

ツイン丸のこ盤による小径木の製材(4)

- 挽材性能に及ぼす丸のこ身の逃げ角及び丸のこ刃の横すくい角の効果 -

加藤 幸一

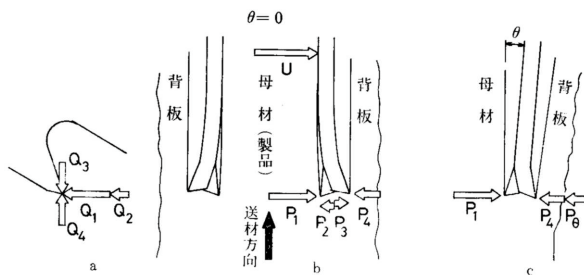
1. はじめに

ツイン丸のこ盤で、製品の寸法精度が良く、しかも能率良く製材する挽材性能向上の重要な条件は、丸のこの剛性を大きくし、丸のこの横変形を少なくすることである¹⁾。一方、丸のこの横変形は、挽材時の様子を見ると、母材と背板とから丸のこに加わる横方向の切削力の不平衡によって生じると推定される²⁾。そこでこの不平衡の切削力を平衡させ、横変形を止める方法として丸のこ身の逃げ角を、また不平衡の力をなるべく小さくし、横変形を止める方法として丸のこ刃の横すくい角の両条件を取り上げ、挽材試験を実施した。この報告では、挽材性能に及ぼすこれらの影響について検討した結果を報告する。

なお、この報告の一部を第27回日本木材学会大会(昭和52年4月、於京都市)において発表した。

2. 丸のこに加わる力

切削によって、丸のこ刃に加わる力を第1図a, bのように、水平、垂直及び横方向の3方向に分ける。また、各方向の力は各々切りくずからと母材側とから加わる力に分離して考えることができる³⁾。丸のこ身



第1図 丸のこに加わる力

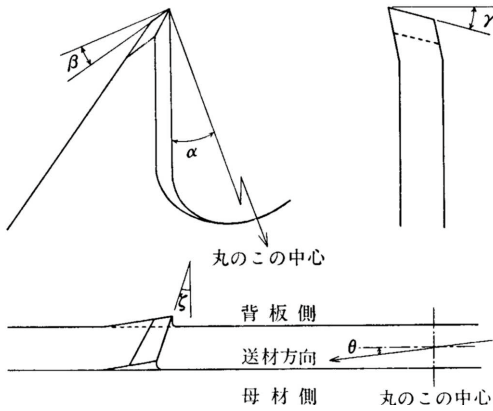
Q_1, Q_2 : 水平分力, Q_3, Q_4 : 垂直分力, P_1 : 母材からの弾性反力
 P_2, P_3 : 切りくずからの力, P_4 : 背板からの弾性反力, U : 丸のこ
中心部分と母材との摩擦によって生じる力, θ : 丸のこ身の逃げ角
設定することによって生じる力, θ : 丸のこ身の逃げ角

の横変形は横方向の力(横分力)によって生ずるので、ここでは横方向の力(第1図b)を取り上げる。

今までの試験結果²⁾によると、2枚の丸のこが送材方向に対して平行の場合には、第1図bのように、両丸のこ身は外側へ広がる傾向を示す。この場合、片側の丸のこで考えると、左右の丸のこ刃の切削作用によって生じる切り屑の厚さはほぼ等しいので、左右の丸のこ刃に加わる力 P_2 と P_3 とは等しいと置くことができる。したがって、背板から丸のこに加わる弾性反力 P_4 よりも、母材側からの力 P_1 の方が大きいと考えられ、丸のこは P_1 と P_4 との力の差だけ外側へ変形することになる。さらに、一旦変形した丸のこの横変形量は送材と共に増大し、試験に使用したタイプのツイン丸のこ盤では、丸のこ身の中央部分と被削材とが摩擦をするようになる²⁾(第1図b, Uの発生)。

力のこの横変形をくい止める方法の一つとして、 P_1 と P_4 の力の差を背板側から加えて、力を平衡させてやれば良いが、機械的な改造は困難であったので、ここでは、この力を加える方法として、先に示したように、丸のこ身が変形すれば、挽材を進行するとき、変形方向の力が増大する性質を利用して、丸のこ身と母材との間に逃げ角(第1図c, 第2図。以下丸のこ身の逃げ角と称す)をとるように振り、すなわち、あたかも被削材に丸のこがくい込むような変形をあたえるように振ってみる。背板側から丸のこに対して適当な P を発生させる逃げ角をとれば、丸のこの横変形をある程度押え得ると考えられる。

また、 P_1 と P_4 を絶対的に小さくして横変形をくい止める方法としては、刃先の丸味を小さくすることであると考えられるが、この調整は困難であるので、丸のこ刃の横すくい



第2図 丸のこ身の逃げ角と丸のこ刃の横すくい角
 :すくい角, :歯背角, :研ぎ角

角(第2図)が零よりも大であれば,この点が改良されるであろうという観測のもとで,横すくい角を零より大にして, P_1, P_4 の減少に伴う,所要動力の動向及び丸のこ身の横変形の減少効果をみることにする。

3. 試験方法

3.1 装置及び測定方法

試験に使用したツイン丸のこ盤及び所要動力,寸法精度,丸のこ身の変形量の測定方法は前報¹⁾と同様である。ここで報告する結果は太鼓材から角材にする場合のものである。所要動力の測定値は両丸のこの合計値(正味)で,挽材長3mの位置のものである。寸法精度の表示は,挽材長0.1mの位置の寸法は丸のこがほとんど変形しておらず,所定の寸法に近いものと仮定できるので,これを基準にして,挽材長0.9,1.8,2.7及び3.6mの位置の寸法それぞれと0.1mの位置の寸法との差で表し,この大きさを S_y で示す。したがって S_y が正であれば,製品は所定の寸法よりも太くなり,両丸のこの外周部が開いたことを示す。 S_y が負であれば製品は細くなり,両丸のこは閉じたことを示す。

3.2 試験条件

丸のこ身の逃げ角の影響についての試験を試験,丸のこ刃の横すくい角の影響についての試験を試験とする。それぞれの試験条件を第1表に示す。なお,試験の丸のこの逃げ角は6°で,後述するように,丸

第1表 試験条件と供試丸太

	試験 I	試験 II
丸のこ回転数 (r.p.m)	1450	
フランジ径 (mm)	146	
送材速度 (m/min)	5~19	
丸のこ	No.1	No.2
直径 (mm)	760	760
厚さ (mm)	4.19	3.40
歯数	70	70
アサリの出 (mm)	0.90	0.90
すくい角 (deg)	20	20
歯背角 (deg)	15	15
研ぎ角 (deg)	15	15
横すくい角 (deg)	0	0, 10, 20, 30
丸のこ身の逃げ角 (min)	0~9,5(6.0)	6.0
供試丸太	カラマツ・スギ	カラマツ
長さ (m)	3.65	3.65
径級 (cm)	カラマツ 13, 14 スギ 14, 16	10~14
含水率 (%)	カラマツ 94 スギ 42	94

のこの外周部が材にくい込みやすい条件である。

3.3 挽材方法

丸太から太鼓材,太鼓材から角材にする場合とも同一一切削条件で挽材した。木取る製品はなるべく正角とした。なお,試験の挽幅(挽き高さ)が7.5cm以下のものについては,他条件の試験で得られた10.5及び12cmの正角を各挽幅の平角(長辺が10.5又は12cm)に挽直して,挽材試験を行った。

4. 結果及び考察

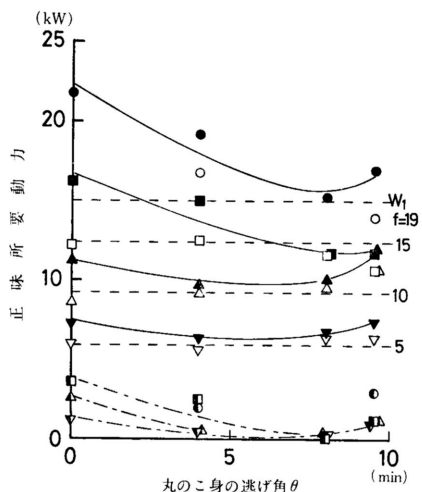
4.1 丸のこ身の逃げ角の効果

4.1.1 所要動力と丸のこ身の逃げ角との関係

所要動力と丸のこ身の逃げ角との関係を第3図と第4図にスギの場合,第5図にカラマツの場合を示す。

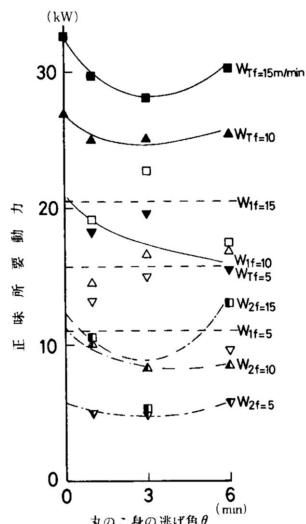
所要動力 W_T は γ に対してミニマムカーブを示す傾向が認められ, W_T が最小となる γ の適正値が存在している。また,丸のこ被削材との摩擦に要する所要動力 W_2 も W_T とほぼ同様な傾向を示しているが, W_T から W_2 を差し引いた丸のこの鋸断に要する動力 W_1 (図中の破線は前報²⁾の(2)式の W_1 の計算値を示す)は計算値を中心にばらつき,すべての条件で同一の傾向を示すとは限らないが, γ に対してほぼ一定値を示す結果も認められる。

4.1.2 寸法精度に対する γ の効果



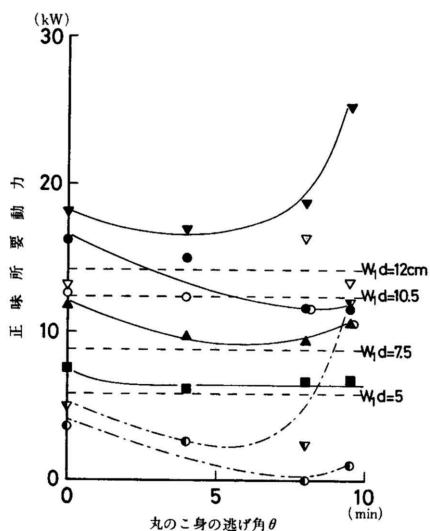
第3図 正味所要動力と丸のご身の逃げ角との関係 (スギ, 挽幅 $d=10.5\text{cm}$)

記号: $f=19\text{m/min}$, ● W_T , ○ W_1 , ◐ W_2
 15 ■ W_T , □ W_1 , ◑ W_2
 10 ▲ W_T , △ W_1 , ◒ W_2
 5 ▼ W_T , ▽ W_1 , ◓ W_2
 f : 送材速度



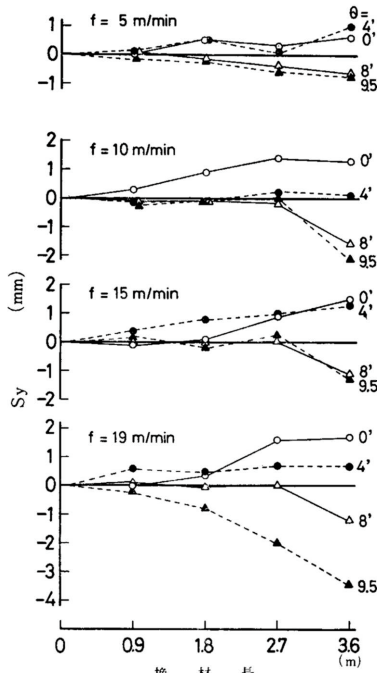
第5図 正味所要動力と丸のご身の逃げ角との関係 (カラマツ, $d=10.5\text{cm}$)

記号は第3図と同じ



第4図 正味所要動力と丸のご身の逃げ角との関係 (スギ, $f=15\text{m/min}$)

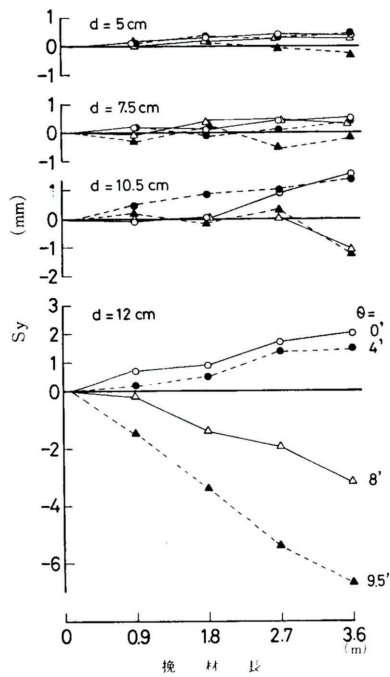
記号: $d=12\text{cm}$; ▼ W_T , ▽ W_1 , ◓ W_2
 10.5 ● W_T , ○ W_1 , ◐ W_2
 7.5 ▲ W_T , △ W_1 , ◒ W_2
 5 ■ W_T , □ W_1 , ◑ W_2



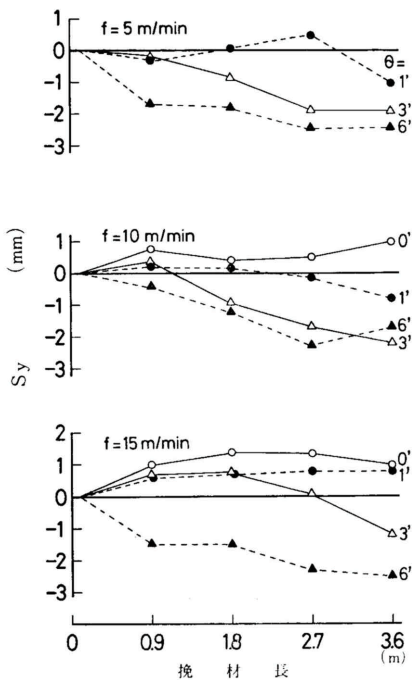
第6図 寸法精度 S_y と挽材長との関係 (スギ, $d=10.5\text{cm}$)

第3, 4及び5図の各場合の寸法精度に及ぼす の効果をそれぞれ第6, 7及び8図に示す。
 が比較的小さい場合には, 寸法精度を示す S_y の

値は挽材長の増加に対し正になる。すなわち, 製品は挽材の進行につれて太くなり, 両丸のこの外周部が開く傾向にあることを示している。 が比較的大きい場



第7図 寸法精度 S_y と挽材長との関係
(スギ, $f = 15\text{m/min}$)



第8図 寸法精度 S_y と挽材長との関係
(カラマツ, $d = 10.5\text{cm}$)

合には、 S_y の値は挽材長の増加に対し負になり、製品は細く、両丸のこは閉じる傾向にあることを示している。したがって、寸法精度に対しても、 S_y の値が零となるの適正值が存在している。すなわち、 θ が適正であれば、 S_y の値は零に近く、丸のこ身の横変形はほとんどない状態で挽材が可能であり、丸のこに θ を設定して、丸のこに加わる横分力の不平衡状態を改善し得ると考えられる。

第3図と第6図、第4図と第7図及び第5図と第8図とを対比してみると、 θ の動力に対する適正值と寸法精度に対する適正值とはほぼ一致している。したがって、 θ が適正の場合には、挽材中、丸のこの横変形は少く、丸のこ身と被削材との摩擦が軽減(W_2 の減少)され得るものと考えられる。一方、 θ が適正值よりも小さい場合には、両丸のこは開くことになるので、両丸のこ身の内側と被削材とが摩擦をする状態となって W_2 が増加し、 θ が適正值より大きい場合には、丸のこ外側と背板とが摩擦をする状態となって W_2 が増加し、 θ に対し W_2 及び W_1 はミニマムカーブを示す傾向にあるものと考えられる。

なお、第6図のスギの θ が8及び9.5の場合に、 S_y の値が3m付近までほぼ零であったものが、3.6mでは急激に細くなり、丸のこがくい込んだことが認められる。これは根張りによって背板の厚さが増加し、丸のこが内側へくい込んだものと推定できる。なお、別の試験において、背板の厚さが増加すると丸のこはくい込みやすくなることを認めている⁴⁾。

4.1.3 送材速度について

送材速度をパラメータにした第3図及び第5図のように、送材速度が大きいほど、 θ に対する W_1 の変化は大きく、 θ の適正值の範囲は狭くなっている。また第6図及び第8図のように、寸法精度についても、送材速度が大であるほど、 S_y の適正值の範囲は狭くなることが認められる。

θ の適正值と送材速度との関係はここに示した結果では余り明らかではないが、全体的にみると、 θ の適正值は送材速度の増加に対し、それほど大きく変化せず、ほぼ一定の傾向ないしは若干の減少傾向があるよ

う認められる。

4.1.4 挽幅について

挽幅をパラメータにした第4図及び第7図についてみると、挽幅についても送材速度と同様に、挽幅が大であるほど所要動力、寸法精度とも変化が大きく、の適正值の範囲は狭くなっている。の適正值と挽幅との関係についても、の適正值は挽幅の増加に対し、少くとも増加する傾向にないことが認められる。

4.1.5 の適正值の設定方法

以上の結果のように、送材速度、挽幅及び背板の厚さ等の切削条件によって、の適正值は存在するが、一定とはならない。また、実際に多くの丸太を処理しようとするれば、を一定の大きさに設定しておくことが望ましい。そこで、を設定する効果は挽材性能を上げる第一義的な条件とは言いがたいが、前述のように、かなりの効果が認められるので、一つのの設定方法として、挽材を実施する最も厳しい条件の適正值をあたえておけば、前述の結果でも明らかなように、ゆるい条件についても効果はあるので、をそのように設定することは妥当と考えられる。この方法で定めた試験条件の範囲内のの適正值はカラマツで1, 及び4程度と推定できる。

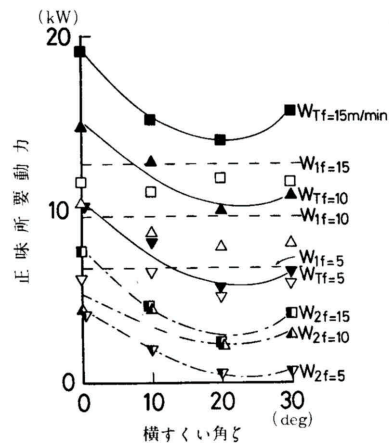
4.2 丸のこ刃の横すくい角の効果

4.2.1 所要動力と横すくい角との関係

所要動力と横すくい角(以下、 α で表す)との関係を第9図及び第10図に示す。所要動力 W_T は α に対してミニマムカーブを示す傾向が認められ、適正值が存在することを示している。この場合にも、 W_T の α に対する変化は W_2 の変化であり、シングルソーの場合⁵⁾のような若干の増加傾向は認められない。また、 W_1 は α に対し、1例増加傾向が認められるが、全体として計算値より若干小さめで、ほぼ一定値を示している。すなわち、 α をとることは切削に要する動力の軽減の効果は認められないが、丸のこ刃の側面切削を軽快にし、丸のこ被削材との摩擦に要する動力を軽減する効果があると考えられる。

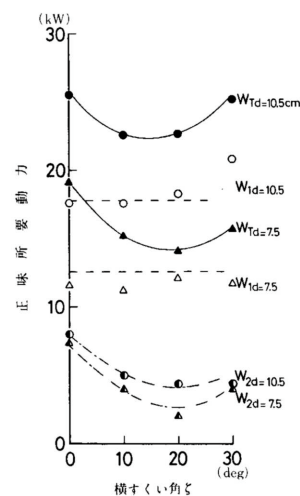
4.2.2 寸法精度に及ぼす α の効果

第9図及び第10図の場合の寸法精度をそれぞれ第11



第9図 正味所要動力と横すくい角との関係 (カラマツ, $d=7.5\text{cm}$, $\alpha=6$)

記号は第3図に同じ

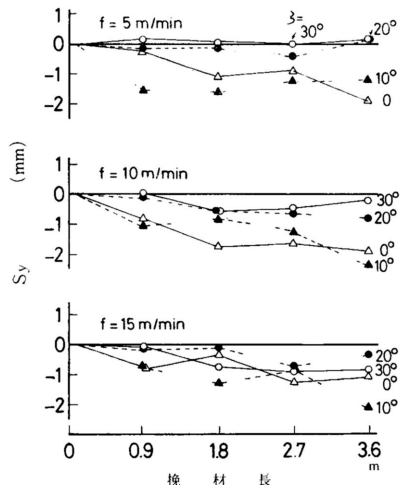


第10図 正味所要動力と横すくい角との関係 (カラマツ, $f=15\text{m/min}$, $\alpha=6$)

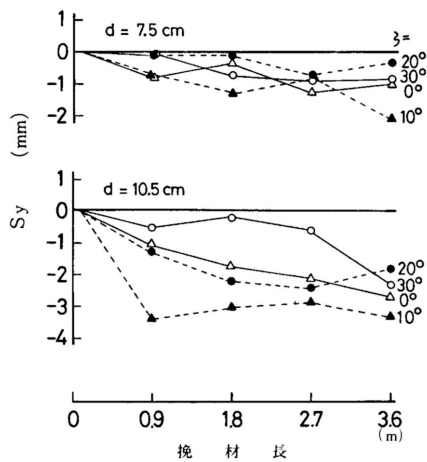
記号は第4図に同じ

図と第12図とに示す。

送材速度、挽幅が小さい範囲では、 α が 0° 及び 10° の時の S_y は挽材長の増加に対し負になっており、所要動力が最低となった 20° 又は 30° では、 S_y は零に近い値となり、 α をとった効果が認められる。しかし、送材速度 15m/min 、挽幅 10.5cm のより厳しい切削条件では、第10図に示したように、 α が 0° 、 10° に比べて、 20° 、 30° の W_T はかなり減少し効果が認められるが、寸法精度では、 α の効果はよりはっき



第11図 寸法精度 S_y と挽材長との関係 (カラマツ, $d=7.5\text{cm}$, $\beta=6^\circ$)



第12図 寸法精度 S_y と挽材長との関係 (カラマツ, $f=15\text{m/min}$, $\beta=6^\circ$)

り表現する目的で、 β を適正值より大きく設定したために第12図のように S_y は負となっており、充分な効果が現れていない。今まで述べているように、丸のこ身が横変形を起せば、 W_2 はその変形に対して増加するはずであるが、この結果はこれにあてはまらない。この結果は、同程度に丸のこが横変形を受けても、すなわち P_1 と P_4 との差は同じであっても、 W_2 は P_1 と P_4 との和に関係するので、 β をとった場合には、横分力の合計が 0° の場合よりも小さいことを示すと思われる(なお、他方向の弾性反力 Q_2, Q_4 も W_2 に関係するが、この場合無視する)。

以上のように、丸のこ刃に β をとることは、丸のこ刃の側面切削が軽快となり、積分力を軽減させ得る方法と考えられる。

4.2.3 送材速度について

送材速度をパラメータにした第9図の所要動力、第11図の寸法精度の結果から、各送材速度の β の適正值はほぼ同一で $20 \sim 30^\circ$ と推定できる。また、 β に対する各送材速度の所要動力の変化の様子も似たものとなっている。したがって、 β の効果はこの程度の送材速度の違いには影響されないものと考えられる。

4.2.4 挽幅について

第10図のように、各挽幅の W_2 の最小値は 20° 付近になっており変化の様子も似た傾向を示している。データの数が少ないので正確ではないが、この場合にも、 β の効果はこの程度の挽幅には影響されないものと思われる。

4.2.5 β の適正值

以上の結果から、 β の適正值は、この試験の範囲内では送材速度又は挽幅によってあまり影響されないようであり、その値は $20 \sim 30^\circ$ と認められる。しかし、 30° では切削中、丸太に振動が生じる場合が多数認められたので、この試験条件の範囲では、 20° 付近が最も効果のある横すくい角と推定された。

5. 終わりに

以上のように、ツイン丸のこ盤に適正な丸のこ身の逃げ角または丸のこ刃の横すくい角を設定することは、挽材に不必要な動力 W_2 を減少させ、良好な製品を生産する有効な方法と考えられる。しかし、ここで得た各々の適正值は限られた挽材条件についての値であるので、今後はこれらの結果に対して、さらに解析を進め、普遍性を付与するつもりである。

文献

- 1) 加藤幸一・鎌田昭吉: 本誌, 1976年 9月号, p.7
- 2) 加藤幸一・鎌田昭吉: 日本木材学会北海道支部臨講集, 第8号, P. 10, (1977)
- 3) 加藤幸一・浅野猪久夫: 木材学会誌, Vol. 20, No. 5, P. 191 (1974)
- 4) 加藤幸一: 未発表資料
- 5) 福井尚: 木材工業, Vol. 22, No. 241, p.170 (1967)

- 試験部 製材試験科 -

(原稿受理 昭52.7.26)