

ジョインターによる単板切削試験

瀬 戸 健 一 郎
高 島 武 男

小巾単板のはぎ合せは、小径低品位材を合板用材として利用するに当たっての必須作業であり、はぎ技術の優劣は合板製品の品質は勿論直接的には仕組単板の歩止りおよび調板工程の作業能率にも大きな影響を及ぼすものと考えられる。はぎ技術に関する試験としてジョインターおよびスライサーによる単板のはぎ作業について工場実験を行い良好なはぎ合せを行うための作業条件を検討した。その試験結果のうち「ジョインターによる単板切削試験」について記述し参考に供したい。この試験に当り道内数工場を調査させていただいた。関係工場の方々と、御助言をいただいた枝松木材部長に対し衷心より謝意を表する。

1. はじめに

単板の側面のはぎ合せは、テーピングマシン、テープレススライサー、ベニヤエッジグラーによりなされているが、その前工程としてははぎ合せ面の形成には一般にシングルソー、ダブルソー、クリッパー、ジョインターが使用され、はぎ日の精度が要求されるものについては主としてジョインターによる側面の切削が行われている。従って、ジョインターの切削については、切削面の直角度、平滑さおよび切削面の直線度が問題になってくる。

ジョインターの切削機構は、一般の回転鉋のそれと大差はないが、現在使用されているものは、大部分が移動カッター式のもので、被削材を固定しカッターヘッドが直線ガイド上を摺動して切削すること、積重ねられた厚みの薄い板目材（ロータリー単板）を20~50mm程度に圧縮しその側面即ち柱目面を切削することが大きな差異点であろう。

この試験では、切削面の平滑さとのはぎ目の直線度に影響する主要因子とその切削面に及ぼす影響を検討し

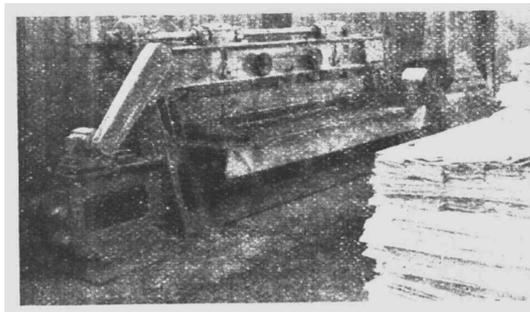
て良好な切削面を得るための条件を考察した。

2. 実験方法

切削面の直線度に影響する主要因子は、ジョインターの機械的因子（カッター軸送り装置の直線度、カッター軸の精度）と切削途中に於ける面の部分的凹凸（単板個々の部分的凹凸）であると考えられる。切削面の平滑さについては、機械的アラサ即ち切削工具（鉋刃の鋭利さ、刃角、切削角、当て刃型）、切削方式（上向き切削 up-cut、下向き切削 down-cut）によるものと、組織的アラサ即ち被削材の細胞組織によるものが混合してあらわれる。

この試験では工場実験的に次の方法によることにした。

（1）試験に用いたジョインターは、第1図に示す太平製作所製 W03-AR 型ジョインターで、この機の最大切削寸法：長274cm、厚5cm、送り速度：8.3m/min、戻り速度：15.7m/min、カッター回転数：2890 r. P. m.、刃数：8、カッターヘッド径：仕上げ鉋256mm、荒鉋251mm、切削円直径：仕上げ鉋259mm、荒鉋255.5mmである。



第1図 試験に使用したベニヤジョインター

第 1 表 ナイフのセッティング精度 (3, 4, の試験)

荒 鉋		No.							
刃の部分		1	2	3	4	5	6	7	8
上端より 10 mm		0.03	0	0.07	0.09	0.05	0.10	0.07	0.11
下端より 10 mm		0.06	0	0	0.08	0.01	0.09	0.09	0.09

仕上げ鉋		No.							
刃の部分		1	2	3	4	5	6	7	8
上端より 10 mm		0.06	0.10	0.13	0.08	0.06	0.04	0.02	0
下端より 10 mm		0.03	0.06	0.07	0.02	0.02	0.02	0	0.01

(注) 数値は、ダイヤルゲージの読みの最小値を0とし各部分の0よりの距離 (mm)

(2) 試験項目ごとに、通常工場で切削されている状態で単板を堆積し、条件を変えて切削し、その切削面を堆積されたままのブロックとして観察した。従って被削材の固体差は削り代による材の部分的差のみで同一材である。

(3) 面アラサは、試験の都度面の状態を肉眼で観察し次に切削面の切削始めの

部分、中央部、切削終りの部分の3ヶ所約 30 cmを木材チョークでタイプライターペーパーにトレースして、ナイフマーク、単板の凹凸等を観察した。

(4) 直線度については、試験の前にエゾマツ無欠点気乾材2枚を削り代 1mm にて切削し、2枚の切削面を合せてそのすき間をスキマゲージで測定する方法と、糸張り法(カタン糸80番)即ち糸と上記切削面とのスキマを測定する方法により調べた。またガイド面の破損、接着剤、切削屑のガイド面への付着、カッター軸取付移動盤(キヤレイヂ)と摺動ガイドとのガタがないように調整した。

供試切削面の直線度は、各回の切削終了後切削面に木材チョークをぬり材は圧縮固定のままくりかえし切削を行い鉋刃のあたった部分の長さを測定することにより表わした。(以下0切削試験という)

(5) 切削抵抗の比較のためと所要動力を知るため横河電機製作所製携帯三相電力計DPW-3型により所要動力を調べた。

(6) 直角度については、その都度直角ゲージで調べた。

3. 削り代、堆積高が切削面に及ぼす影響

削り代、堆積高は、切削面に影響するだけでなく、歩止りおよび作業能率にも影響することは当然と思われる。普通工場では、削り代は10~15mmを荒鉋で削り1~3mmを仕上げ鉋で削り取っている。なお単板のくるいのひどいものは、削り代を少なくする方法がとられている。堆積高は、単板厚により異なるが、30~50 mm が普通で 40mm 前後の場合が多い。

3.1 試験方法

前記ジョインターについて、切削角(仕込角): 荒 54.5°、仕上げ53°、鉋刃: HS-3、巾 64mm、厚3mm、刃角: 荒、仕上げとも 40°とし、グラインダー研磨後油砥で仕上げカッターヘッドに取付けた。単

板の圧縮圧は、2~3kg/cm²、刃先と圧縮盤側面の距離は、接着剤塗布作業上3mmとしているものをそのまま使用した。

カッター軸に刃を取付けたのちダイヤルゲージで刃のセッティング精度を調べた。

供試材には、シナ、カバ、セン、タモの厚 1.4mm 巾30~40cm、長192cmのロータリー単板の表板用 2~3 等品、含水率4~8%、(KETT-M8S型木材水分計による)を用た。またシナ 0.9mm、カバ 0.7mm、含水率7~13%のものにつき試験を行い補足した。この子試験では、仕上げ鉋のみを用いた場合と、荒、仕上げ両方の鉋を用いた場合について切削面の観察を行った。切削方式は up-cut とした。

3.2 試験結果

試験結果は次の通りである。

(1) 仕上げ鉋のみによる切削

仕上げ鉋のみ用いて切削し、切削面を比較した結果を第 2表 に示す。シナ、センについては、堆積高、削り代を変えても大きな切削面の差は認められなかったが、カバ、タモについては、削り代が小さいときは大きいものに比較して逆目が減少した。タモは、削り代が大きいときはチップマークが目立った。

(2) 荒鉋および仕上げ鉋を用いた切削

この場合の切削面の形成は、仕上げ鉋の削り代1.75 mm (259 - 255.5 / 2 = 1.75) によりなされることになる。一般的に仕上げ鉋のみを用いた場合と切削面の差は認められなかったが、シナ単板の裏割れに起因すると思われる先割れ状態とカバの裂けが防止出来た。

(3) 荒鉋および仕上げ鉋を用いた薄物単板の切削
前記のシナ0.9mm、カバ0.7mm単板を、堆積高 h = 20 mm とし削り代 a を変化させて試験を行った。

シナについては、削り代にかかわらず良好な切削両が得られたが、カバについては、削り代 a = 3mm

第2表 削り代推積高と切削面

樹種 欠点 項目	シ		ナ		カ		バ	
	削り代 a = 3, 10, 15 mm	堆積高 h = 20, 40 mm	削り代 a = 3, 10, 15 mm	堆積高 h = 20, 40 mm	削り代 a = 3, 10, 15 mm	堆積高 h = 20, 40 mm	削り代 a = 3, 10, 15 mm	堆積高 h = 20, 40 mm
逆目	いづれも良好	いづれも良好	いづれも良好	いづれも良好	顕著 a=3 のとき逆目減少	いづれも顕著	いづれも顕著	いづれも顕著
チップマーク	" "	" "	" "	" "	いづれも軽微	" 軽微	" 軽微	" 軽微
毛羽立ち	" "	" "	" "	" "	" 良好	" 良好	" 良好	" 良好
その他	a = 15 のときささくれが目立つ	顕著な差なし	顕著な差なし	顕著な差なし	顕著な差なし	顕著な差なし	h = 20 のとき堆積の上下1枚損傷	顕著な差なし

樹種 欠点 項目	セ		ン		ダ		モ	
	削り代 a = 3, 10, 15 mm	堆積高 h = 20, 40 mm	削り代 a = 3, 10, 15 mm	堆積高 h = 20, 40 mm	削り代 a = 3, 10, 15 mm	堆積高 h = 20, 40 mm	削り代 a = 3, 10, 15 mm	堆積高 h = 20, 40 mm
逆目	いづれも良好	いづれも良好	いづれも良好	いづれも良好	顕著 a=3 のとき逆目減少	いづれも顕著	いづれも顕著	いづれも顕著
チップマーク	" 軽微	" "	" "	" "	a = 15 のとき目立つ	" 軽微	" 軽微	" 軽微
毛羽立ち	" 良好	" "	" "	" "	いづれも良好	" 良好	" 良好	" 良好
その他	顕著な差なし	顕著な差なし	顕著な差なし	顕著な差なし	顕著な差なし	顕著な差なし	顕著な差なし	顕著な差なし

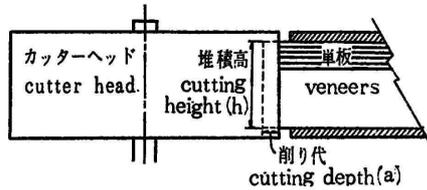
(注) 削り代 (a) と堆積高 (h) 第2図

のとき推積の上下1枚が裂けた。この裂けは削り代が大きくなるにつれて増大し、a = 15mm のとき上下3枚が損傷しこの切屑が鉋刃にまき込まれて切削面の中央に掘れを生じ切削面は著るしく不良となった。

(4) 0切削試験と切削所要動力

(1) ~ (3) の各々の場合に於ける0切削試験結果と抑制所要動力を第3表(1) ~ (3) に示す。括弧内は、0切削試験により、鉋刃の当りが非常に軽微で、チョークを軽く削り取る程度のものを0、やや深く削り取り新しい切削面が前の切削面と混合しているものを S、

(Slight)、新しい切削面があらわれたものを H (Heavy) としてその長の合計長を測定した概略値である。



第2図 削り代と堆積高

第3表 (1) 0切削試験結果と切削所要動力 (KW) (仕上げ鉋のみによる切削)

空転動力 : 0.4 KW, 表の動力数値は空転動力を含む。

樹種 amm hmm	シ		ナ		カ		バ		セ		ン		ダ		モ	
	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40
3	max. 0.8	1.0	0.7	0.9	0.6	0.7	0.6	0.7	0.6	0.7	0.6	0.7	0.6	0.7	1.1	1.1
	min. 0.7 (0)	0.8 (0)	0.6 (0)	0.8 (0)	0.6 (0)	0.65 (0)	0.6 (0)	0.65 (0)	0.6 (0)	0.65 (0)	0.6 (0)	0.65 (0)	0.6 (0)	0.65 (0)	0.9 (0)	0.9 (0)
10	max. 1.1	1.8	1.6	2.4	1.0	1.65	1.1	1.65	1.0	1.65	1.1	1.65	1.0	1.65	2.2	2.2
	min. 1.0 (0)	1.6 (0)	1.2 (0)	2.2 (S 20)	0.9 (0)	1.5 (S 40)	1.0 (0)	1.5 (S 40)	0.9 (0)	1.5 (S 40)	1.0 (0)	1.5 (S 40)	0.9 (0)	1.5 (S 40)	1.9 (S 30)	1.9 (S 30)
15	max. 1.5	2.6	2.2	3.8	1.2	2.2	1.4	2.2	1.2	2.2	1.4	2.2	1.2	2.2	3.1	3.1
	min. 1.35 (0)	2.3 (S 20)	1.9 (S 10)	3.5 (S 40)	1.0 (0)	2.0 (S 30H5)	1.2 (0)	2.0 (S 30H5)	1.0 (0)	2.0 (S 30H5)	1.2 (0)	2.0 (S 30H5)	1.0 (0)	2.0 (S 30H5)	2.7 (S 30)	2.7 (S 30)

第3表 (2) 0切削試験結果と切削所要動力 (KW) (荒鉋および仕上げ鉋による切削)

空転動力 : 0.5 KW

樹種 amm hmm	シ		ナ		カ		バ		セ		ン		ダ		モ	
	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40
3	max. 0.8	1.25	0.8	1.2	0.7	0.9	0.7	0.9	0.7	0.9	0.7	0.9	0.7	0.9	1.0	1.0
	min. 0.7 (0)	1.15 (0)	0.7 (0)	1.0 (0)	0.7 (0)	0.8 (0)	0.7 (0)	0.8 (0)	0.7 (0)	0.8 (0)	0.7 (0)	0.8 (0)	0.7 (0)	0.8 (0)	0.8 (S 18)	0.8 (S 18)
10	max. 1.5	2.3	1.7	3.3	1.1	1.7	1.4	1.7	1.1	1.7	1.4	1.7	1.1	1.7	2.6	2.6
	min. 1.3 (0)	2.1 (S 35)	1.6 (0)	3.0 (0)	0.95 (0)	1.5 (0)	1.3 (0)	1.5 (0)	0.95 (0)	1.5 (0)	1.3 (0)	1.5 (0)	0.95 (0)	1.5 (0)	2.3 (0)	2.3 (0)
15	max. 2.1	3.2	2.4	4.5	1.4	2.4	1.9	2.4	1.4	2.4	1.9	2.4	1.4	2.4	3.7	3.7
	min. 1.9 (0)	3.0 (S 60)	2.2 (0)	4.2 (0)	1.2 (0)	2.2 (S 45)	1.8 (0)	2.2 (S 45)	1.2 (0)	2.2 (S 45)	1.8 (0)	2.2 (S 45)	1.2 (0)	2.2 (S 45)	3.4 (0)	3.4 (0)

第3表 (3) 薄物単板の切削所要動力 (KW)

(荒鉋および仕上げ鉋による切削)

単板厚: シナ 0.9 mm、カバ 0.7 mm 空転: 0.5 KW

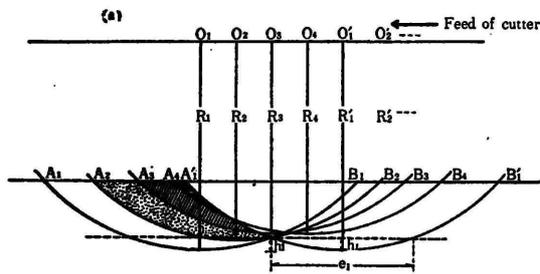
a mm	樹種	シナ		カバ	
		20	40	20	40
3	h mm	max. 0.75	1.15	0.8	—
		min. 0.7	1.0	0.7	—
10	h mm	max. 1.4	2.6	1.7	—
		min. 1.3	2.3	1.6	—
15	h mm	max. 2.0	3.3	2.5	—
		min. 1.9	3.1	2.3	—

(5) ナイフマーク

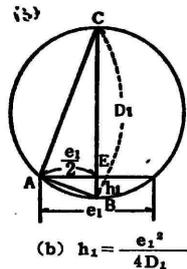
ナイフマークの巾 e mm は、刃数を n 、カッターの回転数を N_r . p . m . 送り速度を F mm / min . とすれば $e = \frac{F}{n \cdot N}$ により与えられる。トレースして求めたナイフマークの巾は、マークの明瞭な部分 10cm をとり実測したものであるがいずれも 2.8mm であった。計算値によると、 $e = \frac{8300}{8 \times 2890} = \frac{1}{8} \times 2.86$ となるから、実測値 2.8mm は鉋筒1回転当りの送り量にほぼ等しく、ナイフマークの形成には鉋刃1枚が使用されていることになる。ナイフマークを形成する有効刃数は、カッター軸の回転が振動がない場合は鉋刃のセッティング精度に左右される。

1回転当りの送り量 (f)、セッティング精度 (R) が有効刃数に及ぼす影響³⁾は、セッティング精度のみに注目して略解すれば第3図のようになる。

即ち、鉋刃 4、各刃の刃先円の半径を R_1, R_2, R_3, R_4 、とし、ナイフマークの形状を実用上円弧の



(a) ナイフマークの巾と深さ



第3図 セッティング精度の解析

一部とみなしたときのセット誤差 R の許容限度は次の通りである。 R_1, R_2, R_3, R_4 がすべて切削面の形成にあずかっていると、ナイフマークの巾を e_1, e_2, e_3, e_4 とすると、鉋筒1回転当りのナイフマークの巾 $e = e_1 + e_2 + e_3 + e_4$ 、鉋筒1回転当りの送り量 f rev. は

$$f \text{ rev.} = \frac{F}{N} \dots\dots\dots(1)$$

鉋筒1回転当り1枚の刃の送り量 f は

$$f = \frac{F}{n \cdot N} \dots\dots\dots(2)$$

$R_1 > R_2 > R_3 > R_4$ で R_1 のみがナイフマークを作るものとすればその許容限度は $R_1 - R_3 = h_1$ で、 $R_1 - R_2 < h_1, R_1 - R_4 < h_1$ 、図によって、

$$AB^2 = (h_1)^2 + \left(\frac{e_1}{2}\right)^2 = h_1 \cdot D_1$$

$$\therefore h_1^2 + \frac{e_1^2}{4} = h_1 \cdot D_1$$

$$\therefore h_1 = \frac{h_1^2}{D_1} + \frac{e_1^2}{4D_1} \quad h_1^2 \text{ は小さいから、}$$

$$h_1 = \frac{e_1^2}{4D_1} = \frac{e_1^2}{8R_1} \dots\dots\dots(3)$$

以上により対象の位置にある刃のセット誤差 ΔR の

最大は $h_1 = \frac{e_1^2}{8R_1}$ でその他の刃のセット誤差は h_1 より小でなければいけない。

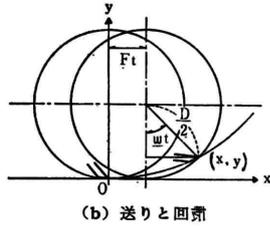
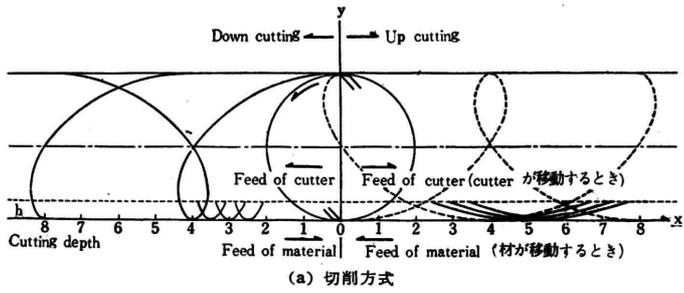
3.3 結果の考察

試験の結果シナ、センの場合は、削り代、堆積高による切削面の差は認められずいづれの場合も良好な切削面が得られたが、カバ、タモの場合は、逆目が生じ易く切削面は不良であった。この逆目は、削り代、堆積高を小さくすることにより或程度防止出来るが完全ではない。カバの薄物単板の場合はこの試験のような切削条件では切削面は著るしく不良となるので単板が損傷しない程度で圧縮圧を大きくし、刃先と圧縮盤の距離を接近させること、削り代はなるべく小さくすることが必要であろう。

切削動力は $h = 20$ mm のときは、カバ > シナ > タモ > セン、 $h = 40$ mm のときは、カバ > タモ > シナ > センの順で、削り代の増加にともないほぼ直線的に増加した。切削面のみからみると、荒鉋と仕上げ鉋の両方を使用することは大きな意味はないが、荒鉋は仕上げ鉋にかける前の側面を矯正するため、仕上げ鉋は逆目の生じ易い材の荒鉋によって出来た先割れを平滑にすることに意味があるように思われた。

4. 切削方式が切削面に及ぼす影響

切削方式には送り方向と鉋刃の回転方向とが向き合う上向き切削 (up-cut) と、その反対の下向き切削 (down-cut) がある。普通の回転鉋には up-cut が採用されているが、ジョインターでは、仕上げ鉋の



第4図 切削方式の解析

みを用いた場合は、up-cut、荒および仕上げ鉋を用いた場合はup-up、down-up、一部にdown-downの組合せがありその何れが良いか明らかではない。

切削方式について略解すれば第4図の通りとなる。即ち、切削円の直径をD角速度を ω 送り速度をF 時間を t とすると、t 時間後に於ける刃先位置は次式により与えられる。

$$\text{up-cutの場合 } x = Ft + D/2 \cdot \sin \omega t \quad \dots\dots (4)$$

$$y = D/2 \cdot (1 \pm \cos \omega t)$$

$$\text{down-cutの場合 } x = -Ft + D/2 \cdot \sin \omega t \quad \dots (5)$$

$$y = D/2 \cdot (1 \pm \cos \omega t)$$

t = 1 について ω = π/4、F = D/4 の場合の刃先の

軌跡を画くと、図のようになる。この図ではdown-cut の場合は切削不可能となるが、普通の切削のときは ω が F に比して大きいから図の実線のようにになって切削が行われることになる。up-cut の場合は、切削面から未鉋削部分へ順目 逆目 傾斜のきつい逆目 となるに反し、down-cut の場合は、未鉋削部分から切削面へ傾斜のきつい順目 繊維に平行 逆目となる。

4.1 試験方法

切削諸元及び供試材については前記 3. の試験と同じとし、仕上げ鉋のみを用いて試験を行った。被削材をジョインターに挿入し、初めに側面矯正を行い削り代 3mm にて up-cut し、次に同じく削り代 3mm で down-cut をして切削面を比較した。試験に先だちモーターの結線を変え戻り速度を送り速度と同じく 8.3m/min として試験を行った。

4.2 試験結果

(1) 一般的知見

down-cut は up-cut に比して切削音が高く、切削面につやがあった。またナイフマークのトレースのときマークの凹凸が明瞭であって手の触感にはっきり差が認められた。

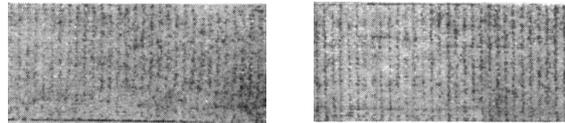
このことは、up-cut と down-cut のナイフマークの深さの差によるものと思われる。ナイフマークの比較を第5図に示す。

(2) 切削面の比較

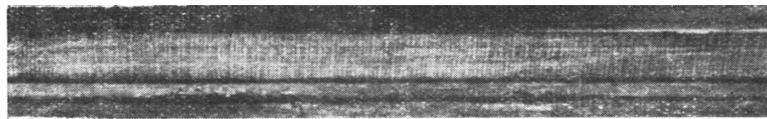
樹種別に切削面を比較すると第4表のようでありシナ、センについては切削面に大きな差はなかったがカバ、タモについてはdown-cutの方がややよい結果であった。

(3) 0切削試験

0切削試験結果を第5表に示す。くりかえし切削はいずれもup-cutにて行った。down-cutはup-cut に比してくりかえし切削によって新しく削りとられる部分が長かった。0切削試験の1例を第6図に



第5図 切削方式とナイフマーク



上向き切削



下向き切削

第6図 0 切削試験の一例 : 樹種 シナ

第4表 切削方式と切削面

樹種	シナ		カバ		セン		タモ	
	up	down	up	down	up	down	up	down
逆目	○	○	×	△	○	○	×	△
チップマーク	△	△	△	△	△	○	△	△
毛羽立ち	○	○	○	○	○	○	○	○

(注) ○…良好 △…軽微 ×…顕著

示す。

(4) 切削所要動力

切削所要動力を比較すると第6表のようで down-cutの方が up-cut より大であった。

4.3 結果の考察

up-cutが良いかdown-cutが良いか一概に言明出来ないが実験の範囲内ではシナ、センなど切削が容易な材では差が認められずカバ、タモなどの逆目の生じ易い材では down-cutの方がややよい結果であった。

切削試験結果と所要動力からみると down-cutの方が好ましくない。

down-cut で削り代、

堆積高を大きくするときは

切削面の直線度のみだれることが予想されるので、摺動ガイドとスライド面のガタの調整、切削動力、機械精度面の考慮が必要と思われる。

down-cut の方がup-cutより切削所要動力が大きいことは文献(2)4)7)にも述べられているが、down-cut の方が被削材への切込角変が繊維に直角に近いことも一原因であろうと思われる。

一部の機械では、荒削り用としてdown-cutが採用されているが切削面のみについて考えるとむしろ削り代を小さくして仕上げ鉋に使用さるべきものと考えられる。

5. 刃の摩耗が切削面に及ぼす影響

一般に刃の鋭利度についてどの程度がよいか刃そのものについての判定は困難であって、製品の切削面や刃の研磨方法により一応の判断を下している。刃が磨耗すると切削面が劣化し、切削抵抗が増大することが知られている。

5.1 試験方法および結果

3、4の試験に用いた仕上げ鉋を7日間刃を取り替えることなく使用し、シナ、カバについて試験を行い刃の研磨直後の切削面と比較した。この試験の刃の磨耗程度は、正味切削時間約 3.5時間、切削長1.750mと推定される。切削音元および供試材は前記 3、4の試験と同じである。

(1) 切削面の比較

第5表 切削方式と切削試験結果

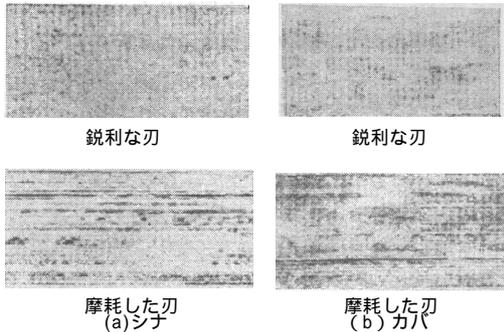
樹種	シナ		カバ		セン		タモ	
	up	down	up	down	up	down	up	down
Stight	10	105	15	20	0	95	30	70
Heavy	0	65	0	72	0	85	0	120

第6表 切削方式と所要動力

樹種	シナ		カバ		セン		タモ	
	up	down	up	down	up	down	up	down
max.	1.1	1.2	1.2	1.7	0.9	1.1	1.15	1.4
min.	0.85	0.9	1.0	1.4	0.7	0.8	0.9	1.5

刃の磨耗状態の切削面を研磨直後のものと比較すると 第7図のようになる。

ナイフマーク等切削面の肉眼的観察の結果を第7表に示す。シナでは刃が磨耗すると毛羽立ちが目立ちまた切削面に凹凸が生ずるようになる。カバでは逆目が減少し切削面の劣化の程度が少ない。



第7図 鋭利な刃と磨耗した刃による切削面の状態

(2) 単板切削面の凹凸の検討

刃が磨耗してくると単板の切削面に部分的に凹凸が出来るようになる。シナについては肉眼的に明瞭であって直線度に影響があるものと思われる。この原因を実証的に明らかにすることは困難であるが観察の結果を記すと次のようである。

) 磨耗した刃による切削面の凸部は木質の硬い部分であり、凹部は軟かい部分が目ぼれ、逆目の部分で

ある。

刃がきれる状態での切削面の凸部については他の部分との単板間の個体差はなく、堆積上下単板と木理状態は殆んど同一であった。圧縮圧は充分と思われた。

上記の結果から刃がきれる状態での切削面の凸部は刃の部分的磨耗の影響であり、刃がきれなくなると材の個体差が強く影響するものと思われた。

切削面の凸部は刃により圧縮された部分が刃先の通過後復元し、凹部は材の微小部分が先割れの状態で掘り取られたもので刃先の実際の通過経路は凹凸のほぼ中間付近ではなからうかと考えられた。

5.2 結果の考察

シナでは刃の磨耗が切削面に及ぼす影響が強くあら

第 7 表 刃の磨耗の影響

欠点	樹種	シナ		カバ	
		磨耗	鋭利	磨耗	鋭利
逆目		○	○	△	×
チップマーク		△	○	△	○
毛羽立ち		×	○	△	○

(注) ○…良好、△…軽微、×…顕著

われ、切削面のアラサ、直線度いづれも不良となる。カバでは切削面劣化の程度が少ない。シナ、カバいづれもナイフマークは不明瞭で不整となった。このことからシナの切削には特に十分な研磨が必要であると思われる。

6. 切削角と当て外型が切削面に及ぼす影響

3. ~ 5. の試験結果によってもカバ、タモの逆目を防止することが出来なかったため、この防止を目的として試験を行った。普通工場では鉋固有の仕込み角をそのまま切削角として使用しており切削角は $45^\circ \sim 60^\circ$ 、刃角は 40° 前後である。

逆目防止に関係する鉋刃の諸元については従来の研究⁹⁾によって、切削角、刃先と当て刃先との距離、当て刃削り面が切削面に対する角、切込量に対する当て刃先と刃先との距離の比、当て刃削り面の形状とされ夫々考究されているが、逆目防止のためのこれ等諸元の調整は切削抵抗を増大させる結果となることが多いとされている。

試験前にジョイントの摺動ガイドの直線度、無負荷時のキャレイジと摺動ガイドとの精度をしらべたエゾマツ無欠点気乾材厚

10mmを削り代 1mm で切削し切削面の直線度をしらべた。結果は第8図のようであった。また試験に使用した各刃型の鉋刃のセッティング精度を第8表に示す。

6.1 試験方法

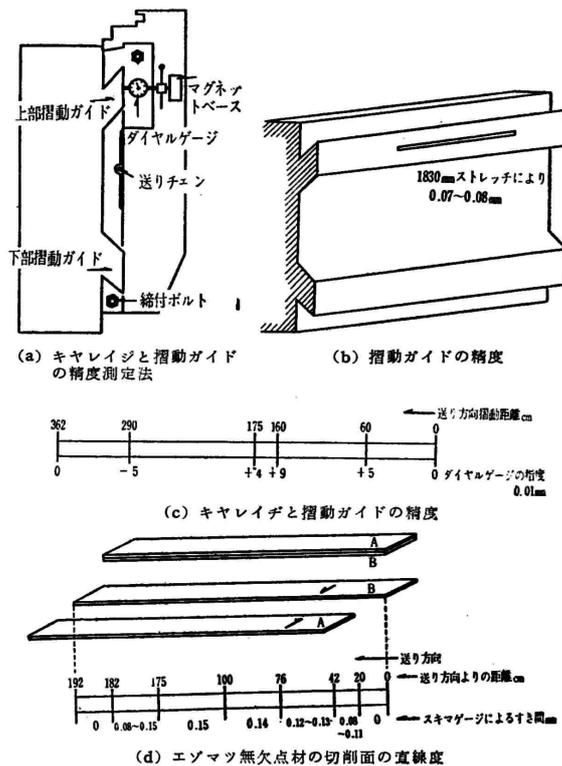
第 9図に示す刃型により供試材を堆積高 40mm、削り代 3mm にて切削し切削面を比較した。当て刃先と刃先との距離はカッターの回転中に於ける切込量の変化を考慮して $0.5 \pm 0.1\text{mm}$ とした。鉋胴は仕上がりのみを用い、切削形式は up-cut とした。供試材はシナ、カバ、セン、タモの厚 1.4mm、巾 30 ~ 40cm、長 182cm のロータリー単板で、含水率は KETT - M 8 S 型木材水分計によりシナ 8.5 ~ 9.0 %、カバ 7.5 ~ 8.0 %、セン 7.5 ~ 8.5 %、タモ 8.0 ~ 10.0 % であった。

刃の削り面の除油はグラインダーで研磨後第10図のような治具を用いて油紙で手仕上げを行った。

6.2 試験結果

(1) 切削面の比較

各刃型による切削面の比較を第9表に示す。C、D型によるとカバ、タモの逆目が防止出来た。D型ではシナの切削面はナイフマークが不明瞭となり切削面は



第 8 図 試験機械の精度

つの刃型を各樹種に適用する場合は C 型が効果的であろう。

くりかえして試験を行ってみると逆目防止のためには、刃先と当て刃先の距離の影響が相当大きいことがわかる。刃先と当て刃先との距離は正確にセットすることが必要である。森稔氏⁴⁾によれば、軟材 0.5 mm、硬材 0.3 mm が逆目取りに有効であるとされているが、刃の研磨法、刃の厚み精度とくるいおよびセット技術から相当困難である。又 0.5 mm 以下となると切削動力⁴⁾が急激に増大することが知られている。

0.5 mm 程度が実際のであろう。また当て刃先と刃先との距離は、up-cut の場合は、切込量の変化を考慮する必要はないと思われるが、down-cut の場合で削り代が大きいときの刃先の軌跡を考えると考慮する必要があるものと思われる。

7. あとがき

ジョインターによる単板の側面切削について一般的に主要因子と思われるものとその切削面に及ぼす影響について工場実験を行った。機械の精度および試験方法等については不満足な点もあったが、実用上の資料としては概略的な傾向はつかめたと思う。

カッターヘッドのバランス、カッター軸の動的精度当て刃型、刃の研磨方法、単板厚を変えたときの切削方法特に薄物単板の切削方法については今後検討を加えたい。

試験結果の要約は次の通りである。

(1) 削り代、堆積高について

シナ、センでは削り代、堆積高による切削面の差は認められなかったが、カバ、タモでは削り代、堆積高を小とすれば或程度逆目が防止出来た。

(2) 切削方式について

カバ、タモ等逆目の生じ易い材では up-cut より down-cut の方が切削面は良好であったが、切削面の直線度がみだれることが予想された。

(3) 刃の磨耗について

シナでは刃が磨耗すれば切削面の劣化が甚しいが、カバでは劣化の程度が少ない。

第 9 表 刃型と切削面

樹種 欠点	シ ナ				カ バ				セ ン				タ モ			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
逆目	○	△	○	○	×	×	△	○	○	○	○	○	×	×	△	○
チップマーク	○	○	○	○	○	○	△	△	△	○	○	○	△	△	△	△
毛羽立ち	○	○	△	×	○	○	○	○	○	○	○	△	○	○	○	○

(注) ○…良好 △軽微 ×…劣著

第 10 表 刃型と切削所要動力
空転動力 : 0.5 KW, a = 3 mm, h = 40 mm, up-cut

樹種 動力KW	シ ナ				カ バ				セ ン				タ モ			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
max.	10.5	1.3	1.9	1.8	1.1	1.4	1.6	2.3	1.1	1.4	1.5	1.5	1.1	1.1	1.3	1.8
min.	0.9	1.1	1.8	1.7	0.9	1.3	1.4	1.9	0.9	1.3	1.2	1.4	0.9	1.0	1.2	1.6

(1) 刃型について

逆目取りを目的として A、B、C、D の 4 つの刃型で切削試験を行ったが、C、D 型では逆目が防止出来た。また切削角のほか当て刃型および当て刃先と刃先との距離の影響が大きいことがわかった。

参考文献

- 1) 木工機械精度検査規格：全国木工機械工業会 (1957)
- 2) 林業試験場編：木材工業ハンドブック (1958)
- 3) 森稔、星通：プレーナーによる木材の面仕上げ (1)林試研報 119 (1957)
- 4) 森 稔：プレーナー切削 (1)(2)(3)、木材工業 No. 169、No. 171 No. 172 (1961)
- 5) Patronsky, L.A: Knife Cutting Problems. F.P. J., Vol. 3, 2 (1953)
- 6) Koch, P.: An Analysis of the Lumber Planing Process. Part I., F.P. J. Vol 5. 4 (1955)
- 7) Koch, P.: An Analysis of the Lumber planing process. part II, F.P.J., Vol. 6. P 393 (1956)
- 8) The Blunting of Wood-cutting Edges. Forest Product Reserch Special Report: (London) No. 11. (1956)

(付記)

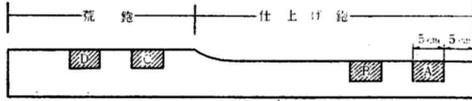
ジョインター切削に関する調査結果
この試験に当り道内数工場を調査させていただいた。その要点については前述したが、調査記録として取り

まとめた事項は次の通りである。

(1) 切削面の状況

シナ、カバの試料単板各2枚について切削面を含んで、5cm間隔で5cm巾の試片A、B、C、D、を切り取り、巾のほぼ中央部を20倍の投影機により面の凹凸の状態を観察した。逆目、ナイフマークの観察は困難であったが、切削方向と同じ方向の毛羽立ちが観察出来た。凹凸の最大矢高は下表の通りであった。

表1. 単板切削面の状況 (投影機による: X20)



シナ単板: 0.9 ~ 2.2 mm

鉋	最大矢高 mm			試片数
	0.1未満	0.1~0.15	0.15以上	
荒	3	12	15	30
仕上げ	2	9	9	20

カバ単板: 0.6 ~ 0.9 mm

鉋	最大矢高 mm			試片数
	0.1未満	0.1~0.15	0.15以上	
荒	1	12	11	24
仕上げ	4	8	8	20

(2) ジョインターの諸元と切削作業条件

道内10工場に於けるジョインターの諸元および切削作業条件について調査した結果は次表(表2)の通りであった。切削は、荒鉋および仕上げ鉋の両方を用いているものが多い。切削方式は、仕上げ用としては up-cut が用いられている。太平洋製のは down-

cutへの切換えを容易にするため荒鉋と仕上げ鉋の径を変えている。単板圧縮圧については、ゲージ圧力を1つの目安として作業が行われているが、圧縮盤の面積(単板面積)によって異なる。単板圧縮圧の計算を主要ジョインターについて示すと次のようである。即ち、単板押え圧力を $P \text{ kg/cm}^2$ とすると、

$$P = \frac{\text{ラム総面積} \times \text{ゲージ圧力}}{\text{圧縮盤面積}}$$

により与えられる。ラム又はシリンダーの半径を r 個数を n 、ゲージ圧力を p 、圧縮盤面積を A 、ラム又はシリンダー加圧面積を Q とすると

$$P = \frac{n \cdot \pi r^2 \cdot p}{A} = \frac{n \cdot Q \cdot p}{A}$$

ミナミ W-8型ジョインターでは、 $r = 8.5 \text{ cm}$ 、 $n = 2$ 、 $A = 15 \text{ cm} \times 274 \text{ cm} = 4110 \text{ cm}^2$ であるから、 $p = 22 \text{ kg/cm}^2$ のときは

$$P = \frac{2 \times 3.14 \times (8.5)^2 \times 22}{4110} = 0.11 \times 22 = 2.4 \text{ kg/cm}^2$$

ウロコ TJ-11型では、シリンダー直径17.2cm、ピストンロッド直径6.0cm、 $n = 2$ 、シリンダー加圧面積は、シリンダー面積からピストンロッドの面積を引き

$$Q = (17.2^2 \times 0.785 - 6.0^2 \times 0.785) \times 204 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$A = 335 \text{ cm} \times 24.5 \text{ cm} = 8207.5 \text{ cm}^2$$

であるから、 $p = 60 \text{ kg/cm}^2$ のときは

$$P = \frac{2 \times 204 \times 60}{8200} \approx 3 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

太平洋型ジョインターはトルクモーターが使用されて

表2. ジョインターの切削諸元および作業条件

機種 番号	最大切削寸法		カッターヘッド径		ジョインター		送り速度	切削方式		圧縮機構	圧縮面積	刃角	切削角	切削内径 mm		削り代 mm		切削単板枚数 ()は推定高
	径	厚	荒	仕上	枚数	回転数		荒	仕上					荒	仕上	荒	仕上	
A	274	5	251	256	8	* 2890	7.6 m/min	()は両力 up (3)	トルクモーター 2HP	115×262	39°	54.5° 62.5°	254	259	15	2.5	30~40 (50)	
B	274	6.4	256	250	8	* 2888	6 m/min 7.6 m/min 9.1 m/min	(5) down	油圧 5HP	140×274	40°	66°	252	252	11	2.5	50 (50)	
C	274	6.4	230	230	8	2880	↑ 二段変速	(5) down	油圧 5HP	180×274	40°	50°	232	231	10	0.3	40~50(30~40)	
D	274	5	250	250	6	2880	15 m/min	(2) down	油圧 5HP	140×274	43°	65°	251	254	8	6	40~50(30~40)	
E	274	6.4	230	230	8	3600	9 m/min 6 m/min	(3,5) up	油圧 7.5HP	250×275	40°	50°	232.4	232.2	15	2	40~60 (50)	
F	274	6.4	250	250	8	2880	6.9 m/min 7.6 m/min	(5) down	油圧 5HP	140×274	43°	64°	254	254	9	3	40~50 (50)	
G	274	5	251	256	8	* 2350	7.6 m/min	(3) up	トルクモーター 2HP	105×274	43°	56° 54°	257	265	11	5	50 (35)	
H	274	5	250	—	8	2880	6 m/min	(3) up	手動	100×270	28°	62°	253	—	5	—	40~50 (35)	
I	274	5	262	262	6	* 2970	6 m/min	(3) down	手動	145×260	38°	66°	266	266	15	3	30~40(30~35)	
J	274	5	230	230	8	* 2855	9 m/min	(3) up	油圧 5HP	215×273	40°	50°	232	232	13	5	55~60(50~60)	
K	274	5	212	—	8	2500	7.2 m/min	(5) up	手動	145×269	32°	45°	212	—	10	—	70 (20~30)	
L	274	5	250	250	6	2880	7.6 m/min	(5) down	油圧 5HP	145×276	32°	65°	252	252	12.5	2.5	40 (30)	

(注) *実測値 @常用値

いる。トルクモーターは、モーターの回転子に抵抗を加え負荷によって停止状態に近い低速重転のときも大きな回転力（トルク）を出し得るように設計されている。モーターが単板を締付けるときは大きなトルクが必要となるので電流が多く流れる。電流3Aのときトルクは0.33 kg - mで圧締圧は0.72kg / cm²、6 Aのときは0.97 kg - mで圧締圧は2.06kg / cm²となり、過電流継電器装置により、過電流が流れると自動

的にモーターが停止するようになっている。現在のジョインターは、6Aに調節して締付けを行っているので圧力は2.06kg / cm²であるが、温湿度、電圧、クランプ装置の慣性により 2.6 kg / cm² 程度の圧力となる。

一般にジョインターの単板圧締圧は、2~3 kg / cm²が常用されているとみてよい。

(3) 刃型と当て刃型

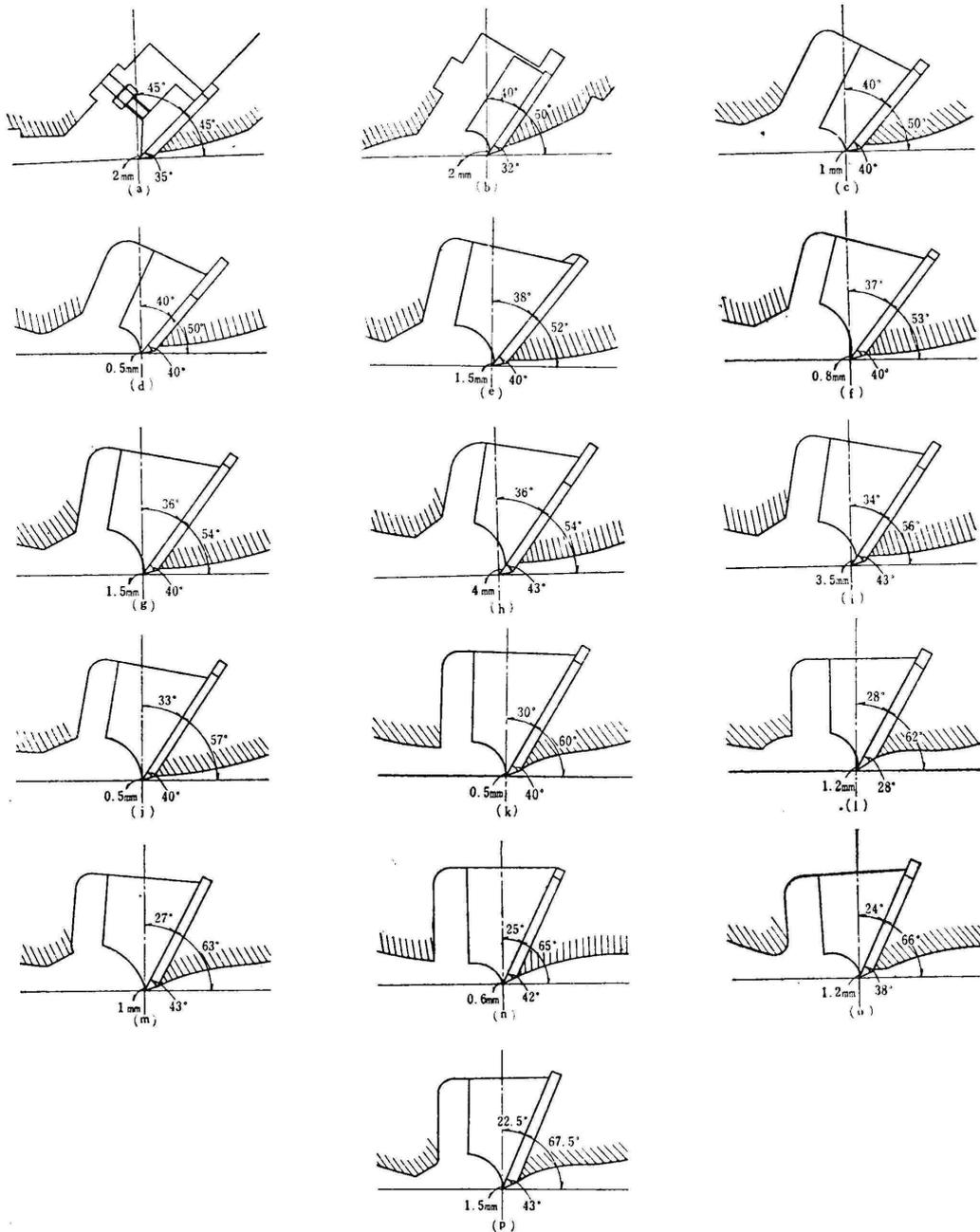


図 1. 刃型と当て刃型

使用されていた刃型と当て刃型について、切削角の大きさの順序に（図1.）に示す。工場により被切削材に適した刃型を採用されているものと思われるがその適否については各位の御判断におまかせしたい。

なお刃物およびカッターヘッドについては関心が薄いように思われたが、刃物の精度、カッターヘッドのバランス、刃の仕込角、当て刃型について考慮する必要があるものと思われた。

- 林指合板試験工場 -