少率は、他の 3 樹種に比較して大きくなっている。この主な原因は、アンペロイの場合バクチカンあるいはアピトンに比較して原木径が小さいため、1 本の原木から切削できる試料単板のうち初期薄単板化現象の程度の大きい単板の占める比率が高いためである (Fig. 11)。

単板歩出し厚さと裏割れ率の関係は、Fig. 12 に示すように樹種によって異なる傾向が認められ、バクチカンは他の樹種に比較して、単板歩出し厚さの小さな範囲での裏割れ率が高く、しかも歩出し厚さによ

る裏割れ率の増加が少ない。これは、樹種による材質あるいは強度的な性質の相違によるものと考えられ、バクチカンおよびアンペロイ 2 樹種について、被削材木口面に格子線をつけ、バーを圧入したときの被削材の変形状態を観察すると、アンペロイの場合にはバクチカンに比較してバー作用点付近の被削材部に局部的な大きな圧縮変形の発生がみられ、これが裏割れの形成に関与する。

単板の面あらさは、接着剤の塗布量あるいは接着力、単板面が製品面に現れる場合には、美観的な面からその許容限度が決められる。表面に化粧用の厚さ 0.5 mm から 0.9 mm 程度の薄単板を接着した場合、コア単板の表面あらさが 0.3 mm 以上になると、化粧用単板を通してその影響が表面に現れるという実験結果が出されている¹¹⁷⁾。上記のコア単板の表面あらさの許容値は、表面化粧用単板の樹種によっても当然異なってくるものと思われるが、一応この値を基準にとって本実験で得られた結果を考察する。バクチカンあるいはアピトンで単板歩出し厚さを 10 mm にして切削したときの単板表面の面あらさは、その測定値の度数分布を Fig. 21 に示しているように、かなり大きな値も現れるが、平均値は 0.20~0.23 mm 程度である。この場合、単板の乾燥方法としてプレス乾燥（熱盤乾燥）法を採用すれば、面あらさの値はさらに低下することが予想され、表面に化粧用単板を接着して使用する場合には、コア単板の厚さが 10 mm 程度でも大きな問題は生じないものと考えられる。アンペロイについては、単板歩出し厚さが 10 mm 以下の実験しか行っていないが、単板歩出し厚さが 5 mm から 10 mm の範囲で、単板表面の面あらさは、ほとんど変化せず 0.2 mm 以下の値を示しており問題はない。ラジアータパインの場合、実験を行った範囲では面あらさは許容値以下になっているが、単板歩出し厚さが 7.5 mm から 10 mm の間で面あらさが急激に増加する傾向から判断すると、単板歩出し厚さを 10 mm 以上に設定した場合やや問題が生ずることも懸念される。

2.3. ま と め

単板歩出し厚さを変化させてバクチカン、アピトン、アンペロイ、ラジアータパイン 4 樹種の単板切削を行い、単板品質に及ぼす単板歩出し厚さの影響を調べた。単板歩出し厚さの最小値は供試 4 樹種とも 2.5 mm、最大値は樹種によって異なり、バクチカン 15.0 mm、アピトン 12.5 mm、アンペロイおよびラジアータパイン 10.0 mm である。得られた結果を要約すると、次のようになる。

(1) 単板の厚さむらは、アンペロイを除く 3 樹種では、単板歩出し厚さが厚くなるにつれて増大する。ただ、バクチカンの場合単板歩出し厚さを 15 mm、アピトンの場合 12.5 mm、ラジアータパインの場合 10 mm に設定して切削したとき、それ以下の単板歩出し厚さ条件に比較して、厚さむらは急激に大きくなる。

(2) 単板歩出し厚さを厚く設定した場合、一部の条件では原木外周部に近い部位から得られる単板の厚さむらが大きくなっている。この原因として、切削時に原木のチャック圧入部に作用するトルクの増大による原木回転の変動が挙げられる。

(3) 単板歩出し厚さが薄いほど裏割れ率は低くなる。この場合、バクチカンでは単板歩出し厚さが 2.5 mm から 15 mm の範囲で約 10%、アピトンでは 2.5 mm から 12.5 mm の範囲で約 20% しか変化しないのに対して、アンペロイおよびラジアータパインでは 2.5 mm から 10 mm の範囲で 45~55% もの大きな変化を示している。アンペロイおよびラジアータパインの場合、単板歩出し厚さが 2.5 mm から 5 mm の間における裏割れ率の変化が特に大きい。

(4) 単板の面あらさは、単板歩出し厚さが薄くなるほど低くなるが、ラジアータパインでは単板歩出

し厚さが 10 mm から 7.5 mm の間で大きく低下し、他の 3 樹種とやや異なる傾向がみられる。単板歩出し厚さが薄い範囲では、単板表面と裏面における面あらさの値に大きな差はないが、厚くなると、単板表面に比較して裏面における値が大きくなっている。単板歩出し厚さを 10 mm 以下に設定して切削した場合、単板表面の面あらさはラジアータパインを除くと 0.2 mm 以下になっており、表面に化粧用薄単板を接着して使用する場合大きな問題は生じない。ただ、単板面が直接目に触れ、美観的な要素を要求される場合には、研磨布紙などによる仕上げ加工が必要である。

(5) 単板歩出し厚さが厚くなるほど、裏割れの 1 次侵入角度は小さく、裏割れ間の間隔は広くなる。この傾向は、2 次元切削による単板形成過程の観察結果と一致しており¹¹⁸⁾、単板歩出し厚さが厚くなることにより、刃先前方に生ずる先割れの方向が切削方向に接近し、その長さも長くなるためである。

3. 原木煮沸温度の影響

3.1. 実験結果

バクチカン、アピトン、ラジアータパイン 3 樹種の供試原木について、単板切削にさきだち原木の煮沸処理を行い、その煮沸温度が単板品質に及ぼす影響を調べた。なお、比重の低いアンペロイについては、単板歩出し厚さと単板品質の関係を求めた前項における実験から、煮沸処理を行わなくても厚さ 10 mm 程度の単板切削は可能だと判断され、逆に煮沸処理を行うことにより材が軟化し、チャックによる原木の保持および回転不良の生ずる率も大きくなることが懸念されるため、本項における実験には取り上げなかった。

実験において、単板歩出し厚さは 10 mm、刃口水平方向間隔を単板歩出し厚さの 90% に設定した。

3.1.1. 単板厚さ

原木煮沸温度を変化させて単板切削を行ったときの単板厚さの測定結果を Table 5 に示す。単板の厚

Table 5. 原木煮沸温度 (T) を変化させたときの単板厚さ (t)
Veneer thickness (t) in various log heating temperature (T).

Species	T (°C)	n	t (mm)				
			Ave.	Max.	Min.	Range	S. D.
Bagtikan	green (23)	128	9.94	10.27	9.61	0.66	0.15
	45	96	9.87	10.01	9.70	0.31	0.08
	60	80	9.88	10.00	9.68	0.32	0.06
	75	100	9.87	10.02	9.61	0.41	0.07
	90	92	9.86	9.94	9.58	0.36	0.05
Apitong	45	88	9.92	10.35	9.35	1.00	0.15
	60	88	9.92	10.07	9.64	0.43	0.10
	75	88	9.94	10.18	9.71	0.47	0.08
	90	96	9.91	10.06	9.72	0.34	0.06
Radiata pine	green (23)	44	9.93	10.38	9.42	0.96	0.18
	45	48	9.88	10.07	9.43	0.64	0.12
	60	40	9.91	10.23	9.57	0.66	0.14
	75	40	9.88	10.13	9.72	0.41	0.10

さむらは、同表に示した測定値の最大、最小値の差あるいは標準偏差にみられるように、煮沸温度が低くなると大きくなる。この場合、バクチカンとラジアータパインでは、煮沸処理を行わない生材での切削時に、単板の厚さむらは特に大きくなり、前者の場合 45°C の条件で煮沸処理を行うことにより、厚さむらは大きく低下している。アピトンについては、生材での切削は行っていないが、45°C で処理したときでも厚さむらは非常に大きい。

同一温度条件時におけるバクチカンとアピトンの厚さむらを比較すると、比重の高い後者の方が大きく、ラジアータパインでは、原木煮沸温度を高めても厚さむらの低下は小さく、バクチカンあるいはアピトンに比較すると、厚さむらはやや大きく現れている。単板厚さの平均値は、刃口水平方向間隔を単板歩出し厚さの 90% に設定して単板切削を行っていることにもより、いずれの原木煮沸温度条件でも単板歩出し厚さより薄くなっている。単板厚さの平均値と単板歩出し厚さの差は、バクチカンおよびラジアータパインの生材切削時に若干小さいが、原木煮沸温度を変化させても、その差には大きな相違は認められない。

試料単板間における単板厚さの変動を調べた実験結果を Fig. 22 に示す。なお、バクチカンについては生材および 90°C、アピトンについては 45°C および 90°C、ラジアータパインについては生材および 75°C の原木煮沸条件で切削したときの実験結果だけを示すにとどめた。バクチカンおよびアピトンの試料単板間における単板厚さの変動をみると、原木煮沸温度が低いときには単板厚さの変動も大きい、原木の半径方向における単板の厚さむらには顕著な差は認められない。ラジアータパインでは、バクチカンおよびアピトンに比較して、温度が低いときでも隣接する試料単板間における厚さの変動は小さいが、切削開始直後の単板厚さが薄く、切削が進むにつれて徐々に厚くなっていく初期薄単板化現象がみられ、このことが Table 5 に示しているラジアータパイン単板の大きな厚さむらに関係する。

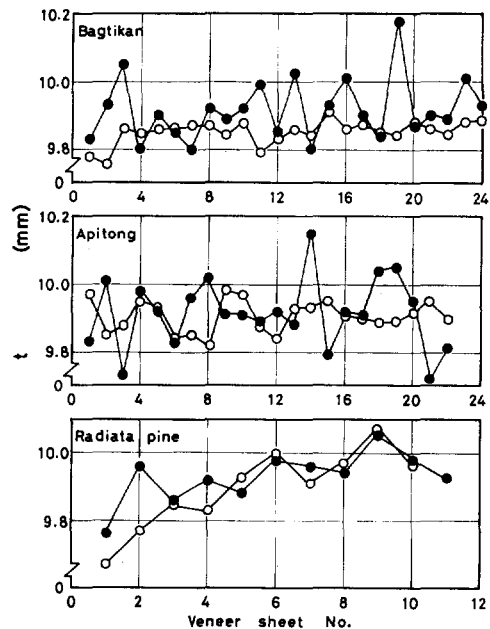


Fig. 22. 各試料単板における単板厚さ (t)
Veneer thickness (t) at each veneer sheet.
Bagtikan : ● green, ○ heating at 90°C,
Apitong : ● 45°C, ○ heating at 90°C, Radiata
pine : ● green, ○ heating at 75°C, Veneer
sheet No. : refer to Fig. 9

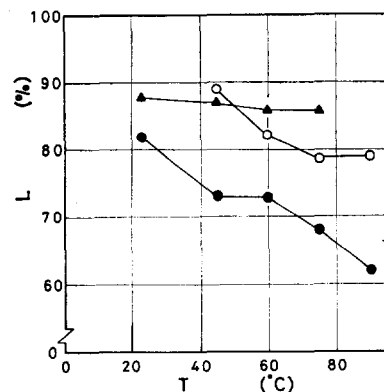


Fig. 23. 原木煮沸温度 (T) と裏割れ率 (L) の関係
Relationship between log heating temperature (T) and lathe check depth (L).

● : Bagtikan, ○ : Apitong,
▲ : Radiata pine

3.1.2. 裏 割 れ

原木煮沸温度と裏割れ率の関係を求めた実験結果を Fig. 23 に示す。これまでも 薄単板切削において、原木煮沸温度を高めることにより裏割れ率は低下することが知られている。本項で取り上げた単板歩出し厚さを 10 mm に設定した厚単板切削の場合でも、樹種により程度にかなり差はみられるが、原木煮沸温度の上昇に伴い裏割れ率は低下する傾向がみられる。つまり、バクチカンでは生材切削時に約 80% の裏割れ率を示しているが、90°C になると 60% 程度まで低下し、アピトンでは 45°C から 90°C まで変化する間で、裏割れ率は 90% から 80% にわずかではあるが低下している。ラジアータパインについては、原木煮沸温度が最高 75°C までの実験しか行っていないが、バクチカンおよびアピトンと比較すると、温度上昇に伴う裏割れ率の低下は非常に小さく、生材切削時と 75°C 煮沸処理時の間における裏割れ率の低下は 3～4% にすぎない。

裏割れ率の測定値の度数分布を Fig. 24 に示す。バクチカンでは原木煮沸温度が 90°C のときに測定値は全体的に低下するが、出現範囲は必ずしも狭くならず、測定値の標準偏差も若干高くなる傾向もみられるが、全般的にみて原木煮沸温度と測定値のばらつきの程度との間には、はっきりした関係は見出せない。

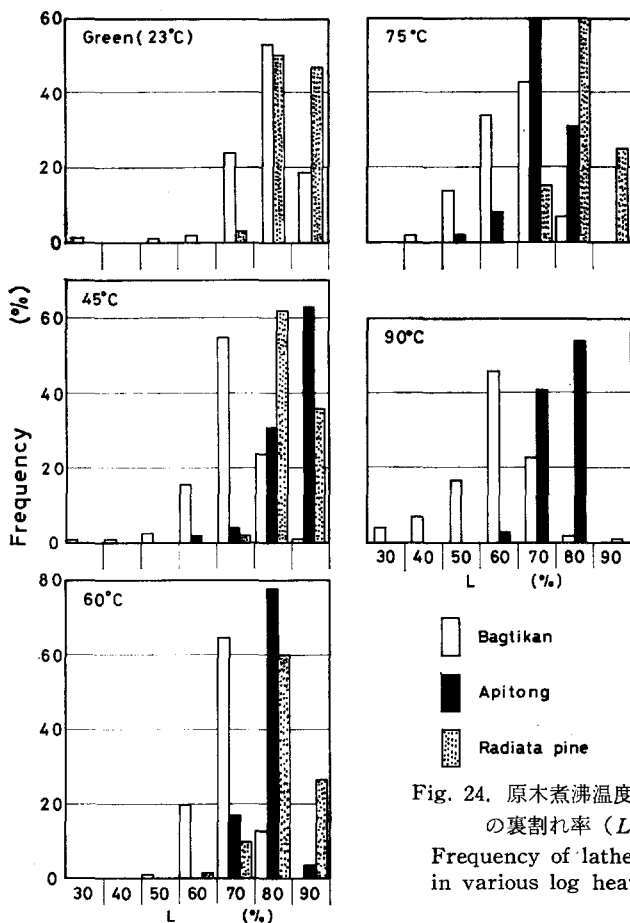


Fig. 24. 原木煮沸温度を変化させたときの裏割れ率 (L) の度数分布
Frequency of lathe check depth (L) in various log heating temperature.

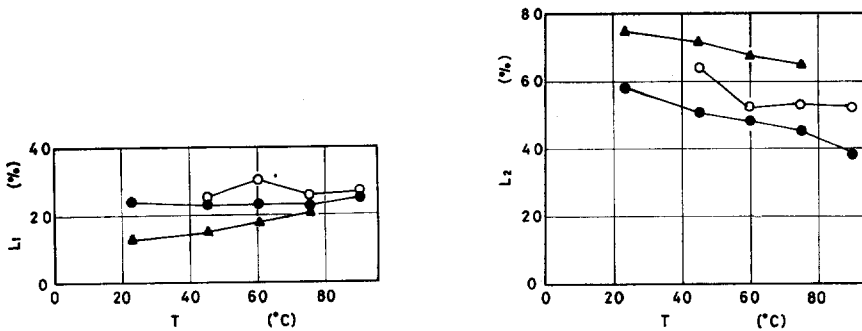


Fig. 25. 原木煮沸温度 (T) と 1 次 (L_1) および 2 次 (L_2) 裏割れ率の関係
Relationship between log heating temperature (T) and primary (L_1), and secondary (L_2) lathe check depth.

Marks : refer to Fig. 23

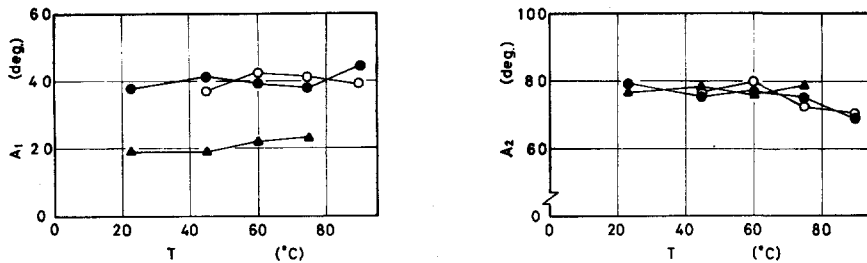


Fig. 26. 原木煮沸温度 (T) と 1 次 (A_1) および 2 次 (A_2) 裏割れ侵入角度の関係
Relationship between log heating temperature (T) and primary (A_1), and secondary (A_2) lathe check angle.

Marks : refer to Fig. 23

原木煮沸温度と 1 次、2 次裏割れ率および 1 次、2 次裏割れ侵入角度の関係を求めた実験結果を Fig. 25 および Fig. 26 に示す。1 次裏割れ率は、ラジアータパインでは、原木煮沸温度が高くなると、わずかなではあるが高くなる傾向もみられるが、バクチカンおよびアピトンでは、温度を変化させても、ほぼ一定の値を示している。これに対して、2 次裏割れ率は、供試 3 樹種に共通して、温度が高くなるほど低下する傾向がみられる。ただし、アピトンについては、60°C 以上の原木煮沸温度ではほとんど変化はみられず一定の値を示している。裏割れの侵入角度についてみると、1 次裏割れ侵入角度は原木煮沸温度にほとんど左右されず、実験を行った温度条件範囲で、バクチカンおよびアピトンの場合約 40°、ラジアータパインの場合にはこれら 2 樹種に比較してかなり小さく約 20° になっている。2 次裏割れ侵入角度は、バクチカンおよびアピトンを原木煮沸温度 60°C 以上で切削すると、若干低下する傾向もみられるが、その低下量は小さく、また樹種による相違もほとんどみられず、実験条件の範囲で 70°~80° の値を示している。

単板内における裏割れの発生状態例を、バクチカンおよびラジアータパイン 2 樹種について、Fig. 27 および Fig. 28 に示す。バクチカンおよびアピトンを低い原木煮沸温度条件で切削した場合、数本の割れ

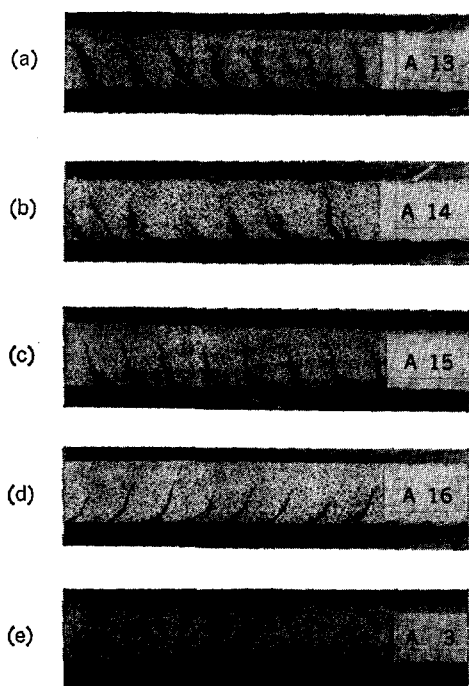


Fig. 27. 原木煮沸温度を変化させたときの裏割れ (バクチカン)

Lathe check in various log heating temperature (Bagtikan).

原木煮沸温度 Log heating temperature (°C):
(a) green (23), (b) 45, (c) 60, (d) 75, (e) 90

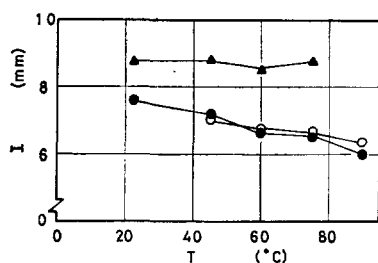


Fig. 29. 原木煮沸温度 (T) と裏割れ間隔 (I) の関係

Relationship between log heating temperature (T) and interval of lathe check (I).

Marks: refer to Fig. 23

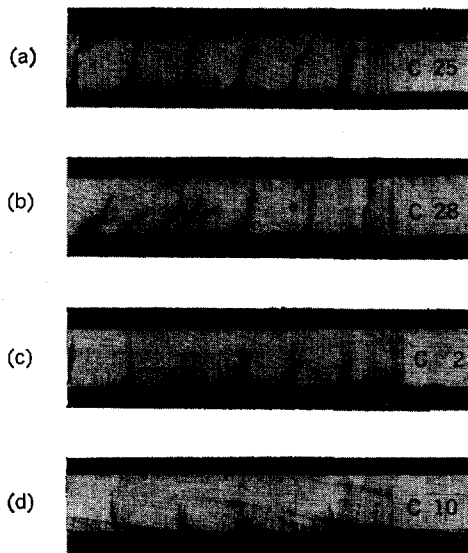


Fig. 28. 原木煮沸温度を変化させたときの裏割れ (ラジアータパイン)

Lathe check in various log heating temperature (Radiata pine).

原木煮沸温度 Log heating temperature (°C):
(a) green (23), (b) 45, (c) 60, (d) 75

が交錯して現れる多岐形の裏割れが現れるが、温度が高くなると屈折形に移行し、ラジアータパインの場合には、温度に関係なく斜線形あるいは屈折形の裏割れが現れる。

原木煮沸温度と裏割れ間隔の関係を求めた実験結果を Fig. 29 に示す。前にも述べたように、一般に裏割れ率が高くなると裏割れ間隔は広くなることが知られているが、本実験で得られた結果についても同様な傾向がみられる。つまり、煮沸温度を変化させても裏割れ率の変化はごくわずしかし認められなかったラジアータパインでは、裏割れ間隔もほとんど変化していない。これに対して、バクチカンおよびアピトンでは、温度が高くなるにつれて裏割れの間隔もしだいに狭くなる。

しかし、Fig. 23 に示しているように温度の上昇に伴う裏割れ率の低下には、バクチカンとアピトンでやや差はみられるにもかかわらず、原木煮沸温度と裏割れ間隔の関係では両樹種間に差は認められない。

3.1.3. 面あらし

単板の表面および裏面の面あらし(最大高さ)と原木煮沸温度の関係についての実験結果を Fig. 30 に示す。単板の表面と裏面にかかわらず、単板の面あらしは供試3樹種とも原木煮沸温度を高めることにより低下する。なお、バクチカンおよびラジアータパインの単板表面の面あらしは、生材状態で切削する

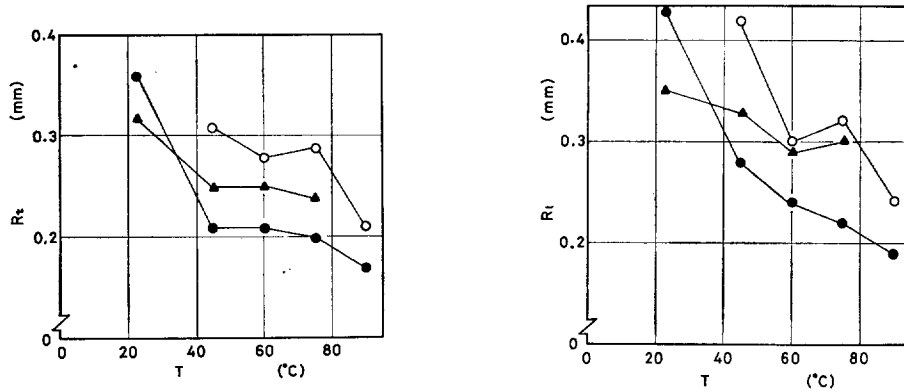


Fig. 30. 原木煮沸温度 (T) と単板表面 (R_t) および裏面 (R_i) の面あらし
Relationship between log heating temperature (T) and veneer
surface roughness of tight side (R_t), and loose side (R_i).

Marks : refer to Fig. 23

Table 6. 原木煮沸温度 (T) を変化させたときの単板面あらし (R)
の平均値および標準偏差

Values of average and standard deviation of veneer surface
roughness (R) in various log heating temperature (T).

Species	T (°C)	R					
		Tight side			Loose side		
		n	Ave. (mm)	S. D. (mm)	n	Ave. (mm)	S. D. (mm)
Bagtikan	green (23)	140	0.36	0.18	140	0.43	0.15
	45	140	0.21	0.10	140	0.28	0.09
	60	140	0.21	0.10	140	0.24	0.10
	75	140	0.20	0.08	140	0.22	0.09
	90	140	0.17	0.06	140	0.19	0.06
Apitong	45	220	0.31	0.12	220	0.42	0.14
	60	230	0.28	0.10	220	0.30	0.09
	75	230	0.29	0.10	230	0.32	0.09
	90	220	0.21	0.08	220	0.24	0.09
Radiata pine	green (23)	110	0.32	0.15	105	0.35	0.16
	45	120	0.25	0.13	115	0.33	0.12
	60	110	0.25	0.14	110	0.29	0.13
	75	100	0.24	0.14	100	0.30	0.14

とかなり高い値を示しているが、45°Cで煮沸処理を行うことにより急激に低下し、それ以上温度を高めても大きな低下は望めない。アピトンについては、生材状態での単板切削は行っていないため、原木煮沸温度が低い範囲での面あらさの変化はわからないが、45°Cから90°Cの実験条件範囲では、温度が高いときに面あらさの低下はやや大きく現れている。単板裏面では、アピトンの場合でも他の2樹種と同様に、原木煮沸温度が低い範囲において、温度上昇に伴う面あらさの低下の割合が大きくなっている。

供試樹種別に面あらさの測定値の度数分布を Fig. 31 に、原木煮沸温度条件ごとの面あらさの平均値および標準偏差を Table 6 に示す。バクチカンを生材状態で切削した場合には、測定値の出現範囲がかなり広くなり、このことは Table 6 に示した標準偏差にも表れている。標準偏差をみると、バクチカンでは生材切削時における値が特に大きく、その値は45°Cで原木を煮沸することにより急激に低下するが、それ以上温度を高めても低下量はわずかである。ラジアータパインでは、実験を行った原木煮沸温度

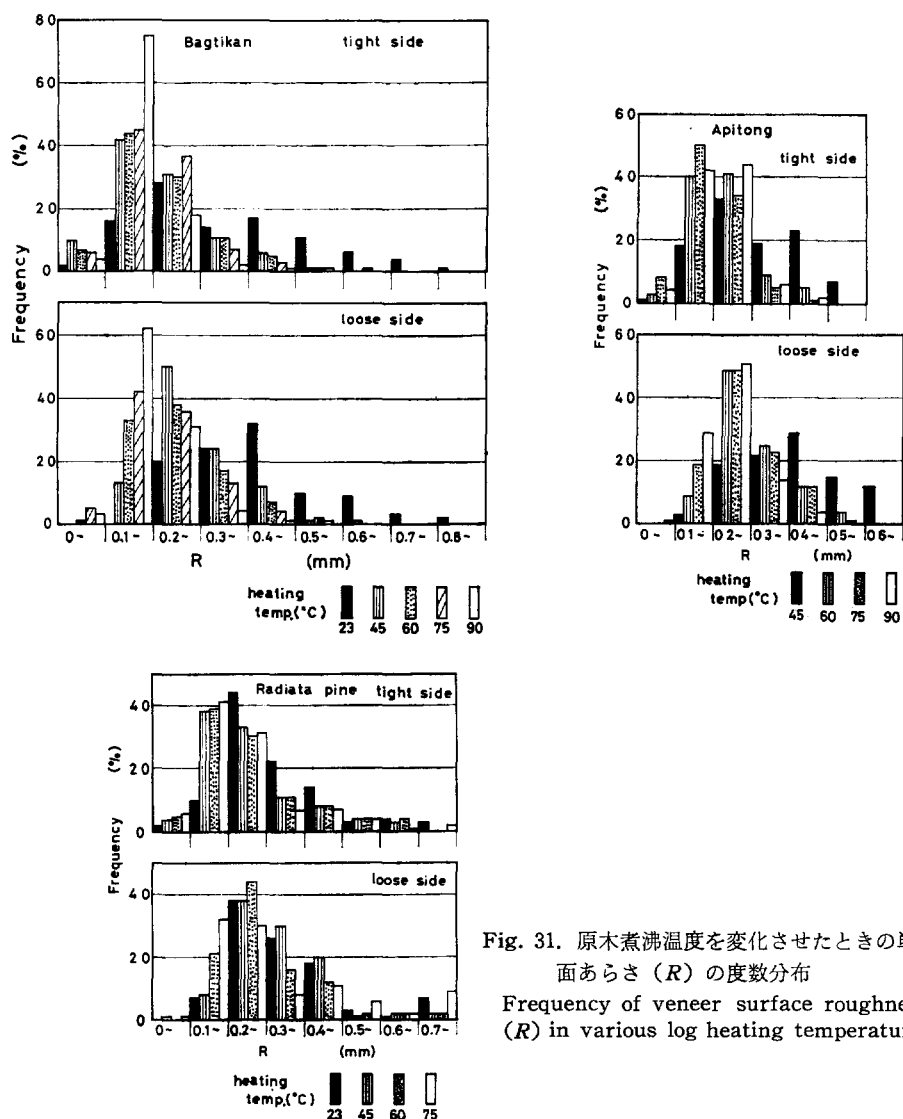


Fig. 31. 原木煮沸温度を変化させたときの単板面あらさ (R) の度数分布

Frequency of veneer surface roughness (R) in various log heating temperature.

条件範囲において、標準偏差にはほとんど差はみられず、また他の供試2樹種に比較して値は高くなっている。単板裏面と表面における面あらさを比較すると、前者の方が若干高くなっており、バクチカンとアピトンでは、原木煮沸温度が低い時には両者間の差も大きいですが、温度が高まるにつれてその差は小さくなってくる。

3.2. 考 察

チャックによる原木の保持および回転不良による単板厚さの変動は、単板切削時における切削抵抗の大きさ、原木径、原木のチャック圧入部の材質などに左右される。原木煮沸温度が高くなると切削抵抗は低下し、原木のチャック圧入部に作用する力は小さくなるが、この原木部分の材質も軟化されているため、チャックに対する原木の固定が確実に行われなかった場合が生ずる。この場合、単板の厚さむらは原木外周部に近い部位から得られる単板に大きく現れやすい。得られた実験結果をみると、アピトンを高温で煮沸処理したときに、原木外周部に近い部位から得られる単板の厚さむらがやや大きく現れているが、全般的にみて、原木半径方向の原木部位による単板の厚さむらには、はっきりした差は認められない。

単板歩出し厚さを1mmにし、原木煮沸温度を60°Cから90°Cの範囲で変化させてアピトンの単板切削を行った既往の実験結果⁴⁰⁾によると、裏割れ率は60°Cの時には37%であるが、80°Cでは30%、90°Cになると17%まで低下している。また、本実験で供試したバクチカンとほぼ同じ比重であるレッドメランチを単板歩出し厚さを1mmに設定して切削したときの裏割れ率は、生材切削時で58%、80°Cで煮沸処理した場合36%になっている。上記の値と、本実験で得られた単板歩出し厚さ10mmの結果を比較すると、特にアピトンの場合、原木煮沸温度の上昇に伴う裏割れ率の低下にはかなり大きな差がみられる。このことから、温度の上昇に伴う裏割れ率の低下は単板歩出し厚さに左右され、単板歩出し厚さが厚くなると温度効果も低下することが類推できる。

原木煮沸温度を高めることにより、樹種により程度に差はあるが裏割れ率は低下する。この裏割れ率の低下は、切削時に生ずる先割れに関係する1次裏割れの深さには左右されず、先割れが発生したあと切削の進行に伴い助長されて生ずる2次裏割れの深さの変化によるもので、2次裏割れの深さを減少させることに對して、高温処理を行うことは効果がある。

単板の面あらさは、バクチカンでは生材状態で切削すると、かなり高い値を示しているが、50°C程度の低い温度でも煮沸処理を行うことにより、面あらさは大きく低下し、表面に化粧用の薄単板を接着して使用する場合のコア単板の面あらさの許容値を0.3mmとすると、この許容値以下になっている。アピトンでは、原木煮沸温度が60°Cでも単板表面の面あらさは許容値以下になっているが、単板裏面の面あらさが大きいため、90°C程度の温度で煮沸処理を行う必要がある。ラジアータパインでは、バクチカンあるいはアピトンに比較すると、面あらさを低下させることに對する煮沸処理効果は小さい。この原因として、樹種による組織の相違と裏割れの形態の相違が挙げられる。特に後者について考えると、Fig. 26に示しているように、裏割れの1次侵入角度はラジアータパインでは、バクチカンあるいはアピトンに比較して小さく、またその角度は温度を変化させても、ほとんど変化していない。つまり、裏割れの1次侵入角度が小さく、切削方向に近い方向に割れが侵入すると、単板面には先割れによる材の割裂面の含まれる割合が大きくなり、単板面は悪化する。

3.3. ま と め

バクチカン、アピトン、ラジアータパイン3樹種の供試原木について、単板歩出し厚さを10mmに設

定し、原木の煮沸温度を変化させて単板切削を行い、単板品質に対する原木煮沸温度の影響を調べた。得られた結果をとりまとめると、次のようになる。

(1) 樹種により程度に相違はあるが、原木煮沸温度を高めて単板切削を行うことにより、単板の厚さむら、裏割れ率、面あらさは低下する。ラジアータパインでは、バクチカンあるいはアビトンに比較して、単板品質を向上させることに対する原木の煮沸処理効果は低い。

(2) 単板表面の面あらさは、バクチカンおよびラジアータパインを生材状態で、またアビトンで 45°C で煮沸処理して切削した場合には、0.3 mm 以上の値を示しており、その表面が製品面として使用される場合には、研磨布紙などによる表面仕上げ工程が必要である。また、表面に化粧用の薄単板を接着して使用する場合にも、コア単板の欠点や薄単板を通して表面に現れるおそれがある。なお、ラジアータパインでは煮沸温度を 75°C まで高めても、面あらさは 0.25 mm 程度までしか低下しないが、バクチカンでは 45°C 以上、アビトンでは 90°C の条件のとき、0.2 mm 程度まで低下し、高温煮沸処理の効果が認められる。

4. 刃口条件の影響

薄単板切削において、刃物とノーズバー間の刃口条件が単板の厚さ、厚さむら、裏割れ、面あらさなどの単板品質に大きな影響を及ぼすことは、既往の研究から明らかにされている。本項では、単板歩出し厚さを 10 mm に設定した厚単板切削における刃口条件と単板品質間の関係について検討する。単板品質に影響を及ぼす刃口条件として、Fig. 3 に示した刃先とノーズバー先端の関係で刃口間隔 (D)、刃口水平方向間隔 (H) および垂直方向間隔 (V)、バー先端形状などが挙げられる。実験では、刃口間隔を変化させた場合、刃口水平方向間隔を一定におき垂直方向間隔を変化させた場合、ローラーバーにおける刃口間隔 (Fig. 4 における W) を変化させて単板切削を行ったときの単板品質について検討を加えた。バーの形状として、現在日本における合板工場で一般に使用されているノーズバー (固定バー, fixed bar) と、主にアメリカおよびカナダにおける針葉樹単板切削に使用されているローラーバーの 2 種類に大別される。ノーズバーについては、その先端角度、逃げ面における単板拘束部 (restraint-bar) の有無、ローラーバーについては、その径および回転方法 (固定、自由回転、駆動回転) が問題になるが、本実験ではバー研削時における研削精度を考慮して、ノーズバーの場合には先端角度が 75° で逃げ面に単板拘束部をつけない一般に使用されている形状のものを使用し、ローラーバーは直径 25 mm で単板切削速度に同調させて回転させた。供試樹種はバクチカン (90°C)、アルモン (60°C)、アビトン (90°C)、アンペロイ (生材)、ラジアータパイン (60°C) で、それぞれ () 内の温度条件で 22~27 時間煮沸処理を行った。

4.1. 実験結果

4.1.1. ノーズバーと刃先の刃口間隔の影響

刃口間隔は、前述のように刃口水平方向間隔と垂直方向間隔の両者から決められ、しかも単板品質は両者の影響を受けると考えられるから、それぞれの方向の刃口間隔を変化させた場合の最適条件を求める必要がある。しかし、実際の単板切削工程において、刃口水平方向および垂直方向間隔を個々に調整することは、特に単板歩出し厚さを変化させて切削を行う場合、製造能率の面からみてかなり問題がある。したがって、ここでは実用的な実験資料を得ることを目的に、ノーズバー後退角を 12° に一定、すなわち両方向刃口間隔の比率を一定にして刃口間隔 (D) を変化させたときの単板品質について検討を加えた。なお、本実験において刃口間隔を 10.2 mm から 8.2 mm の範囲で 5 段階に変化させたが、刃口間隔が 10.2

mm のとき、刃口水平方向間隔と単板歩出し厚さはほぼ等しくなり、作図上ではバー先端の木材表面への接触圧が0の場合に相当する。

(1) 単板厚さ 供試樹種ごとに試料単板の厚さの測定結果をプロットし、Fig. 32 に示す。同図の横軸の veneer sheet No. は、Fig. 9 に示すように切削開始時から原木1回転分の単板を除いたあとの単板の切削長さとしみなしてよい。刃口間隔を 10.2 mm あるいは 9.7 mm に広く設定して切削した場合、アルモン、アンベロイ、ラジアータパインでは、原木外周部に近い部位から得られる試料単板間の厚

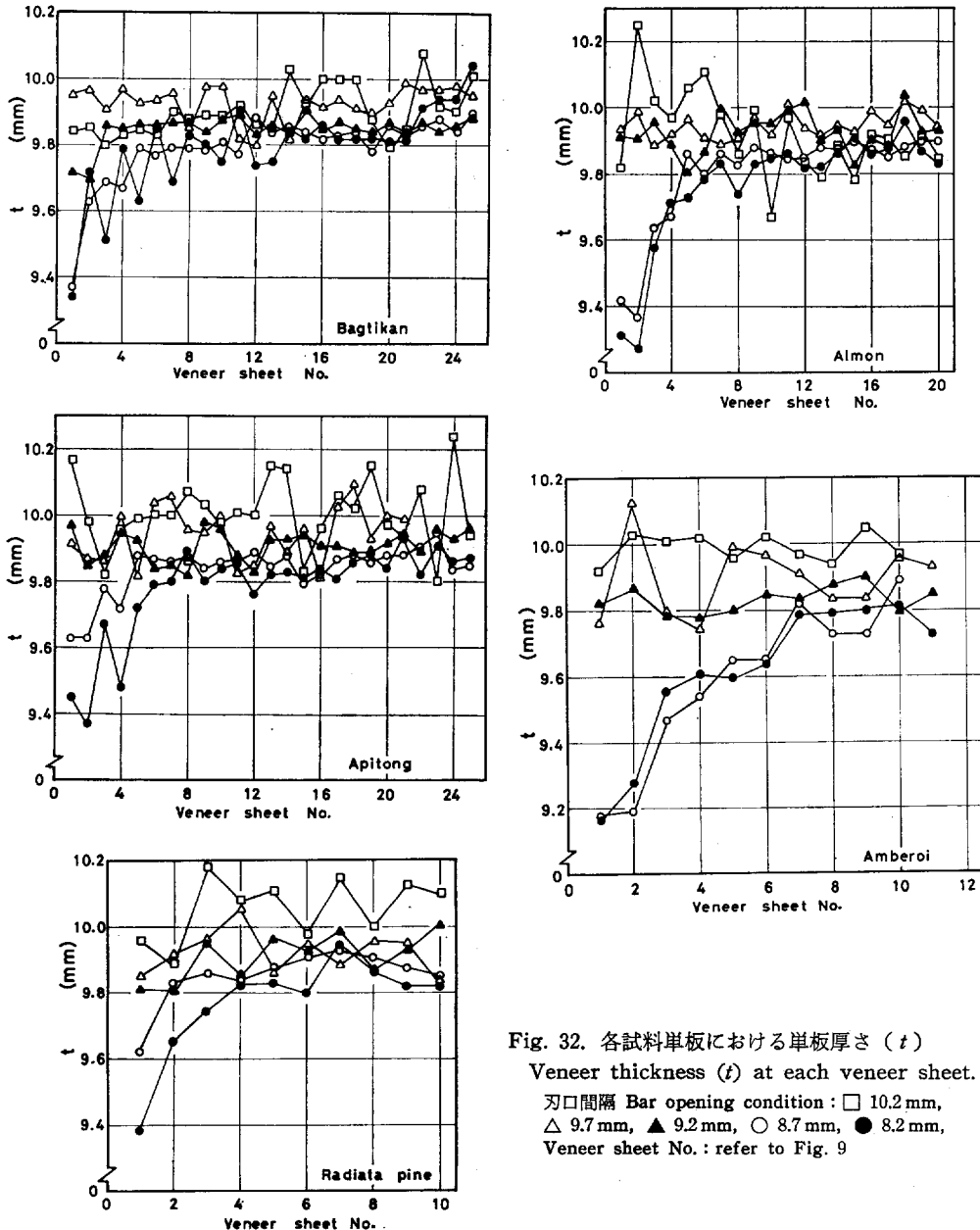


Fig. 32. 各試料単板における単板厚さ (t)
Veneer thickness (t) at each veneer sheet.
刃口間隔 Bar opening condition : □ 10.2 mm,
△ 9.7 mm, ▲ 9.2 mm, ○ 8.7 mm, ● 8.2 mm,
Veneer sheet No. : refer to Fig. 9

さの変動がやや大きく、アピトンでは原木外周部からむき心に近い部位まで全域にわたって大きな変動がみられるが、バクチカンでは他の 4 樹種に比較して単板の厚さむらは小さい。

つぎに、刃口間隔を狭くして切削すると単板厚さの変動は小さくなり、また切削開始後原木数回転分の単板厚さが単板歩出し厚さに対して極端に薄く、切削が進むにつれてしだいに一定の厚さに接近していく、いわゆる初期薄単板化現象（初期薄むけ現象）がみられるようになる。初期薄単板化現象は、バクチ

Table 7. 単板厚さの測定結果
Results of veneer thickness measurement.

D (mm)	Veneer sheet No. 1 ~						Veneer sheet No. 5 ~					
	n	Ave.	Max.	Min.	Range	S. D.	n	Ave.	Max.	Min.	Range	S. D.
		(mm)						(mm)				
(Bagtikan)												
10.2	100	9.90	10.33	9.56	0.77	0.13	80	9.91	10.33	9.56	0.77	0.13
9.7	100	9.93	10.08	9.68	0.40	0.08	80	9.92	10.08	9.68	0.40	0.09
9.2	100	9.84	9.94	9.58	0.36	0.05	80	9.85	9.94	9.73	0.21	0.04
8.7	100	9.78	9.91	9.27	0.64	0.11	80	9.83	9.91	9.74	0.17	0.04
8.2	100	9.77	9.96	9.28	0.68	0.13	80	9.83	9.96	9.67	0.29	0.07
(Almon)												
10.2	80	9.92	10.33	8.98	1.35	0.23	60	9.89	10.33	8.98	1.35	0.22
9.7	80	9.94	10.19	9.75	0.44	0.08	60	9.94	10.19	9.75	0.44	0.09
9.2	80	9.93	10.09	9.76	0.33	0.09	60	9.93	10.09	9.76	0.33	0.09
8.7	80	9.80	9.93	9.29	0.64	0.15	60	9.86	9.93	9.74	0.19	0.04
8.2	80	9.76	10.00	9.25	0.75	0.19	60	9.85	10.00	9.71	0.29	0.06
(Apitong)												
10.2	100	10.00	10.39	9.70	0.69	0.15	80	10.01	10.39	9.50	0.89	0.18
9.7	100	9.93	10.55	9.32	1.23	0.14	80	9.95	10.55	9.64	0.91	0.13
9.2	100	9.91	10.06	9.72	0.34	0.06	80	9.91	10.06	9.72	0.34	0.06
8.7	100	9.83	10.06	9.55	0.51	0.08	80	9.87	10.06	9.78	0.28	0.05
8.2	100	9.77	9.97	9.32	0.65	0.15	80	9.84	9.97	9.68	0.29	0.05
	(Amberoi)						(Radiata pine)					
	Veneer sheet No. 1 ~						Veneer sheet No. 1 ~					
10.2	40	9.99	10.25	9.70	0.55	0.13	40	10.07	10.47	9.73	0.74	0.16
9.7	40	9.90	10.26	9.56	0.70	0.14	40	9.92	10.41	9.72	0.69	0.12
9.2	40	9.83	9.98	9.73	0.25	0.06	40	9.91	10.23	9.57	0.66	0.14
8.7	40	9.57	10.00	9.12	0.88	0.24	40	9.85	9.99	9.52	0.47	0.10
8.2	40	9.62	9.88	9.01	0.87	0.22	40	9.77	9.99	9.06	0.93	0.17

veneer sheet No. 1 ~ : 1 個の供試原木から得られる全単板試料 (Fig. 9) についての結果
results for all veneer sheet samples (Fig. 9) cut from a log.

veneer sheet No. 5 ~ : 単板歩出し厚さに対して極端に単板厚さが薄く表れる No. 1 から No. 4 の試料単板を除いたときの結果
results for veneer sheet samples exclude No. 1 to No. 4 which were extremely thin veneer thickness comparing to the nominal veneer thickness.

D : 刃口間隔 nose-bar opening

カンおよびラジアータパインでは、刃口間隔を 9.2 mm にして切削した場合にもみられるがその程度はわずかで、供試 5 樹種とも刃口間隔を 8.7 mm および 8.2 mm に設定したとき明確な現象が現れてくる。アピトンおよびラジアータパインでは、刃口間隔が狭くなるほど初期薄単板化現象の程度も大きくなっているが、他の 3 樹種では、刃口間隔が 8.7 mm および 8.2 mm における差はほとんど認められない。Table 7 に刃口間隔を変化させて単板切削を行ったときの単板厚さの平均値、標準偏差などを供試樹種ごとに示す。なお、供試原木の径が比較的大きいバクチカン、アルモン、アピトン 3 樹種については、初期薄単板化現象の程度が特に大きく現れている 切削開始時から 4 m 分の試料単板を除き、5 m 以降（試料単板 No. 5 以降）の試料単板について求めた結果も示した。

供試 5 樹種とも刃口間隔の狭いほど、すなわちバーの被削材に対する圧入量の大きいほど、単板厚さは薄くなるが、低比重材のアンペロイを刃口間隔 8.7 mm および 8.2 mm で切削した場合は、他の供試 4 樹種に比較して、特に薄くなっている。単板の厚さむらを測定値の最大値と最小値の差および標準偏差から検討すると、刃口間隔を 10.2 mm に設定したとき、つまり刃口水平方向間隔を単板歩出し厚さと等しくおき、被削材に対するバーの圧入深さを 0 にして切削した場合の単板の厚さむらは、特に大きくなっている。刃口間隔が狭くなるにつれて単板の厚さむらも小さくなり、刃口間隔が 9.2 mm（ラジアータパインの場合 8.7 mm）付近で最小になるが、さらに刃口間隔を狭くすると厚さむらは増大する。刃口間隔を狭く設定して切削したときにみられる単板の厚さ減りおよび厚さむらは、初期薄単板化現象が大きく現れることによるものである。初期薄単板化現象が大きく現れている 切削開始時から 4 m 分の試料単板を除くと、Table 7 の右欄に示しているように、刃口間隔を狭く設定して切削した場合でも、単板の厚さ減りおよび厚さむらはかなり小さくなってくる。しかし、厚単板切削では同一原木径の場合、薄単板切削と比較すると、得られる単板の長さは当然短くなり、初期薄単板化現象の大きく現れている単板を除外することは、単板歩留りの大きな低下をもたらし、単板製造上非常に不利な面がでてくる。

（2）裏 割 れ 刃口間隔と裏割れ率の関係を求めた実験結果を Fig. 33 に示す。刃口間隔が 10.2 mm で、バーの被削材に対する圧入深さが 0 のときは、供試 5 樹種とも裏割れ率は 85～90% に達するが、刃口間隔を狭くすることにより低下し、その低下量は樹種により大きく異なっている。すなわち、刃口間隔を 8.2 mm まで狭くすると、裏割れ率はアンペロイおよびラジアータパインでは 65～75% まで、アピトンでは 50%，バクチカンおよびアルモンでは 30～35% まで低下し、樹種により裏割れ率の変化に大きな差がみられる。

刃口間隔を変化させたときの裏割れ率の度数分布を、供試樹種ごとに Fig. 34 に示す。刃口間隔を狭く設定すると、バクチカン、アルモン、アンペロイでは、測定値の出現範囲が広がるのがみられるが、アンペロイおよびラジアータパインでは、はっきりした傾向はみられない。

刃口間隔と 1 次および 2 次裏割れ率、1 次および 2 次裏割れ侵入角度、裏割れ間隔の関係を求めた結果を Fig. 35～37

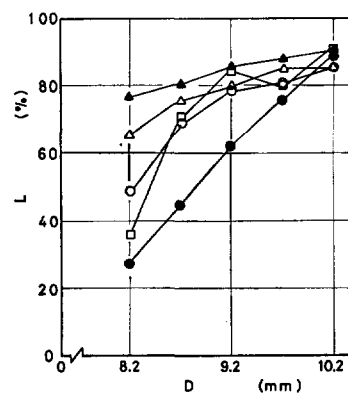


Fig. 33. 刃口間隔 (D) と裏割れ率 (L) の関係

Relationship between bar opening (D) and lathe check depth (L).

- : Bagtikan, □ : Almon,
- : Apitong, △ : Amperoi,
- ▲ : Radiata pine

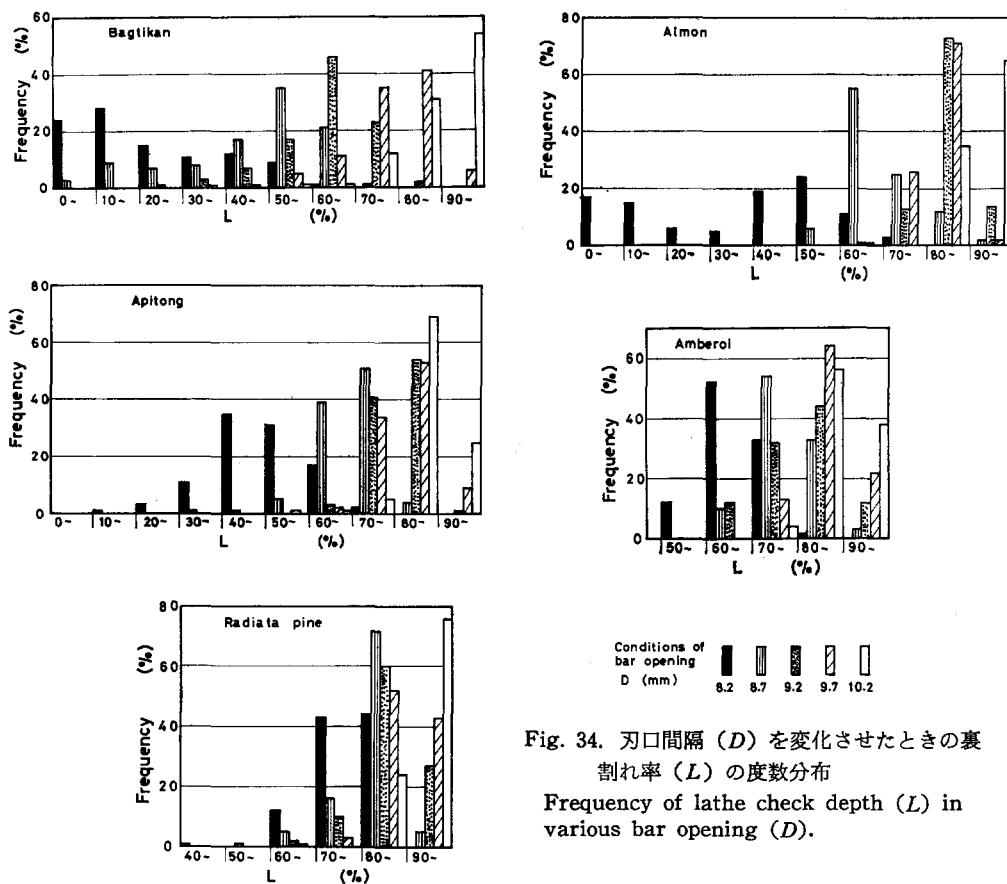


Fig. 34. 刃口間隔 (D) を変化させたときの裏割れ率 (L) の度数分布
Frequency of lathe check depth (L) in various bar opening (D).

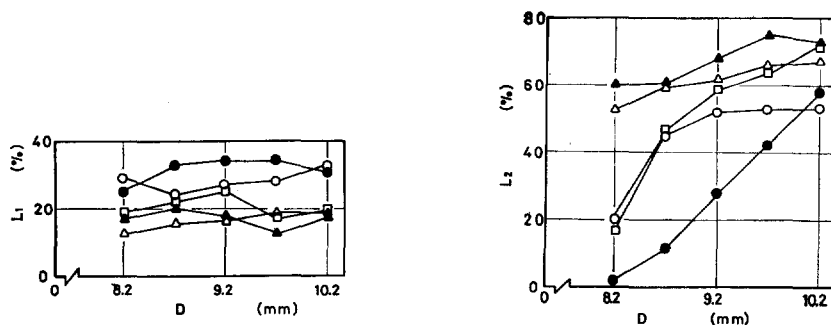


Fig. 35. 刃口間隔 (D) と1次 (L_1) および2次 (L_2) 裏割れ率の関係
Relationship between bar opening (D) and primary (L_1), and secondary (L_2) lathe check depth.

Marks : refer to Fig. 33

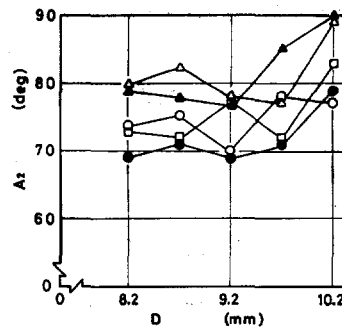
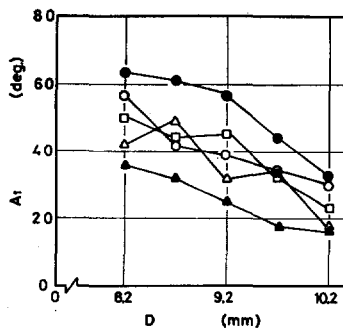


Fig. 36. 刃口間隔 (D) と1次 (A_1) および2次 (A_2) 裏割れ侵入角度の関係

Relationship between bar opening (D) and primary (A_1) and secondary (A_2) lathe check angle.

Marks : refer to Fig. 33

に示す。1次裏割れ率は、刃口間隔が10.2 mm から8.2 mm の範囲で、アルモン、アンペロイ、ラジアータパインの3樹種では約20%、バクチカンおよびアビトンでは約30%で、刃口間隔による変化は少ない。これに対して、2次裏割れ率は刃口間隔および樹種による差異が大きく、Fig. 33 に示した裏割れ率と刃口間隔の関係と類似の傾向を示している。刃口間隔と裏割れの侵入角度の関係をみると、刃口間隔の狭いほど1次裏割れ侵入角度は大きくなり、2次裏割れ侵入角度は逆に小さくなって、裏割れの形態はしだいに直角形に近づいてくる。なお、2次裏割れ侵入角度は刃口間隔が9.2 mm 以下になると、樹種によっては若干大きくなる傾向もみられるが、その変化量は小さく、角度の変化は主に刃口間隔が10.2 mm から9.2 mm の間で大きく現れている。

裏割れ間隔は、刃口間隔を狭くしていくことにより急激に狭くなる。ただ、刃口間隔を狭くしていったときの裏割れ率の低下量には、樹種により大きな相違がみられたが、裏割れ間隔と刃口間隔の関係では、樹種による相違はほとんど認められない。

刃口間隔を変化させて切削したときの裏割れの状態の例を、バクチカンおよびラジアータパイン2樹種について、Fig. 38 および Fig. 39 に示す。刃口間隔が広い場合は、数本の割れが交錯して現れる多岐形 (バクチカン、アルモン、アビトン) あるいは屈折形 (アンペロイ、ラジアータパイン) が現れるが、刃口間隔を狭くしていくにつれて斜線形になり、バクチカンを刃口間隔8.2 mm の条件で切削した場合には、小さな割れが単板裏面に対してほぼ直角方向に生ずる直角形の形態になる。

(3) 面 あら さ 刃口間隔と単板表面および裏面の面あらしとの関係についての測定結果を Fig.

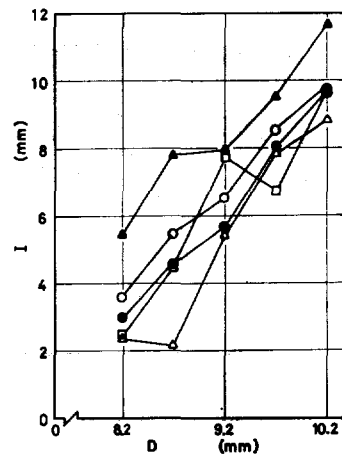


Fig. 37. 刃口間隔 (D) と裏割れ間隔 (I) の関係

Relationship between bar opening (D) and interval of lathe checks (I).

Marks : refer to Fig. 33

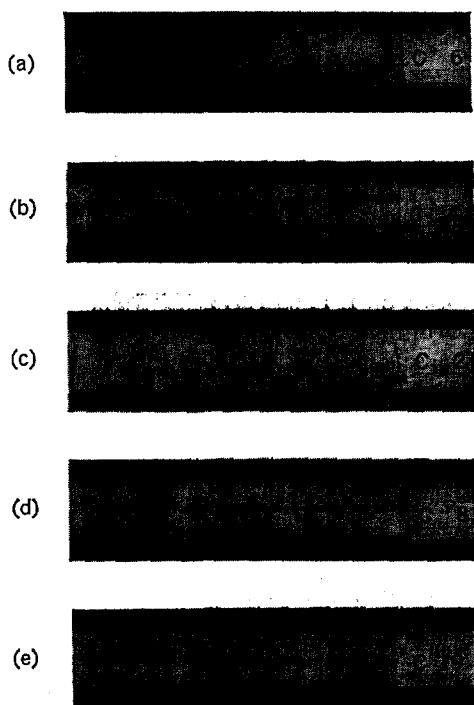


Fig. 38. ノーズバー刃口間隔を変化させたときの裏割れ (バグチカン)
Lathe check in various nose-bar opening (Bagtikan).
ノーズバー刃口間隔 (mm) Nose-bar opening :
(a) 10.2, (b) 9.7, (c) 9.2, (d) 8.7, (e) 8.2

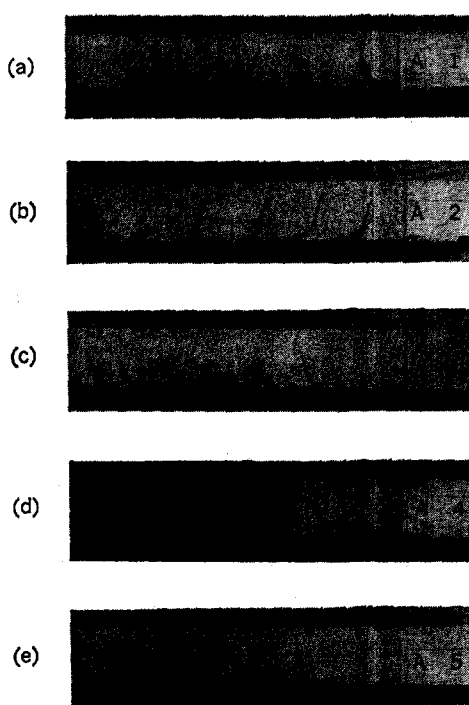


Fig. 39. ノーズバー刃口間隔を変化させたときの裏割れ (ラジアータパイン)
Lathe check in various nose-bar opening (Radiata pine).
ノーズバー刃口間隔 (mm) Nose-bar opening :
(a) 10.2, (b) 9.7, (c) 9.2, (d) 8.7, (e) 8.2

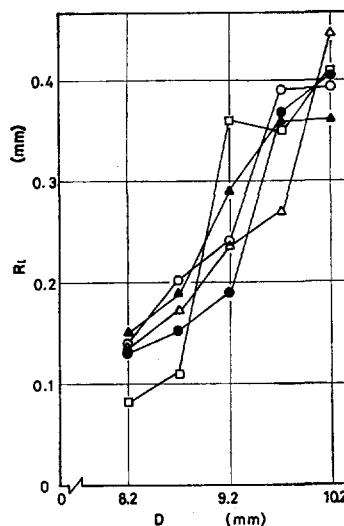
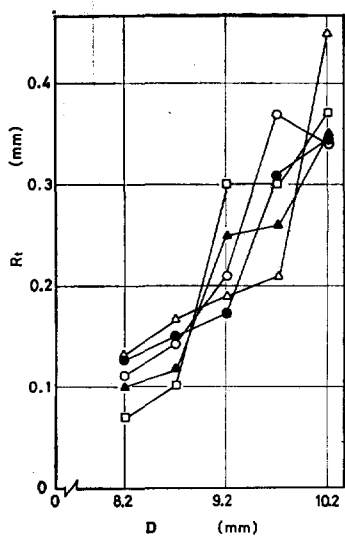


Fig. 40. 刃口間隔 (D) と単板表面 (R_t) および裏面 (R_l) における面あらしの関係
Relationship between bar opening (D) and veneer surface roughness
of tight side (R_t), and loose side (R_l).
Marks : refer to Fig. 33

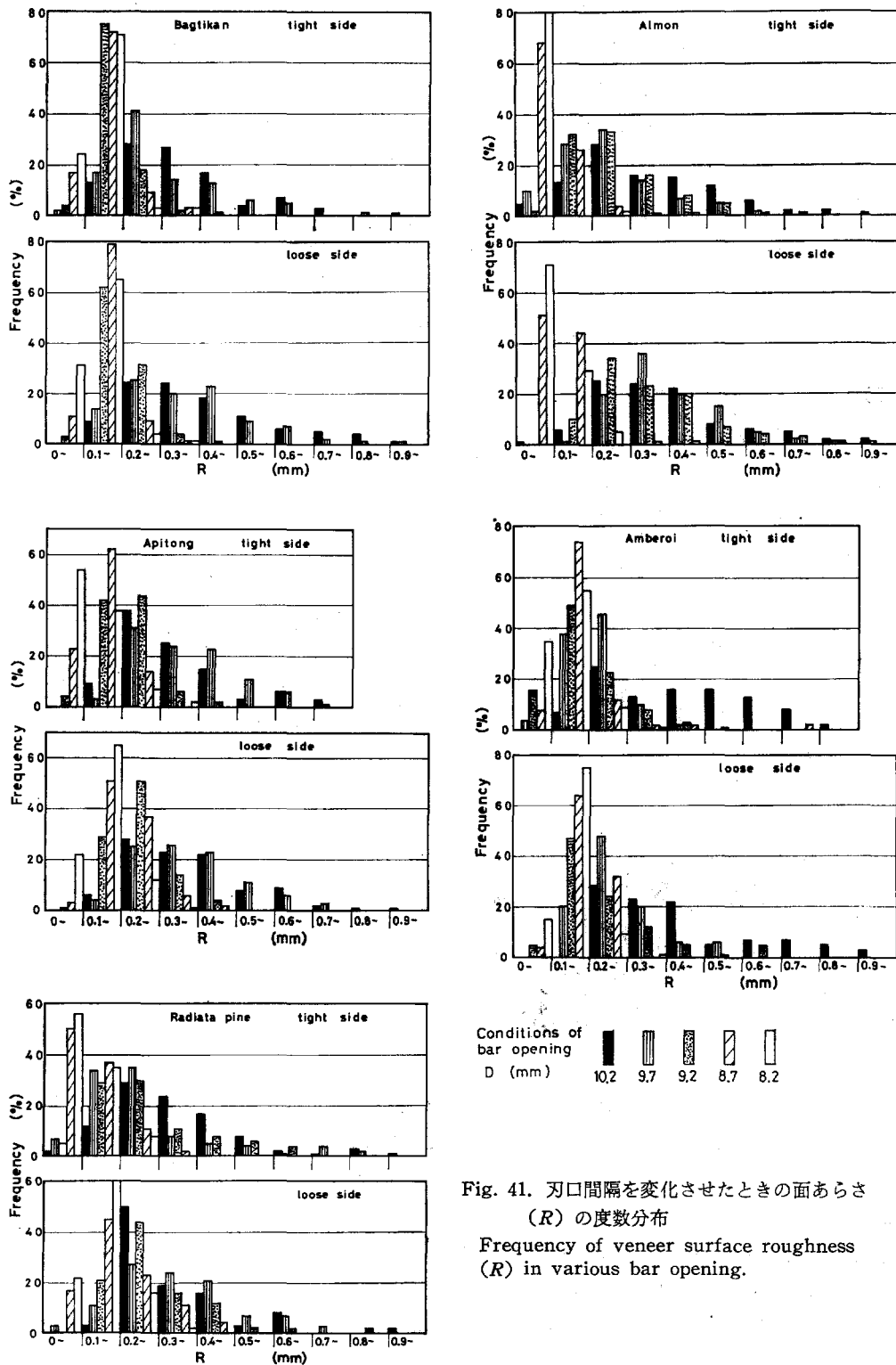


Fig. 41. 刃口間隔を変化させたときの面あらさ
(R) の度数分布

Frequency of veneer surface roughness
(R) in various bar opening.

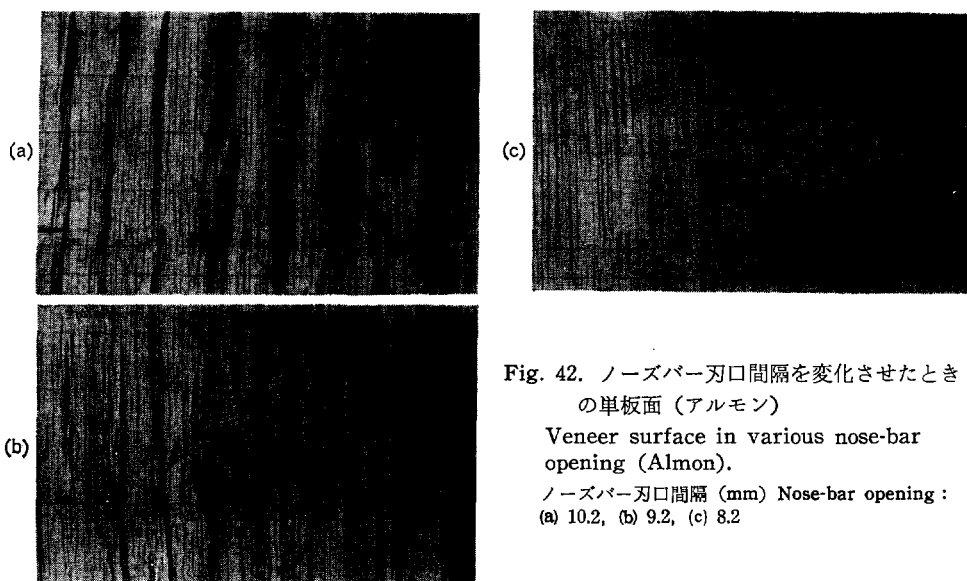


Fig. 42. ノーズバー刃口間隔を変化させたときの単板面 (アルモン)

Veneer surface in various nose-bar opening (Almon).

ノーズバー刃口間隔 (mm) Nose-bar opening :
(a) 10.2, (b) 9.2, (c) 8.2

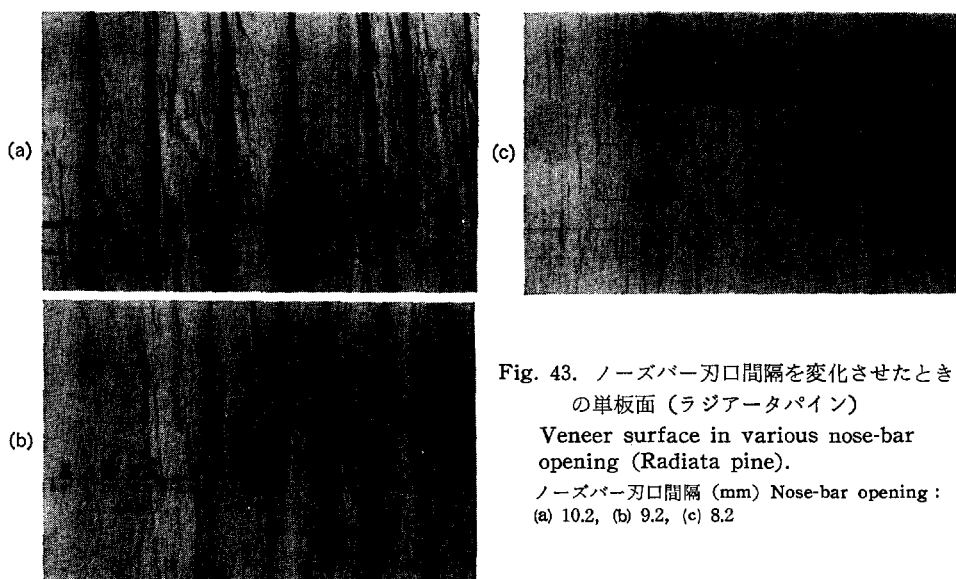


Fig. 43. ノーズバー刃口間隔を変化させたときの単板面 (ラジアータパイン)

Veneer surface in various nose-bar opening (Radiata pine).

ノーズバー刃口間隔 (mm) Nose-bar opening :
(a) 10.2, (b) 9.2, (c) 8.2

40 に示す。この結果が示すように、単板の面あらしは両面とも刃口間隔に大きな影響を受ける。単板表面に比較して、裏面における面あらしがやや大きな値を示しており、また、樹種により値に若干差はみられるが、単板歩出し厚さ 10 mm の場合でも、刃口間隔を 8.2 mm にして切削することにより、面あらしは 0.07~0.15 mm 程度まで低下させることができる。この値は、2. 単板歩出し厚さの影響の項で求めた単板歩出し厚さ 2.5 mm で、刃口水平方向間隔を 90% に設定して切削したときの値にほぼ相当し、単板面の品質を重要視する用途に使用される場合でも十分対応できる。

面あらしの測定値の度数分布を Fig. 41 に示す。刃口間隔を広く設定して切削した場合、測定値の出現範囲も広がっており、単板切削面のプロフィールも非常に不規則な形状を呈しているが、刃口間隔を

狭くしていくにつれて、切削面はしだいに均質になっていく。

Fig. 42 および Fig. 43 にアルモンおよびラジアータパインの単板面の状態を示す。刃口間隔を広くして切削した場合には、単板面に現れる凹凸の程度が大きだけでなく、けばだちの発生もみられる。

4.1.2. ノーズバーと刃先の垂直方向間隔の影響

本項では、単板歩出し厚さを 10.0 mm、刃口水平方向間隔を 9.0 mm に一定とし、刃口垂直方向間隔を 1.2 mm から 2.4 mm の範囲で 5 段階に変化させて単板切削を行った場合の単板品質について検討する。供試樹種はアルモン 1 樹種で、単板切削にさきだち 60°C、22~27 時間の条件で煮沸処理を行っている。

(1) 単板厚さ 刃口垂直方向間隔が 1.2, 1.8, 2.4 mm の場合の単板厚さの変化を Fig. 44 に示す。いずれの条件で切削した場合にも初期薄単板化現象は現れていない。単板厚さの平均値、標準偏差などを Table 8 に示しているが、刃口垂直方向間隔の条件に関係なく、単板厚さの平均値は単板歩出し厚さより 1/10 mm 程度薄く表れている。単板の厚さむらは、垂直方向間隔を 2.4 mm にしたときに若干低くなる傾向もみられるが、全般的にみて実験条件範囲では大きな差はないとみなしてもよい。

(2) 裏割れ 刃口垂直方向間隔と裏割れ率の関係を Table 9 に示す。裏割れ率の変動幅（最大値と最小値の差、あるいは標準偏差）は、刃口垂直方向間隔が狭くなると小さくなる傾向がみられるが、平均値にはほとんど変化はみられず、垂直方向間隔が 1.2~2.4 mm の範囲で約 80% である。裏割

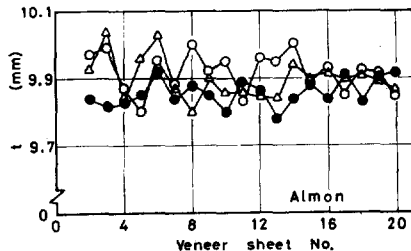


Fig. 44. 各試料単板における単板厚さ (t)
Veneer thickness (t) at veneer sheet.

刃口垂直方向間隔 (mm) Vertical bar opening :
● 2.4, ○ 1.8, △ 1.2, 刃口水平方向間隔 Horizontal bar opening : 9.0 mm, 単板歩出し厚さ Nominal veneer thickness : 10.0 mm, Veneer sheet No. : refer to Fig. 9

Table 8. 刃口垂直方向間隔 (V) を変化させたときの単板厚さ (t)
Veneer thickness (t) in various vertical bar opening (V).

V (mm)	n	t (mm)				
		Ave.	Max.	Min.	Range	S. D.
2.4	80	9.88	10.02	9.63	0.39	0.08
2.1	80	9.89	10.28	9.56	0.72	0.14
1.8	80	9.92	10.15	9.68	0.47	0.10
1.5	80	9.90	10.19	9.67	0.52	0.11
1.2	80	9.90	10.22	9.63	0.59	0.11

Table 9. 刃口垂直方向間隔 (V) を変化させたときの裏割れ率 (L)
Lathe check depth (L) in various vertical bar opening (V).

V (mm)	n	L (%)				
		Ave.	Max.	Min.	Range	S. D.
2.4	107	78	100	28	72	9.7
2.1	95	75	90	22	68	8.4
1.8	135	78	94	36	58	8.6
1.5	117	76	88	42	46	6.5
1.2	154	77	94	54	40	6.8

Table 10. 刃口垂直方向間隔 (V) を変化させたときの裏割れ間隔 (I)
Interval of lathe checks (I) in various vertical bar opening (V).

V (mm)	n	I (mm)				
		Ave.	Max.	Min.	Range	S. D.
2.4	88	7.5	10.4	0.8	9.6	1.8
2.1	78	7.4	11.2	1.2	10.0	1.8
1.8	112	7.3	13.4	1.2	12.2	2.1
1.5	96	7.8	12.4	2.2	10.2	2.0
1.2	128	7.4	12.0	2.2	9.8	2.0

れ間隔の測定結果を Table 10 に示す。裏割れ率の場合と同様に実験条件範囲ではほぼ一定の値(約 7.5 mm)を示している。なお、1次および2次裏割れ率、1次および2次裏割れ侵入角度は、Fig. 45 および Fig. 46 に示しているように、刃口垂直方向間隔により変化するが、その変化量はわずかである。

(3) 面 あ ら さ 刃口垂直方向間隔と面あらしの関係求めた測定結果を Fig. 47 に示す。単板表面に比較して裏面の面あらしが高い値を示すが、両面とも刃口垂直方向間隔が狭くなるにつれて低下する。

4.1.3. ローラーバーと刃先の刃口間隔の影響

(1) 単板厚さ 単板歩出し厚さ 10 mm に対し、ローラーバーの刃口間隔 (Fig. 4, W) を 9.6

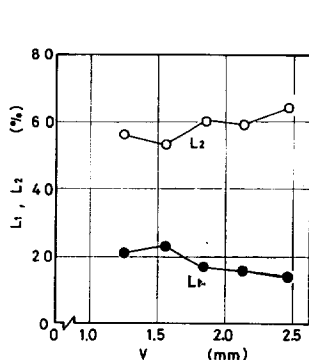


Fig. 45. 刃口垂直方向間隔 (V) と 1次 (L_1) および 2次 (L_2) 裏割れ率の関係

Relationship between vertical bar opening (V) and primary (L_1), and secondary (L_2) lathe check depth.

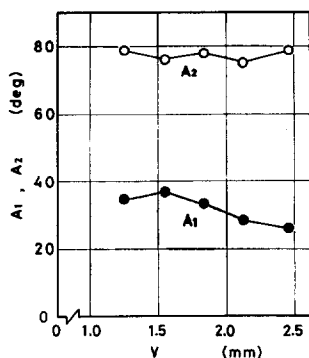


Fig. 46. 刃口垂直方向間隔 (V) と 1次 (A_1) および 2次 (A_2) 裏割れ侵入角度の関係

Relationship between vertical bar opening (V) and primary (A_1), and secondary (A_2) lathe check angle.

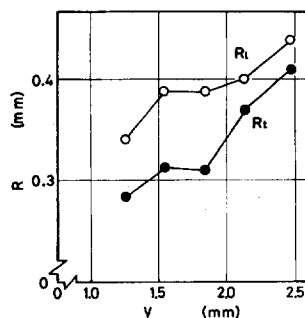


Fig. 47. 刃口垂直方向間隔 (V) と単板表面 (R_t) および裏面 (R_l) における面あらしの関係

Relationship between vertical bar opening (V) and veneer surface roughness of tight side (R_t), and loose side (R_l).

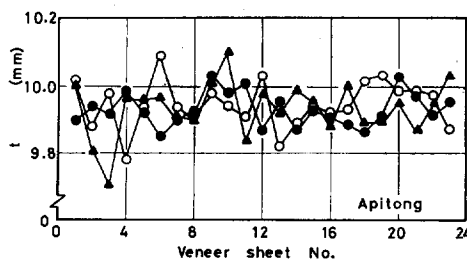
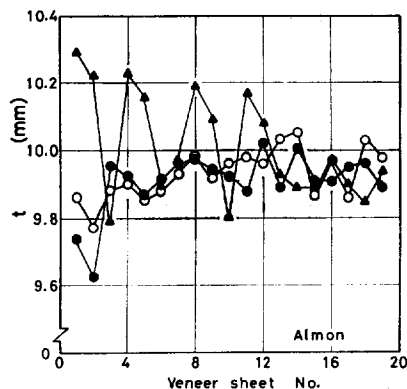


Fig. 48. 各試料単板における単板厚さ (t)

Veneer thickness (t) at each veneer sheet.

ローラーバー刃口間隔 (W) Roller bar opening : ● 9.6 mm, ○ 9.8 mm, ▲ 10.1 mm, 単板歩出し厚さ Nominal veneer thickness : 10.0 mm

Table 11. ローラーバー刃口間隔 (W) を変化させたときの単板厚さ (t)
 Veneer thickness (t) in various roller-bar opening (W).

Species	W (mm)	n	t (mm)				
			Ave.	Max.	Min.	Range	S. D.
Almon	10.1	76	10.00	10.93	8.98	1.95	0.28
	9.8	76	9.92	10.20	9.48	0.72	0.12
	9.6	76	9.91	10.10	9.41	0.69	0.11
Apitong	10.1	92	9.94	10.47	9.44	1.03	0.17
	9.8	92	9.94	10.20	9.61	0.59	0.12
	9.6	92	9.93	10.20	9.67	0.53	0.11

Table 12. ローラーバー刃口間隔 (W) を変化させたときの裏割れ率
 (L) および 1 次裏割れ率 (L_1)

Lathe check depth (L) and primary lathe check depth (L_1)
 in various roller-bar opening (W).

Species	W	n	L (%)					L_1 (%)				
			Ave.	Max.	Min.	Range	S. D.	Ave.	Max.	Min.	Range	S. D.
Almon	10.1	113	92	100	76	24	5.2	23	84	8	76	10.9
	9.8	122	90	100	80	20	4.2	21	86	6	80	8.7
	9.6	159	86	94	72	22	4.0	21	60	8	52	8.5
Apitong	10.1	174	88	100	52	48	6.7	33	74	10	64	12.1
	9.8	200	87	98	48	50	5.6	30	82	12	70	11.0
	9.6	166	85	98	40	58	7.9	30	92	8	84	12.3

Table 13. ローラーバー刃口間隔 (W) を変化させたときの 1 次 (A_1)
 および 2 次 (A_2) 裏割れ侵入角度

Primary (A_1) and secondary (A_2) lathe check angle in various
 roller-bar opening (W).

Species	W	n	A_1 (deg)					A_2 (deg)				
			Ave.	Max.	Min.	Range	S. D.	Ave.	Max.	Min.	Range	S. D.
Almon	10.1	113	27	70	11	59	10.2	74	91	23	68	10.7
	9.8	122	27	76	10	66	9.4	72	90	58	32	6.3
	9.6	159	33	55	12	43	8.3	66	83	52	31	5.4
Apitong	10.1	174	33	77	10	67	10.9	76	97	6	91	10.5
	9.8	200	34	64	17	47	9.5	71	90	48	42	8.2
	9.6	166	37	65	15	50	9.1	69	86	33	53	9.1

～10.1 mm に変化させたときの試料単板の厚さをプロットし Fig. 48 に示す。試料単板間における厚さむらを見ると、アルモンの場合刃口間隔を 10.1 mm にして切削したときには、原木外周部に近い部位では、厚さの変動が大きく、樹心部に向かうにつれて、しだいに小さくなる傾向がみられるが、刃口間隔を 9.8 mm にすると、著しく小さくなる。なお、アピトンでは、はっきりした現象は認められないが、アル

Table 14. ローラーバー刃口間隔 (W) を変化させたときの単板面あらし
Veneer surface roughness in various roller-bar opening (W).

W (mm)	Sur- face	n	R (mm)					n	R (mm)				
			Ave.	Max.	Min.	Range	S. D.		Ave.	Max.	Min.	Range	S. D.
		(Almon)						(Apitong)					
10.1	T	160	0.47	1.08	0.07	1.01	0.24	229	0.39	0.96	0.11	0.85	0.17
	L	140	0.56	1.26	0.16	1.10	0.25	208	0.47	1.15	0.16	0.99	0.20
9.8	T	160	0.30	0.83	0.09	0.74	0.13	220	0.31	0.85	0.07	0.78	0.13
	L	140	0.30	0.87	0.11	0.76	0.13	213	0.35	0.87	0.13	0.74	0.15
9.6	T	155	0.16	0.56	0.04	0.52	0.07	230	0.26	0.58	0.07	0.51	0.09
	L	155	0.23	0.67	0.07	0.60	0.10	214	0.32	0.78	0.13	0.65	0.11

* T : 単板表面 tight side of veneer, L : 単板裏面 loose side of veneer

モンを 9.8 mm および 9.6 mm の刃口間隔で切削した場合、初期薄単板化現象がみられる。単板厚さの測定結果を Table 11 に示す。

(2) 裏 割 れ 裏割れの測定結果を Table 12 および Table 13 に示す。裏割れ率は刃口間隔を狭くしていくにつれて、やや低下する傾向もみられるが、その変化量は小さい。また、裏割れ侵入角度についてみると、刃口間隔を狭くすることにより、1次裏割れ侵入角度は大きくなり、2次裏割れ侵入角度は逆に小さくなる傾向もみられるが、その変化量はいずれもきわめて小さい。

(3) 面 あ ら さ ローラーバーの刃口間隔を変化させたときの単板の面あらしの測定結果を Table 14 に示す。刃口間隔の変化は 9.6~10.1 mm にすぎないが、この範囲でも面あらしは、刃口間隔が狭くなるにつれて、かなり大きく低下している。特に、アルモンでは面あらしの低下は大きく、刃口間隔を 9.6 mm に設定したときには、10.1 mm の条件のときに比較して、1/2 以下の値になっており、その影響の著しいことを示している。

4.2. 考 察

4.2.1. 原木の回転数に伴う単板厚さの変化

Table 15. 実験式 $t = a l^b$ における定数

a および b

Constant values a and b in experimental equation $t = a l^b$.

Species	Bar opening 8.2mm		Bar opening 8.7mm	
	a	b	a	b
Bagtikan	9.48	0.0133	9.51	0.0129
Almon	9.31	0.0229	9.44	0.0177
Apitong	9.44	0.0150	9.66	0.0079
Amberoi	9.18	0.0291	9.11	0.0335
Radiata pine	9.48	0.0199	9.70	0.0100

t : 単板厚さ (mm) veneer thickness

l : 単板切削長 (m) veneer cutting length

刃先とノーズバー間の刃口間隔が広いときは、単板の厚さむらは著しいが、その平均値は原木の回転数 (N) あるいは切削された単板長さ (l) により大きな変化は生じない。これに対して、バーの刃口間隔が狭くなると、切削開始直後の単板厚さは著しく薄く、これが原木回転数の増加に伴ってしだいに増加し一定値に漸近していく。いま、単板厚さ (t) と単板長さ (l) の関係を指数曲線 $t = a l^b$ (a , b 定数) で表すと、バーの刃口間隔が広いとき、 a は単板歩出し厚さ d に近似し、 $b \approx 0$ になる。切削開始直後の単板厚さが薄く、しだいに厚くなる“初期薄単板化現象”が大きく

現れる刃口間隔が 8.7 mm および 8.2 mm における上記実験式の a , b を Table 15 に示す。

なお、切削された単板長さ l は、原木の回転数 N 、単板歩出し厚さ d から次式で求められる。

$$l = 2\pi \left\{ N\pi - \frac{dN}{2}(N-1) \right\}$$

初期薄単板化現象については、今回行った厚単板切削に関しては報告例が乏しいが、厚さ 1~3 mm 程度の薄単板切削については、これまでもかなり報告されている^{39)~41)}。

初期薄単板化現象が現れる原因として、被削材に対するバーの圧縮作用により刃先が通過する線上（切削予定線上）の材が変位し、切削の進行に伴ってその変位が回復し、単板厚さはしだいに一定の値に接近していくものと考えられている。HOADLEY³⁹⁾ は振り子式の切削試験装置により、切削回数の増大に伴って単板厚さがしだいに厚くなっていく初期薄単板化現象を把握し、切削回数と単板厚さの関係を図解している。さらに、杉山および森⁴²⁾はこの考えを発展させ、異なる形状のバーをその圧入深さを変化させて被削材に圧入したときに、被削材に生じている変位を格子法で求め、切削回数 n のときの単板厚さ t_n (mm) を求めるための解析を行い、次式を導き出している。

$$t_n = t_0 - \frac{d_0}{(f_n)^n} - \varepsilon_n$$

ここで、 $f_n = d_n/\delta_n = e^{kh}$ 、 t_0 : 理論切込み深さ、 d_0 : バーの圧入深さ、 ε_n : 切削回数 n のときに単板内に生じている永久圧縮ひずみ量、 d_n : 切削回数 n のときのバーの圧入深さ、 δ_n : 切削回数 n のときの圧縮変位量、 h : 刃口水平方向間隔、 k : バーの形状係数

上式により原木回転数ごとの単板厚さを求めると、薄単板切削では実験値と理論値はかなりよく一致する。しかし、厚単板切削の場合には、例えば $t_0 = 10.0$ mm、 $d_0 = 1.5$ mm、 $\varepsilon_n = 0$ mm、 $h = 8.5$ mm、 $k = 0.76$ としたときの原木 1 回転目における単板の厚さ減りは、2/1,000 mm 程度にすぎず、実験結果から大きくはずれている。これは、単板歩出し厚さが厚くなったことにより、刃先の切込み位置における被削材の変位量が小さくなり、測定誤差が大きくなって、上記の式の適用範囲からはずれるためである。厚単板切削における初期薄単板化現象を解析するためには、バーを被削材に深く圧入したときの刃先近傍における被削材の変形状態を高い精度で測定する必要がある。本実験でも、格子法によりバーを圧入したときの被削材の変形状態の測定を試みたが、刃先の切込み位置における微少な変形を正確に把握するには、格子法では測定精度に問題があり、またバーを深く圧入すると、バー作用点付近の被削材部に局部的なつぶれ、および剥離現象を生じ、被削材の変形量を定量的に求めるには至らなかった。バーの圧入深さと被削材の変形量との関係は、樹種、含水率、バーの形状、被削材の送り速度などとの条件で異なってくるものと考えられるが、これらの点については、測定方法も含めて今後の検討課題としたい。

4.2.2. 裏割れ率

裏割れ率についてみると、単板歩出し厚さが薄くなるにつれて裏割れ率は低下していくが (Fig. 12)、この場合の裏割れ率の低下は、バクチカンおよびアピトンに比較して、アンペロイおよびラジアータパインの方がかなり大きく現れており、刃口間隔を狭くしていったときの裏割れ率の低下 (Fig. 33) と異なる傾向が現れている。これは、樹種による強度的性質あるいは組織構造の相違に関係すると考えられる。すなわち、アンペロイあるいはラジアータパインでは、ノーズバーを深く圧入すると、被削材のバー作用部付近に局部的に大きな材のつぶれが生じて圧縮力を吸収してしまうため、刃先近傍までバーによる圧縮作用の影響が到達しにくく、単板歩出し厚さを厚くした場合には、刃口間隔を狭くしても裏割れ率の低下

にはつながらない。

4.2.3. 面あらしは、単板歩出し厚さ 10 mm の厚単板切削でも、刃口間隔を 8.2 mm に設定して切削すれば、0.07~0.15 mm 程度まで低下させることができる。しかし、刃口間隔を狭くすると単板の厚さが切削初期に薄くなり、これを避けるためには、刃口間隔を 9.2 mm 程度に設定する必要がある、この場合面あらしはかなり高くなって、単板面の仕上げ加工を行わずに表面材として使用するにはやや問題がある。

刃口間隔を 9.2 mm に設定（刃口水平方向間隔 9.0 mm）したときの単板表面の面あらしは、バクチカン、アピトン、アンペロイ 3 樹種では約 0.2 mm、ラジアータパインで約 0.25 mm、アルモンで約 0.3 mm の値になっている。表面に化粧用の薄単板を接着して使用する場合、化粧用単板の表面に影響を及ぼさないコア単板の面あらしの許容値を 0.3 mm とおくと¹¹⁷⁾、アルモンおよびラジアータパインの場合でも許容限度以下になっており、また面あらしは刃口間隔が 9.2 mm から 8.7 mm の間で大きく低下し、9.0 mm 付近では単板表面の面あらしは 0.2 mm 程度になり、この場合初期薄単板化現象も大きな問題にはならない。

刃口間隔が 10.2 mm から 8.2 mm の間における裏割れ率の変化は、樹種により大きな相違を示しているが（Fig. 33）、面あらしの場合には樹種による差はあまり認められない（Fig. 40）。単板の切削面は、被削材の組織あらしと刃物の切削による加工あらしの組合せで形成され、複雑なプロフィールを呈するが、単板の面あらしは切削時に刃先前方に生ずる割れの方に影響を受けることが考えられる¹¹⁸⁾。つまり、切削時に生ずる割れが切削方向に近い方向に現れる場合には、単板面には材の割裂面が含まれる割合が多く、切削面は悪化する。このような見地から、刃口間隔と 1 次裏割れ侵入角度の関係をみると、1 次裏割れ侵入角度は刃口間隔が広くなるにつれて小さくなり、またその低下の程度は裏割れ率の場合ほど樹種による差はみられず（Fig. 36）、単板の面あらしと 1 次裏割れ侵入角度との間にはかなり強い相関があることがわかる。

4.2.4. バーによる 1 次圧縮と 2 次圧縮

被削材にバーを圧入したときに被削材内に生ずる変形あるいは応力の分布状態をみると⁴⁹⁾⁸¹⁾⁸⁸⁾、刃口水平方向間隔を一定に設定した場合でも、垂直方向間隔が狭くなるほど、刃先の切込み位置における被削材の変形量は大きくなり、初期薄単板化現象も現れやすい。しかし、今回実験を行った刃口垂直方向間隔の条件範囲では、垂直方向間隔を狭く設定した場合でも、はっきりした初期薄単板化現象は認められなかった。

刃口水平方向間隔を一定にし、垂直方向間隔を変化させた場合には刃先を通る水平線に対するバー後退角度も変化する。原木径が大きく、切削位置における原木外周の曲率を無視できるものとする、原木外周面および刃物すくい面からノーズバー先端までの距離が等しくなるときの条件は、ノーズバー先端が切削角の補角の 2 等分線上に位置する場合である⁶⁶⁾。本実験では切削角 21°（刃物角 20°30′、逃げ角 30°）の条件で切削を行っている、その補角の 1/2 は 79°30′ になり、これをバー後退角度に換算すると 10°30′ になる。バーによる圧縮作用を刃先前方の被削材に対する作用と、刃物すくい面上の単板に対する作用にわけて、前者を 1 次圧縮、後者を 2 次圧縮とすると、バー後退角が 10°30′ 以下になると、1 次圧縮に比較して 2 次圧縮の方が大きくなり、単板は刃物すくい面上で強い圧縮を受けるようになる。本実験では、刃口垂直方向間隔が 1.5 mm の条件のときに、バー後退角は約 10° になり、切削角の補角の 2 等分線上

にバーを設定した場合にほぼ相当し、垂直方向間隔が 1.5 mm 以下になると、1 次圧縮より 2 次圧縮の方が大きくなって来る。2 次裏割れ率は刃口垂直方向間隔が狭くなると、わずかではあるが低下する傾向がみられ (Fig. 45), これはバーによる 2 次圧縮量の増大によるものと考えられる。

ローラーバーを使用した場合、刃口間隔を狭くすることにより、特に単板の面あらさを低下させることができる。しかし、ローラーバーの被削材に対する作用力 (圧縮力) はノーズバーに比較してかなり大きく、バーの設定条件に制限を受ける。すなわち、Fig. 4 に示すように、バーは刃先前方で被削材を 1 次圧縮し、つぎに切削された単板を刃物すくい面上で 2 次圧縮する。この 2 次圧縮量が大きいと、刃物に作用する負荷が大きくなり、刃先が振動して切削が困難になる。刃口水平方向間隔を H 、バー表面と刃物すくい面間の最短間隔を U とすると、2 次圧縮量を必要以上に大きくしないためには、

$$U > H$$

にすることがあり、この場合刃口垂直方向間隔 V は、

$$V > (H + r) \left(\frac{1}{\sin \theta} - \frac{1}{\tan \theta} \right)$$

r : ローラーバー半径, θ : 切削角

にすることがある。

本実験において設定可能な刃口間隔の限界は、バーの後退角 12° 、単板歩出し厚さ 10 mm の場合、9.5 ~ 9.6 mm で、これ以上刃口間隔を狭くすると、ベニヤレースの振動が大きくなり単板切削が不可能になった。

4.3. ま と め

先端角度 75° のノーズバー および直径 25 mm のローラーバーを用い、刃口条件を変化させて厚さ 10 mm の単板切削を行い、単板品質に及ぼす刃口条件の影響について検討した。主にノーズバーを用いて行った実験を中心に実験結果をとりまとめると、次のようになる。

(1) 単板の厚さむらは、刃口水平方向間隔を単板歩出し厚さの 90% に設定して切削したときに最も小さくなる。刃口水平方向間隔を上記の条件より狭く設定すると、切削開始時から数 m 分の単板厚さが極端に薄くなる初期薄単板化現象が現れる。刃口水平方向間隔を一定にして垂直方向間隔を変化させた場合、単板の厚さむらには大きな相違は認められない。

(2) 刃口間隔を狭くしていくにつれて裏割れ率は低下するが、その低下量は樹種により大きく異なり、バクチカンおよびアルモンに比較して、アンペロイおよびラジアータパインでは小さくなっている。この場合、1 次裏割れ率には樹種による差はほとんどみられず、2 次裏割れ率が樹種により大きく変化している。1 次裏割れ侵入角度は、刃口間隔が狭くなるにしたがって単板裏面に対する傾角が大きくなり、これが単板面の品質を向上させる。

(3) 単板の面あらさに対して刃口間隔は大きな影響を及ぼす。単板表面および裏面にかかわらず、供試 5 樹種に共通して刃口間隔を狭くすることにより面あらさは著しく低下する。初期薄単板化現象の発生を避け、しかも実用上支障ない単板の面あらさを得るための条件は、単板歩出し厚さが 10 mm の場合、刃口間隔は 9 mm である。

(4) 刃口水平方向間隔を一定にして、垂直方向間隔を変化させても、裏割れ率にはほとんど変化はみられないが、面あらさは垂直方向間隔を狭く設定して切削するほど低下する。

(5) ローラーバーと刃先との刃口間隔を変化させた場合、裏割れ率はほとんど変化しないが、単板の厚さむらおよび面あらさは刃口間隔が狭くなるにつれて低下する。

5. 厚単板品質相互間の関係

単板切削工程において単板厚さ、裏割れ、面あらさなどの測定を自動化し、製品の品質管理をより厳密に行おうとする試みは、これまでもなされてきているが⁽¹⁰⁷⁾⁽¹⁰⁸⁾⁽¹¹²⁾、装置面で問題が多く、現在までのところ実用化の段階には至っていない。しかし、今後は装置面での開発が進められ、単板品質管理の自動化が図られるようになることも十分予想され、この場合単板品質間の関係を把握しておくことにより、より円滑な単板品質管理が行えるものと考えられる。このようなことから、本項では主に裏割れと面あらさを中心に単板品質相互間の関係を求めた。なお、測定値は、2. 単板歩出し厚さの影響、3. 原木煮沸温度の影響、4. 刃口条件の影響（ローラーバーによる切削を除く）の各項において、試料単板ごとに求めた値を対象にしている。

5.1. 単板表面におけるあらさと裏面におけるあらさの関係

単板表面におけるあらさ (R_t) と裏面におけるあらさ (R_l) の関係を Fig. 49 に示す。測定値のばらつきがかなり大きい、両者の関係を直線式 $R_t = a R_l$ (a : 定数) で表し、定数 a を求め Table 16 に示す。

5.2. 裏割れ率と裏割れ間隔の関係

単板の裏割れ率と裏割れ間隔の関係を Fig. 50 に示す。裏割れ間隔 (I) は裏割れ率 (L) が大きくなるにつれて、指数的に広がる傾向がみられ、両者の関係を実験式 $I = ab^L$ (a, b : 定数) にあてはめ、定数 a および b を求め Table 17 に示す。

裏割れ率と裏割れ間隔の関係は、これまでも STRÜBING⁽¹⁰⁸⁾ によりブナ薄単板について求められているが、本項で求めた関係とはほぼ類似した結果が示されている。なお、Fig. 50 に示したバクチカンについての結果で、裏割れ率が 60~80%、裏割れ間隔が 4 mm 以下のところに測定値がプロットされており、全体の傾向からややはずれているが、これらの測定値は主に単板歩出し厚さを 2.5 mm あるいは 5.0 mm に設定して切削したときの値である。

Table 16. 実験式 $R_t = a R_l$ における定数 a
Constant value a in experimental
equation $R_t = a R_l$.

Species	Specific gravity	a
Amberoi	0.32	1.20
Bagtikan	0.49	1.17
Almon	0.52	1.19
Apitong	0.64	1.19
Radiata pine	0.38	1.32

R_l : 単板裏面における面あらさ (mm) veneer surface roughness of loose side, R_t : 単板表面における面あらさ (mm) veneer surface roughness of tight side

Table 17. 実験式 $I = ab^L$ における定数
 a および b

Constant value a and b in experimental
equation $I = ab^L$.

Species	a	b
Amberoi	0.23	1.04
Bagtikan	1.66	1.02
Almon	0.80	1.03
Apitong	0.42	1.03
Radiata pine	0.69	1.03

I : 裏割れ間隔 (mm) interval of lathe check,
 L : 裏割れ率 lathe check depth

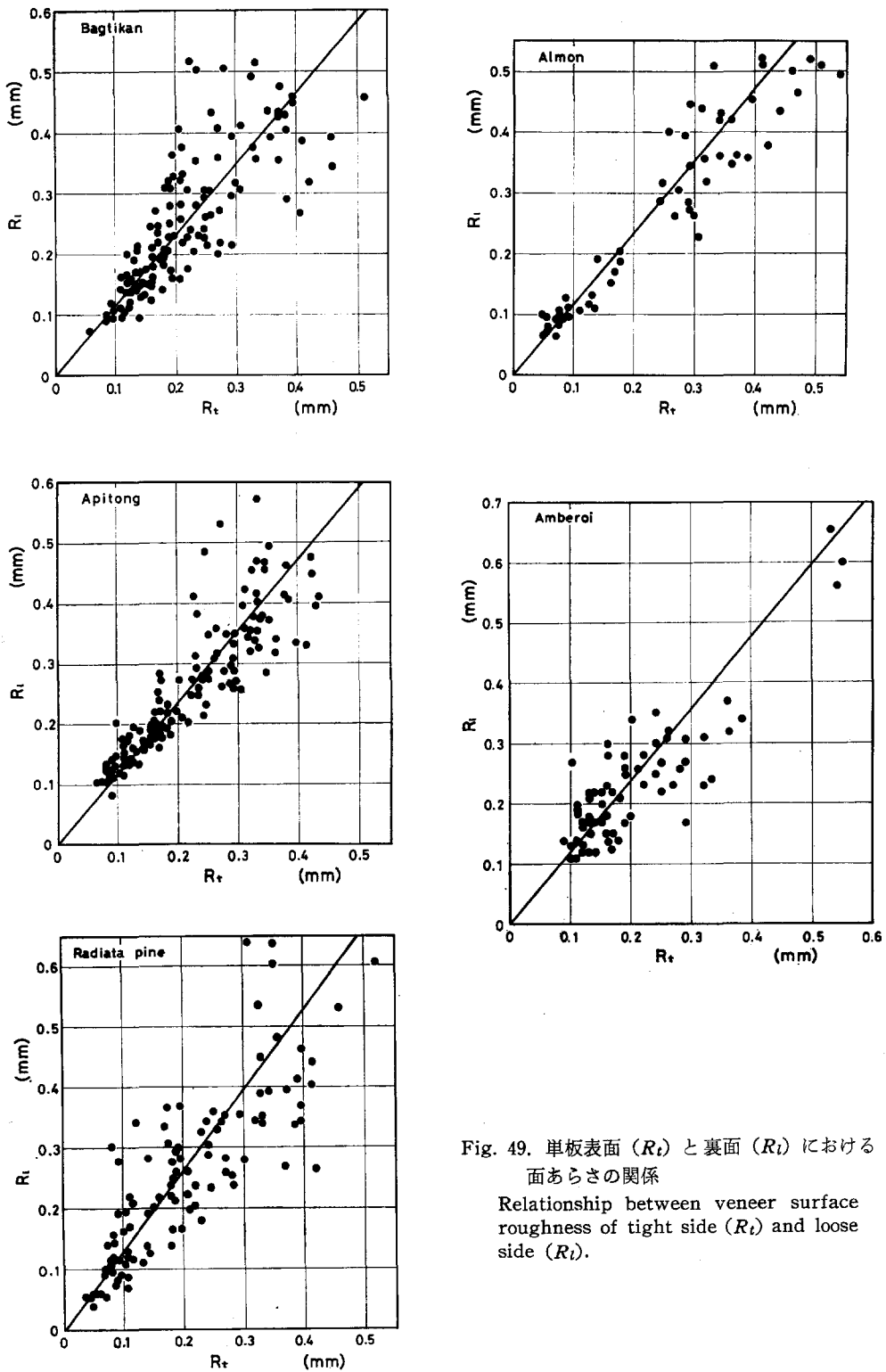


Fig. 49. 単板表面 (R_t) と裏面 (R_l) における
面あらさの関係
Relationship between veneer surface
roughness of tight side (R_t) and loose
side (R_l).

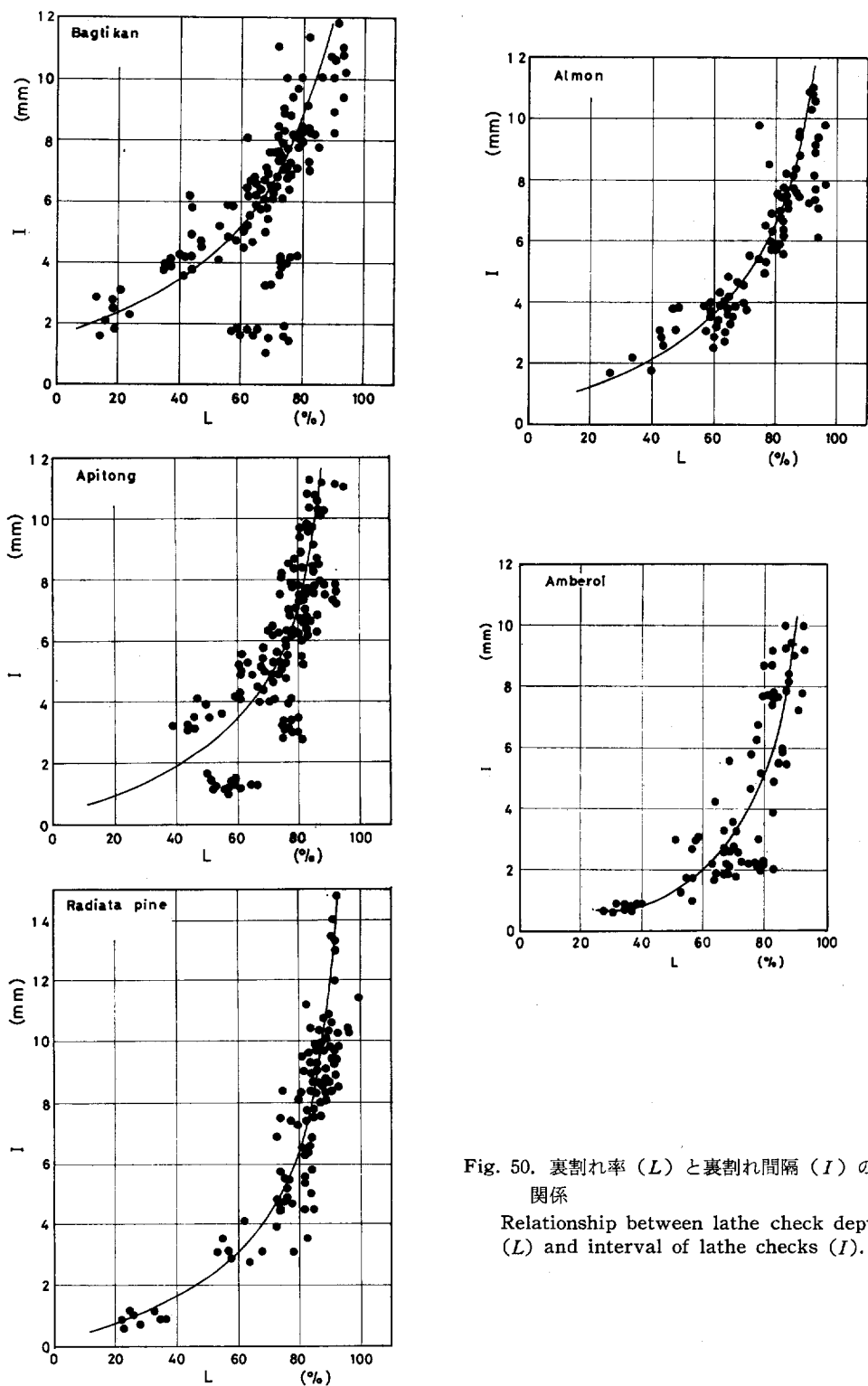


Fig. 50. 裏割れ率 (L) と裏割れ間隔 (I) の関係
Relationship between lathe check depth (L) and interval of lathe checks (I).

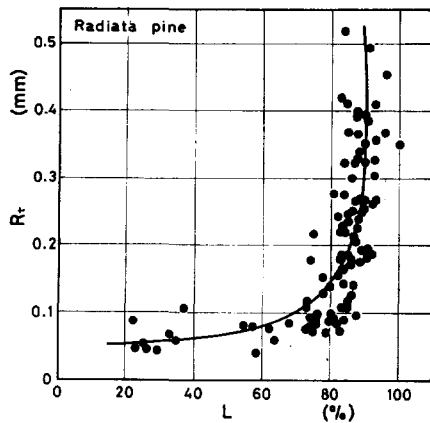
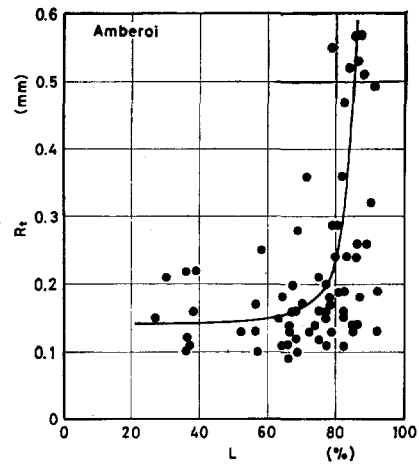
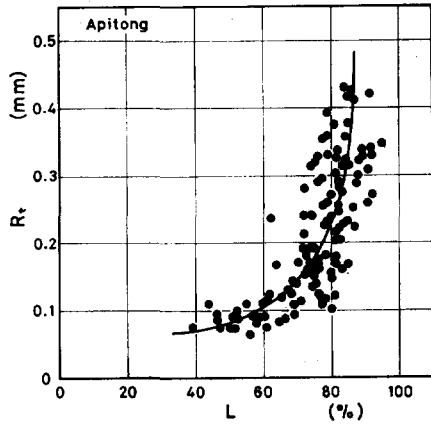
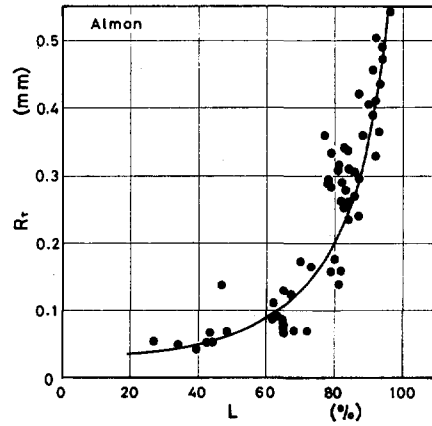
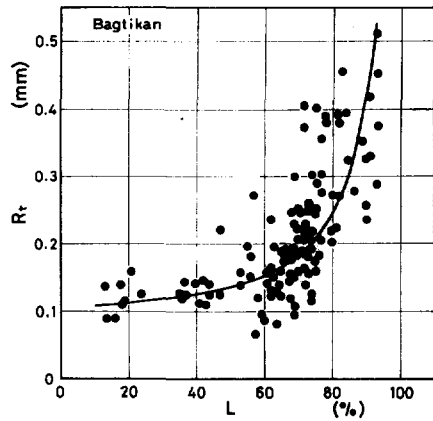


Fig. 51. 裏割れ率 (L) と単板表面における面
あらさ (R_t) の関係

Relationship between lathe check depth (L) and veneer surface roughness of tight side (R_t).

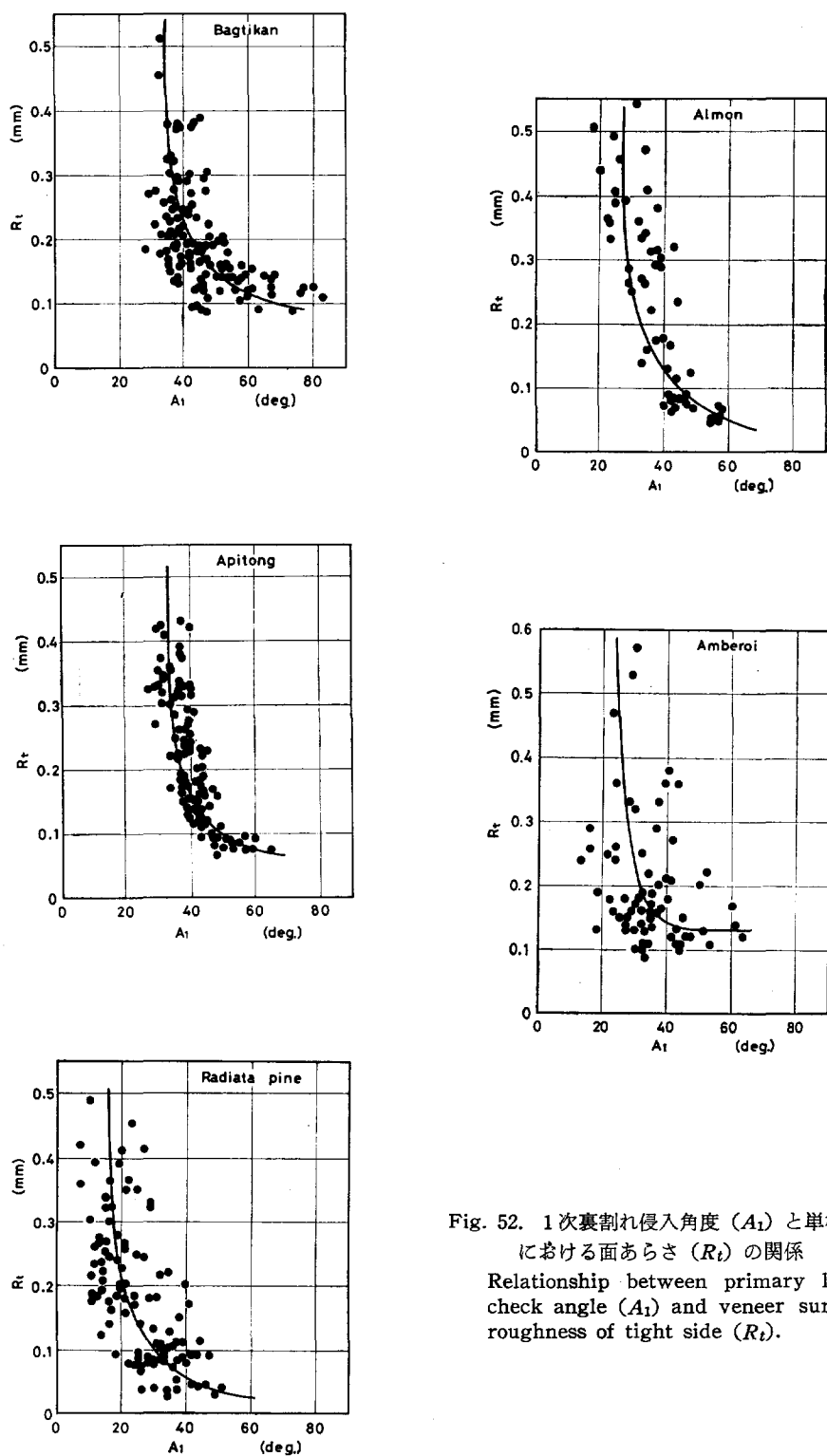


Fig. 52. 1次裏割れ侵入角度 (A_1) と単板表面における面あらさ (R_t) の関係
Relationship between primary lathe check angle (A_1) and veneer surface roughness of tight side (R_t).

Table 18. 実験式 $R_t = \frac{a}{(b+L)} + c$ における定数 a, b, c ($L < |b|$)Constant value a, b , and c in experimental equation $R_t = a/(b+L) + c$ ($L < |b|$).

Species	a	b	c
Amberoi	-0.57	-86.50	0.13
Bagtikan	-2.11	-95.76	0.10
Almon	-4.52	-101.77	-0.02
Apitong	-2.80	-93.49	0.02
Radiata pine	-1.40	-95.37	0.04

R_t : 単板表面における面あらし (mm) veneer surface roughness of tight side, L : 裏割れ率 (%) lathe check depth

Table 19. 実験式 $R_t = \frac{a}{(b+A_1)} + c$ における定数 a, b, c ($A_1 > |b|$)Constant value a, b and c in experimental equation $R_t = a/(b+A_1) + c$ ($A_1 > |b|$).

Species	a	b	c
Amberoi	0.81	-23.15	0.10
Bagtikan	1.41	-32.42	0.06
Almon	2.96	-20.23	-0.02
Apitong	0.94	-31.14	0.05
Radiata pine	1.91	-11.61	-0.01

R_t : 単板表面における面あらし (mm) veneer surface roughness of tight side, A_1 : 1次裏割れ侵入角度 (度) primary lathe check angle

5.3. 裏割れ率と単板表面におけるあらしの関係

裏割れ率 (L) と単板表面における面あらし (R_t) の関係を Fig. 51 に示す。供試5樹種に共通して、面あらしは裏割れ率が大きくなるにつれて高くなるが、その増加の傾向は裏割れ率が低い範囲ではゆるやかで、裏割れ率が60~70%以上になると急になる。両者の関係を曲線回帰式 $R_t = a/(b+L) + c$ で表し、定数 a, b, c を求めて Table 18 に示す。

5.4. 1次裏割れ侵入角度と単板表面におけるあらしの関係

1次裏割れ侵入角度 (A_1) と単板表面における面あらし (R_t) の関係を Fig. 52 に示す。面あらしは、1次裏割れ侵入角度が大きくなるにつれて低下し、とくに侵入角度が小さい範囲の低下率が著しい。両者の関係を曲線回帰式 $R_t = a/(b+A_1) + c$ で表し、定数 a, b, c を求め Table 19 に示す。1次裏割れ侵入角度が小さくなると単板の面あらしが増大するのは、単板切削時に刃先前方に生ずる割れの方が切削方向に接近するほど、すなわち侵入角度が小さいほど切削面には材の割裂面の含まれる率が大きくなるためである。実験結果から、供試5樹種のうち広葉樹では A_1 は 40° 以上、針葉樹では 30° 以上であることが、表面の良好な単板を得るために必要になる。

結 論

実用規模に近いベニヤレースを試作し、厚単板切削を行い、単板製造に際して最適切削条件を求める目的で、単板品質と切削条件の関係について検討した。

(1) 単板の厚さむらは、一般に単板歩出し厚さの厚いほど著しいが、煮沸して原木温度を高めることにより減少させることができる。また、この厚さむらはノーズバーの刃口間隔条件に左右され、刃口間隔が広すぎるときは、刃先が過大切込みにおちいりやすいため、狭すぎるときは、切削開始後の原木数回転に現れる初期薄単板化現象のため、ともに厚さむらが大きくなり、刃口間隔に適正値の存在することが明らかになった。その適正値は、バーの後退角 12° のとき刃口水平方向間隔は単板歩出し厚さの85~90%である。

(2) 裏割れ率は、単板歩出し厚さを薄く、原木煮沸温度を高く、刃口水平方向間隔を狭く設定して切削するほど低下するが、その低下の傾向は樹種および切削条件で異なっている。単板歩出し厚さが薄くな

るにつれて、バクチカンおよびアピトンに比較して、アンペロイおよびラジアータパインの裏割れ率が大きく低下するが、刃口水平方向間隔を狭くしていったときの裏割れ率の低下は、前者の樹種グループの方が大きい。これは、ノーズバーが作用したとき被削材内に生ずる局部的なつぶれの程度が、樹種により異なるためである。

(3) 単板面の品質を向上させることに對しては、裏割れの場合と同様に、単板歩出し厚さを薄く、原木煮沸温度を高く、刃口水平方向間隔を狭くして切削するほど効果がみられる。厚さ 10 mm の単板を切削する場合、刃口水平方向間隔を単板歩出し厚さの 85% 以下に設定すれば、面あらさに関しては利用上問題はないが、初期薄単板化現象の程度が大きくなるため、これよりやや刃口水平方向間隔を広く設定する必要がある。

(4) 単板表面と裏面の面あらさを比較すると、後者の方が約 20% 程度高くなっている。裏割れ率が高くなるほど、また刃先前方の被削材部に生ずる裏割れの侵入角度（1 次裏割れ侵入角度）が小さくなる（切削方向に接近する）ほど、単板の面あらさは悪化する傾向がみられる。

引用文献

- 1) 平井信二・堀岡邦典監修：新版合板。榎書店，pp. 448, (1967)
- 2) 岩田 優：合板製造の歴史的経過と将来への展望 (4), (5). 木工機械, No. 99, 15, (1980), No. 100, 9, (1980)
- 3) HARPOLE, G. B.: Assessing a continuous process to produce press-lam lumber. F. P. J., 26 (8), 51, (1976)
- 4) YOUNGQUIST, J. A. et al.: Design, Performance and installation of a press-lam basement beam in a factory built house. U. S. D. A. For. Serv. Res. Paper FPL 316, Madison, U. S. A., (1978)
- 5) KUNESH, R. H.: Micro-Lam, structural laminated veneer lumber. F. P. J., 28(7), 41, (1978)
- 6) YOUNGQUIST, J. A., B. S. Bryant: Production and marketing feasibility of parallel-laminated veneer products. F. P. J., 29(8), 45, (1979)
- 7) YOUNGQUIST, J. A., F. T. FRONCZAK, R. L. Youngs: Small-scale mills options for producing parallel laminated veneer material. Report for the 8th World Forestry Congress, Jakarta, (1978)
- 8) FPL Press-Lam Research Team: FPL Press-Lam Process, Fast, efficient conversion of logs into structural products, F. P. J., 22(11), 11, (1972)
- 9) SCHAFER, E. L. et al.: Feasibility of producing a high-yield laminated structural Product-General Summary. U. S. D. A. Forest Service Research Paper, FPL 175, (1972)
- 10) 大熊幹章：構造用単板積層材 (LVL) について。木材工業, 29(9), 373, (1974)
- 11) ————：構造用 LVL の利用開発の方向をさぐる。木材工業, 33(6), 258, (1978)
- 12) 佐々木 光：間伐材及び林地残腐材の利用。木材工業, 33(8), 329, (1978)
- 13) ————：単板積層材の製造工程とその関連研究 (I), (II). 木材工業, 28(9), 395, (1973), 28(11), 255, (1973)
- 14) BOHLEN, J. C.: LVL laminated veneer lumber development and economics. F. P. J., 22(1), 18, (1972)
- 15) BOHLEN, J. C.: Tensile strength of Douglas-fir laminated veneer lumber. F. P. J., 24(1), 54, (1974)
- 16) BOHLEN, J. C.: Shear strength of Douglas fir laminated veneer lumber. F. P. J., 25(2), 16,

- (1975)
- 17) KOCH, P.: Structural lumber laminated from 1/4 in. rotary peeled Southern pine veneer. F. P. J., 23(7), 17, (1973)
 - 18) ECHOLS, R. M., R. A. CURRIER: Comparative properties of Douglas fir boards made from parallel-laminated veneer vs. solid wood. F. P. J., 23(2), 45, (1973)
 - 19) KOCH, P., G. E. WOODSON: Laminating butt-jointed, log-run Southern pine veneers into long beams of uniform high strength. F. P. J., 18(10), 45, (1968)
 - 20) 有馬孝礼・大熊幹章: 単板積層材の製造と材質に関する研究 (第1報). 木材工業, 28(6), 254, (1973)
 - 21) 海老原 徹・大熊幹章: 単板積層材 (LVL) の製造と材質に関する研究 (第2報). 木材工業, 30(8), 354, (1975)
 - 22) HARPOLE, G. B., L. W. AUBRY: Economic feasibility of process for high-yield laminated structural products. U. S. D. A. For. Serv. Res. Paper FPL 285, Madison, U. S. A., (1977)
 - 23) LUTZ, J. F., H. H. HASKELL, R. MCALISTER: Slicewood a promising new wood product. F. P. J., 12(5), 218, (1962)
 - 24) 木下敏幸: スライサーによる厚板切削 (1), (2). 木材工業, 30(9), 396, (1975), 30(10), 444, (1975)
 - 25) ———: スライサーによる厚つき板製造に関する研究 (第1報), 林試研報, 295, 17, (1977)
 - 26) 森 稔・久保田利男: ローラーバーによる単板切削 (第1報) (第2報), 木材工業, 25(10), 461, 25(12), 565, (1970)
 - 27) PETERS, C. C., H. R. PANZER, A. F. MERGEN: Low-speed effects on thick-slicing. F. P. J., 26(5), 56, (1976)
 - 28) PETERS, C. C., A. F. MERGEN, H. R. PANZER: Effect of cutting speed during thick slicing of wood. F. P. J., 19(11), 37, (1969)
 - 29) PETERS, C. C., R. R. ZENK, A. F. MERGEN: Effects of roller-bar compression and restraint in slicing wood 1-inch thick. F. P. J., 18(1), 75, (1968)
 - 30) PETERS, C. C., R. A. PATZER: Thick-slicing of wood, effects of bar-type and speed of cut on quality of slice. F. P. J., 26(4), 19, (1976)
 - 31) 杉山 滋: 木材の Thick-slicing におけるプレッシャバーの影響, 長崎大学教育学部自然科学研究報告, 32, 145, (1981)
 - 32) KIVIMAA, E.: Investigating rotary veneer cutting with the aid of a tension test. F. P. J., 6(7), 251, (1956)
 - 33) 中村源一・斎藤真寿夫: ローターレースによる単板切削に関する研究 (I)~(III). 林試研報, 101, 177, (1957), 108, 225, (1958), 119, 67, (1960)
 - 34) WANGAARD, F. F., R. P. SARAOS: Effect of several variables on quality of rotary-cut veneer. F. P. J., 9(6), 179, (1959)
 - 35) HOADLEY, R. B.: A cutting device for laboratory scale veneer studies. F. P. J., 10(5), 258, (1960)
 - 36) HOADLEY, R. B.: Influence of certain variables on veneer cutting behavior. F. P. J., 13(12), 538, (1963)
 - 37) LUTZ, J. F., R. A. PATZER: Effects of horizontal roller-bar openings on quality of rotary cut Southern-pine and yellow-poplar veneer. F. P. J., 16(10), 15, (1966)
 - 38) LUTZ, J. F., A. F. MERGEN, H. R. PANZER: Control of veneer thickness during rotary cutting. F. P. J., 19(12), 21, (1969)
 - 39) HOADLEY, R. B.: Dynamic equilibrium in veneer cutting. F. P. J., 12(3), 116, (1962)

- 40) 江草義正：南洋材の性質（ロータリ単板切削），4, 7, 10～13. 林試研報, 197, 110, (1967), 206, 72, (1967), 208, 168, (1968), 218, 80, (1968), 218, 236, (1968), 221, 134, (1969)
- 41) 木下敏幸・大平 裕：南洋材の性質（ロータリ単板切削）. 16, 林試研報, 234, 104, (1971)
- 42) 杉山 滋・森 稔：単板の切削機構に関する基礎的研究（第 1 報）（第 2 報）. 木材誌, 17(3), 96, (1971), 17(3), 103, (1971)
- 43) McMILLIN, C. W. : The relation of mechanical properties of wood and nose-bar pressure in the production of veneer. F. P. J., 8(1), 23, (1958)
- 44) CUMMING, J. D., B. M. COLLETT : Determining lathe settings for optimum veneer quality. F. P. J., 20(11), (1970)
- 45) 林 大九郎：単板製造に関する基礎的研究. 木材工業, 3(8), 12, (1948)
- 46) 小出重治：ロータリーレースの刃の木材切断曲線（第 1 報）（第 2 報）. 日林誌, 32(1), 28, (1950), 32(9), 311, (1950)
- 47) 杉原彦一：「ロータリーレース」の刃の木材切断曲線について. 日林誌, 32(11), 377, (1950)
- 48) 林 大九郎：ロータリーレースにおける木材切断曲線について. 日林誌, 33(11), 386, (1951)
- 49) 杉原彦一：ロータリー単板の厚さに関する理論的考察. 木材工業, 7(3), 118, (1952)
- 50) 林 大九郎：単板切削に関する研究. 東京教育大学農学部紀要, 8, 180, (1962)
- 51) 黄 彦三：ロータリー単板切削のベクトル解析, 木材工業, 26(5), 213, (1971)
- 52) 小出重治：ロータリーレースによる単板切削に関する研究予報Ⅱ. 木材工業, 5(10), 497, (1950)
- 53) HANCOCK, W. V., J. R. T. HAILEY : Improved pitch rails for peeling Douglas-fir and white spruce. F. P. J., 29(2), 30, (1979)
- 54) MAUL, K. : Einspannkronen für Furnier-Rundshälmaschinen. Holz als Roh-und Werkstoff. 22(9), (1964)
- 55) 中 村・江 草・斎 藤：ロータリーレースによる単板切削に関する研究（Ⅳ）. 林試研報, 126, 19, (1960)
- 56) 金内忠彦・高橋政治：ロータリーレース振れ止装置について. 北林試月報, 101, 12, (1960)
- 57) WALSER, D. C. : Steam-injection knife improves veneer quality. F. P. J., 24(9), (1974)
- 58) FEIHL, A. O., M. N. CAROLL : Rotary veneer cutting with a floating bar. F. P. J., 19(10), 28, (1969)
- 59) FEIHL, A. O., M. N. CAROLL : Peeling veneer with a floating bar. F. P. J., 23(12), 28, (1973)
- 60) FEIHL, O. : Design and performance of roller pressure bars for veneer lathes. Dept. of Forestry. Canada, Publication No. 1225, (1968)
- 61) 栃木紀郎・林 大九郎：Jet air pressure によるベニヤ切削（第 2 報）～（第 4 報）. 木材誌, 17(8), 326, (1971), 18(6), 273, (1972), 18(6), 283, (1972)
- 62) 栃木紀郎・林 大九郎：ノーズバーに代わるジェット水流のプレッシャー機構によるベニヤ切削. 木材工業, 28(9), 399, (1973)
- 63) 林 大九郎・栃木紀郎：単板切削に関する研究. 東京教育大学農学部紀要, 17, 39, (1971)
- 64) PETERS, C. C., A. F. Mergen, H. R. PANZER : Slicing wood one-inch thick～four types of pressure bars. F. P. J., 19(7), 47, (1969)
- 65) 小出重治：ロータリ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Ⅰの（2）. 木材工業, 4(8), 26, (1949)
- 66) 林 大九郎：ロータリー単板切削における問題点. 木材工業, 32(10), 428, (1977)
- 67) 江草義正：ロータリー単板切削について（第 1 報）. 林試研報, 203, 131, (1967)
- 68) LUTZ, J. F. : A survey of some developments in slicing and veneer cutting. Paper for the 14th Congress of IUFRO, Munich, (1967)
- 69) LUTZ, J. F. : Heating veneer bolts to improves quality of Douglas-fir plywood. F. P. L.,

- No. 2182, Madison, U. S. A., (1960)
- 70) CUMMING, J. D., C. FISCHER, F. E. DICKINSON: Rotary veneer cutting characteristics of young-growth Redwood. F. P. J., 19(11), 26, (1969)
- 71) 江草義正・木下敏幸: 南洋材の性質(ロータリー単板切削) 1, 林試研報, 190, 86, (1966)
- 72) 木下敏幸・大平 裕: 南洋材の性質(ロータリー単板切削) 17~20, 林試研報, 244, 168, (1972), 254, 129, (1973), 262, 123, (1974), 269, 57, (1974)
- 73) 中道正徳・今野浩安: 合板原木の煮沸処理試験. 北林産試研報, 44, 1, (1965)
- 74) 福田・元 木・天 野: 北洋産材による単板製造について(第1報). 木材と技術, 9, 14, (1972)
- 75) FLEISCHER, H. O.: Heating rates for logs, bolts, and flitches to be cut into veneer. F. P. L., No. 2149, Madison, U. S. A., (1959)
- 76) STEINHAGEN, H. P.: Heating times for frozen veneer logs. F. P. J., 27(6), 24, (1977)
- 77) FEIHL, O.: Heating frozen and nonfrozen veneer logs. F. P. J., 22(10), 41, (1972)
- 78) KUBLER, H.: Formation of checks in tree stems during heating. F. P. J., 27(1), 41, (1977)
- 79) 加藤・都 築・浅 野: 木材の振動切削に関する研究(第1報). 木材誌, 17(2), 57, (1971)
- 80) 浜本和敏・森 稔: 木材の低周波振動切削に関する基礎的研究(第2報). 木材誌, 18(7), 337, (1972)
- 81) 杉山 滋・森 稔: 単板の切削機構に関する基礎的研究(第3報), (第4報). 木材誌, 19(8), 385, (1973), 19(9), 427, (1973)
- 82) 杉山 滋: 単板の切削機構に関する基礎的研究(第5報). 木材誌, 20(6), 250, (1974)
- 83) ———: 単板の切削機構に関する基礎的研究(第6報). 木材誌, 20(6), 257, (1974)
- 84) ———: 単板の切削機構に関する基礎的研究(第7報). 木材誌, 21(1), 15, (1975)
- 85) PALKA, L. C.: Veneer cutting analysis by an elastic finite element model, a case study. Wood Science, 8(2), 97, (1975)
- 86) LENEY, L.: A photographic study of veneer formation. F. P. J., 10(3), 133, (1960)
- 87) COLLINS, E. H.: Lathe check formation in Douglas-fir veneer. F. P. J., 10(3), 139, (1960)
- 88) 林・栃 木・高 橋: 単板切削における裏割れ発生とその拡大について. 木材工業, 28(4), 159, (1973)
- 89) 林・栃 木・山 崎: 単板切削の微視的観察に関する研究. 木材誌, 16(2), 70, (1970)
- 90) MCKENZIE, W. M., H. KARPOVICH: Measured strains in slow linear veneer cutting. Wood Science and Technology, 9, 213, (1975)
- 91) 木下敏幸・大平 裕: パプアニューギニア材の加工の性質(単板切削性)(第2報)(第9報). 林試研報, 292, 98, (1977), 299, 152, (1978)
- 92) 小倉高規・他4名: ニューギニア産材からの合板製造試験(1). 北林産試月報, 255, 1, (1973)
- 93) 高 谷・野 崎・北 村: 南洋材の合板製造試験(1), (2). 北林産試月報, 316, 1, (1978), 317, 1, (1978)
- 94) 高谷典良・他4名: ニューギニア産材の合板製造試験. 北林産試月報, 311, 12, (1977)
- 95) 小倉高規・他3名: 道産およびソ連産カラマツによる合板製造試験(1). 北林産試月報, 217, 5, (1970)
- 96) 吉田弥明・他3名: カラマツ材の単板切削試験. 北林産試月報, 265, 1, (1974)
- 97) 中道正徳・河原田洋三: シラカバ材による単板製造試験. 北林産試月報, 138, 9, (1963)
- 98) 瀬戸健一郎・他3名: マトア合板の製造試験. 北林産試月報, 151, 10, (1964)
- 99) 中道正徳・他3名: セラヤ材からのロータリー単板の製造. 北林産試月報, 146, 13, (1964)
- 100) 中道正徳・他3名: カポール材からのロータリー単板の製造. 北林産試月報, 148, 16, (1964)
- 101) 福田総一郎・天野良一: 北洋産材による単板製造について(第2報). 木材と技術, 11, 5, (1972)

- 102) 林業試験場木材部・林産化学部：南洋材の性質 21. 林試研報, 277, 87, (1975)
- 103) 太田貞明・木下敏幸：主成分分析による南洋材の用途に応じた樹種区分. 林試研報, 288, 59, (1977)
- 104) Lutz, J. F. : Veneer species that grow in the United States. U. S. D. A., Forest Service Research Paper F. P. L., 167, Madison, U. S. A., (1972)
- 105) IUFRO : Veneer species of the world, assembled at the Forest Products Laboratory, Madison, U. S. A.. (1976)
- 106) BRYANT, B. S., T. E. PETERS, G. E. HOERBER : Veneer thickness variation, Its measurement and significance in plywood manufacture. F. P. J., 15(6), 233, (1965)
- 107) MYRONUK, R. S. : A semi-automatic veneer thickness measuring system. F. P. J., 22(4), 32, (1972)
- 108) STRÜBING, J. : Über Möglichkeiten und Entwicklungsversuche zur Prüfung von Furnieroberflächen, Holz als Roh-und Werkstoff. 18(5), 181, (1960)
- 109) STUMBO, D. A. : Surface texture measurement method. F. P. J., 13(7), 299, (1963)
- 110) PETERS, C., A. Mergen : Measuring wood surface smoothness. A proposed method, F. P. J., 27(7), 28, (1971)
- 111) PETERS, C., J. D. CUMMING : Measuring wood surface smoothness, A review. F. P. J., 20(12), 40, (1970)
- 112) GEORGE, P., D. G. MILLER : Detection of roughness in moving Douglas-fir veneer. F. P. J., 20(7), (1970)
- 113) PALKA, L. C. : Factors affecting the Strength Properties of Douglas fir plywood normal to the glue-line. F. P. J., 16(3), (1966)
- 114) HOADLEY, R. B. : Improved technique for measuring knife check effect on rolling shear. F. P. J., 18(8), 18, (1968)
- 115) CHOW, S. : Lathe check influence on plywood shear strength. Dept. of the Env. Can. For. Serv. VP-X-122, (1974)
- 116) LENEY, L., R. H. MAIN : Veneer characteristics as related to failure in plywood tension-shear specimens. F. P. J., 8(4), 33, (1968)
- 117) FEIHL, O. : The telegraphing of veneer core defects through thin veneer faces. F. P. L. Ottawa, Canada, Information report OP-X-13, (1968)
- 118) 木下敏幸：単板形成過程の解析（第1報），木材誌，29(12)，871，(1983)

Effects of Peeling Conditions on Veneer Qualities in Thick Veneer PeelingNobuyuki KINOSHITA⁽¹⁾**Summary**

The effects of nominal veneer thickness, log heating temperature and nose-bar (roller-bar) opening on veneer qualities in thick veneer peeling were investigated for species shown in Table 1.

1. Effects of nominal veneer thickness

The effects of nominal veneer thickness on veneer qualities (variation of veneer thickness, lathe check depth, veneer surface roughness) were investigated for four species, bagtikan, apitong, ameroi and radiata pine. The minimum nominal veneer thickness was 2.5 mm for all species tested and the maximum nominal veneer thickness was 15.0 mm for bagtikan, 12.5 mm for apitong, 10.0 mm for ameroi and radiata pine. The horizontal and vertical nose-bar opening were 90% and 19% of the nominal veneer thickness. The logs, except ameroi, had been put into the hot water before peeling with the following temperatures for 22 to 27 hrs., 75°C for bagtikan, 90°C for apitong, and 60°C for radiata pine. Knife angle was 20°30', clearance angle was 30', peeling velocity was 13 m/min., outer chuck and inner chuck diameters were 150 mm and 80 mm, respectively.

(1) With the exception of ameroi, the variation of veneer thickness became larger as the nominal veneer thickness increased. The variation of veneer thickness from the outer part of the log became larger when the veneer was peeled under the condition of thick nominal veneer thickness, because of the irregularity of fixation and revolution of log due to the increase of torque at the chuck.

(2) The lathe check depth decreased as the nominal veneer thickness decreased. The lathe check depth decreased about 10% at 2.5 mm nominal veneer thickness compared to 15 mm nominal veneer thickness for bagtikan, about 20% at 2.5 mm compared to 12.5 mm for apitong, about 45% to 55% at 2.5 mm compared to 10 mm for ameroi and radiata pine.

(3) The surface roughness of veneer decreased as nominal veneer thickness decreased. Although there were little difference in surface roughness between the tight side and the loose side of veneer in thin veneer peeling conditions, the loose side surface roughness became higher than the tight side as nominal veneer thickness increased.

(4) In the case of peeling conditions set below 10 mm nominal veneer thickness, the surface roughness of tight side was eliminated under 0.2 mm except for radiata pine. It was considered that there would be no serious problem to use such veneer glued with thin decorative veneer (used as core veneer). However, the suitable finishing process such as sanding would be needed, when requested as a decorative purpose finishing material in end use.

2. Effects of log heating temperature

The effects of log heating temperature on veneer qualities were investigated for three species, bagtikan, apitong and radiata pine. The nominal veneer thickness was 10 mm. The horizontal and the vertical nose-bar openings were set at 90% and at 19% of the nominal

Received October 7, 1983

(1) Wood Tecnology Division

veneer thickness.

(1) It was recognized that the variation of veneer thickness, the lathe check depth and the veneer surface roughness were decreased as the log heating temperature increased. The effects of heating temperatures were greater for bagtikan and apitong than for radiata pine.

(2) When the veneer was peeled in the green condition of bagtikan and radiata pine, and apitong heated to 45°C, the surface roughness of tight side of veneer was over 0.3 mm. These veneers would need to be sanded if destined for decorative purpose finishing material.

3. Effects of bar opening conditions

The effects of nose-bar opening (*D*) and vertical nose-bar opening (*V*) shown in Fig. 3, and of roller-bar opening (*W*) shown in Fig. 4 on the veneer qualities were investigated for five species. The nominal veneer thickness was 10.0 mm, and logs were heated prior to peeling in the following temperatures; 90°C for bagtikan, 60°C for almon, 90°C for apitong, 60°C for radiata pine. Amberoi was peeled in green condition.

(1) The variation of veneer thickness was least when the veneer was peeled with a horizontal nose-bar opening of 90% of the nominal veneer thickness. The thickness of veneer peeled from the outer part of log became extremely thin as shown in Fig. 32 when the veneer was peeled with narrower than 90% of horizontal nose-bar opening. No effects of the vertical nose-bar opening on the variation of the veneer thickness was recognized.

(2) The lathe check depth decreased as the nose-bar opening set narrowed. The effect of the nose-bar opening on the decreasing of the lathe check depth was higher in bagtikan and almon than in amberoi and radiata pine.

(3) The veneer surface roughness decreased considerably as the nose-bar opening became narrower for all species tested. The optimum nose-bar opening condition was about 90% for the nominal veneer thickness, concerning to the variation of veneer thickness and the veneer surface roughness.

(4) No effects of the vertical nose-bar opening on the lathe check depth was recognized, but the veneer surface roughness decreased as the vertical nose-bar opening became narrower.

(5) Though the roller-bar opening did not affect the lathe check depth, the variation of veneer thickness and veneer surface roughness decreased when the veneer was peeled with a narrower roller-bar opening.

4. Relationship among the veneer qualities

The relationship between the veneer surface roughness of the tight side and that of the loose side, the relationship between the lathe check depth and the interval of lathe check, the relationship between the lathe check depth and veneer surface roughness of the tight side and the relationship between primary lathe check angle (Fig. 10) and the veneer surface roughness were obtained. These results were shown in Fig. 49 to Fig. 52.