

ツイン丸のご盤による小径木の製材(1)

- 安定な切削に及ぼすのご厚の影響 -

加藤 幸一 鎌田 昭吉

1. はじめに

カラマツ等の小径丸太の生産量増加にともなう、また小径木の製材作業の簡略化のために、小径丸太から角材(正角・押角)、ダンネージなどを一丁取りする各種の製材機械が最近生産され始めている。その内に、同時に相対する二面を2枚の丸のごによって切削するツイン丸のご盤(慣用的に双子丸のご盤などと呼ばれている)がある。このツイン丸のご盤は小径木専用機のうちで機構そのものは簡単であるが、良好な切削を期待しようとすると、切削条件の選定が難しい機種である。また生産され始めて日が浅いこともあって、各種条件の最適値あるいは小径丸太製材に対しての適否又は有効性を判断する資料はほとんど見当たらない。

当場においても、カラマツ小径丸太等の製材に利用する目的で、その経済的¹⁾及び技術的な問題点についての両面から検討を始めた。この研究の第一段階として、まず実際の挽材試験を実施して、そこから機械の性能の限界及び性能向上をはかるための技術的知見を得ようとした。すなわち、どれ位の送材速度と挽き高さで挽材が可能であるか、また性能を上げるには切削条件のうちで何を改善するのが得策であるかを知ることが主目的に研究を進めた。

そこで、ここでは、既製のツイン丸のご盤によって、カラマツ小径丸太を製材し、挽材性能に大きな影響を及ぼすと考えられる丸のごの厚さについて実験的に検討した結果を報告する。なお、所要動力については次報で報告する予定である。

2. ツイン丸のご盤の概要

試験に使用したツイン丸のご盤(既製品)の全景を写真1及び2に、諸元を第1表に示す。以下簡単に主

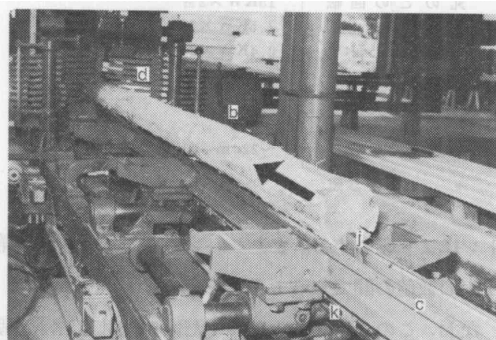


写真1

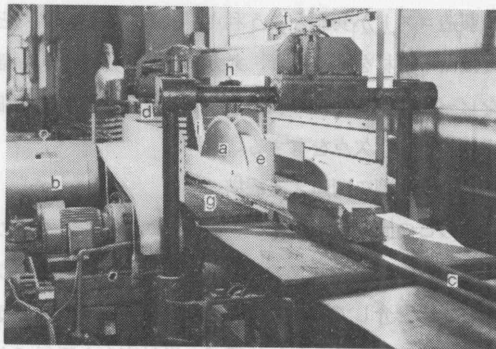


写真2

写真1, 写真2 ツイン丸のご盤

a: 丸のご, b: 丸のご回転用モーター, c: 送材レール(ロックサポータ), d: 反発防止爪, e: 割り刃, f: 保護カバー(上方に上げてある状態), g: 背板排出コンベア, h: 送材ガイド, i: 送材ロッド, j: 送材フック, k: 送材チエン

な機構について記す。

2.1 送材機構

2本の送材レール(ロックサポータ)間でエンドレスで移動するチエンに固定されたフックで、送材レール上の丸太の後部木口面の下部を押すことにより丸太を送材する(写真1)。このフックによって、ほぼ切削が終了する直前まで送材するが、残りの若干の部分を上方のガイドに沿ったロッドで、丸太後部木口面を押し送材する。前者は油圧モータし、後者は油圧ピス

第1表 ツイン丸のこ盤の諸元

のこ回転数	1450r.p.m
フランジ径	146mm (のこNo.1, 2), 139mm (のこ No.3, 4, 5)
シャフト径	55mm (ノ), 60mm (ノ)
のこの穴径	38.05mm (ノ), 100mm (ノ)
のこの開き	65~220mm
有効切削高さ*	280mm (ノ), 255mm (ノ)
送材速度	0~20m/min
使用電動機	
丸のこの回転	15KW×2台
油圧用	7.5KW×1台
背板排出コンベア	0.4KW×2台
歩出し用	0.2KW×1台
挽材可能な丸太寸法	
長さ	~4m
末口径*	~22cm
* 4.3 を参照	

より円滑に排出するコンベア(写真2のg)を有する。

3. 挽材試験方法

3.1 測定方法

挽材所要動力を左右の丸のこ各々について電力計によって測定した。

ある切削条件で無理に速い速度で送材したため、または挽き高さが大きすぎたために挽材不能に陥ることがある。ここでの挽材不能の状態は

トンにより駆動する。またチエンによる送材速度は第1表の数値の間で無段階で設定できる。

なお、このような丸太を押すだけの送材方法は、固定して送材する方法に比べて、機構的に簡単で、機械の製造コストが安価という利点がある。しかし、たとえば曲った材を挽く場合、丸太の中央を浮かせ、両端をレールに接して置かねばならないなど木取りが制限されるという欠点を有する。

2.2 切削に関連する機構

丸のこの回転軸は送材レールの下に位置し、左右の回転軸はそれぞれ独立で、各々一台のモーターによりプリーを介して回転する。また左右2枚の丸のこは回転軸に取り付けられた状態で、送材方向と平行である。切削は丸のこの軸より上の部分を使用し、丸のこの回転方向と送材方向とは逆方向である。さらに切削中の丸のこの冷却とヤニなどの付着防止の目的で油(軽油)を噴霧する装置をもつ。割り刃と反発防止爪は写真1及び2に示すように取り付けてある。なおツイン丸のこ盤では割り刃の調整は重要で、製品の寸法精度、特にねじれに影響する。のこの振れ止めは各のこについて1個送入側レールの下部に取り付けてある。

2.3 その他の機構

丸のこの開き(歩出し)は電気歩出しを使用し、制御盤上において、10段プッシュボタン方式で設定できる。またのこの歩出しに伴って、送材レールの間隔も丸のこの歩出し間隔未満の間隔(最小30mm)に可変設定できる。切削中切り離された背板を丸のこの付近

ほとんどの場合、丸のこのフランジで固定されている部分はそのまま、丸のこ身が外側へ開く状態となる。丸のこが開き始めると、丸太が送材されるにつれて、丸のこ身の中央部分と被削材とが摩擦を生じ始めるので、このとき急激に所要動力が増加する。またこの様な状態で製材される製品は順次太くなる傾向が認められる。ここでは、このような現象を生じさせる切削条件を限界の切削条件とした。また一部の挽材試験について、切削時の丸のこ身の変位を非接触型のピックアップで検出し、その出力をアンプを通した後、オシロスコープに入れて、のこ身の変位量を観察した。

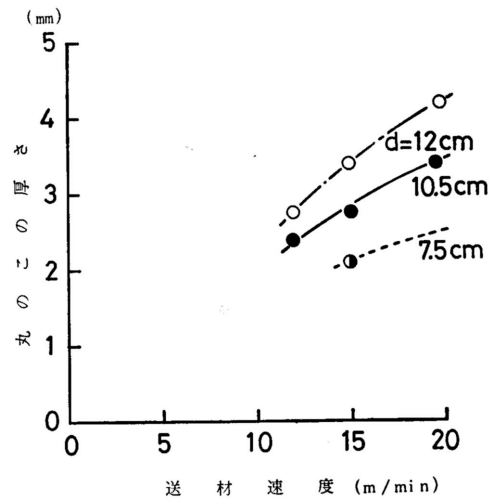
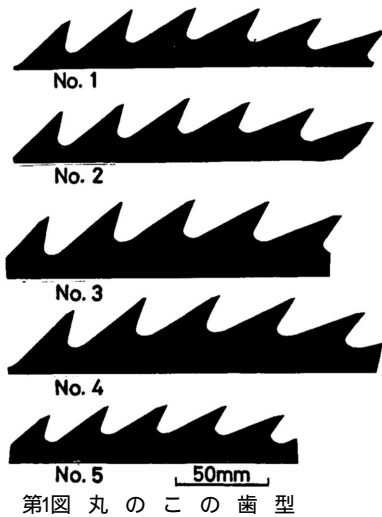
挽材精度は各製品の挽材寸法を挽き材長10cm, 90cm, 180cm, 270cm, 360cmの点で、製品の上下についてノギスで測定した。また曲り矢高、ねじれ量についても測定した。

3.2 丸のこ

試験に使用した丸のこの諸元と歯型とをそれぞれ第2表と第1図とに示す。丸のこの材質はSK-4に若

第2表 試験に使用した丸のこの諸元

	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5
丸のこの径(mm)	760	760	710	710	710
丸のこの厚(mm)	4.19	3.40	2.75	2.40	2.10
歯数	70	70	56	56	70
アサリの出(mm)	0.90	0.90	0.90	0.90	0.70
腰入れ	無	無	有	有	有
ピッチ(mm)	34	34	41	40	32
歯高(mm)	18	18	21	21	15.5
すくい角(°)	22	20	24	26	26
歯背角(°)	15	15	15	15	15
研ぎ角(°)	15	15	15	15	15
歯室面積(cm ²)	3.5	3.5	4.8	4.8	2.8



第2図 丸のこの厚さと限界送材速度との関係
d: 挽き高さ (cm)

干のニッケルを加えたものである。丸のこには振り分けアサリをつけた。腰入れはNo.3~5の薄い丸のこについて、ハンマー打ちによって入れたが、No.1とNo.2の厚い丸のこについてはこの身の水平仕上げのみを行った。

3.3 挽材条件

挽き高さを7.5cm, 10.5cm及び12cmとした。ただし、試験では1本の丸太について挽き高さを一定とするために、太鼓材から角材にするときの挽材のデータを採用した。

送材速度を7~8m/minから約20m/minまでおよそ2.5m/minおきに設定した。各丸のこについて、これらの各条件ごと3本の太鼓材を挽材した。同一条件の3本については連続的に挽材した。ただし、もし1又は2本目で挽材不能になれば、その条件の挽材は続行せず、次の条件の試験に移った。

4. 結果及び考察

4.1 丸のこ厚と限界の送材速度

第2図にカラマツ小径木の製材で、切削中に丸のこが開いて挽材不能になる場合を、各挽き高さ別に、送材速度と丸のこ厚の関係で示した。ただし、挽材不能になる場合の送材速度を限界の送材速度と呼ぶ。

ここで、第1表に示したように、丸のこ径は厚いもの (No.1, No.2) と薄いもの (No.3, No.4及び

No.5) とで50mm異り、またピッチ等も異っているので、厳密には、丸のこの厚さの影響が検討できないのであるが、丸のこ径に対するフランジ径の比が同じであるので、一応上記の影響を推定しようと仮定した。結果によると、第2図のように、不安定な切削になる条件を結んだ線は、丸のこ厚の増加に対して、限界の送材速度は比較的なめらかに増加することを示している。丸のこ径に対するフランジ径の比が同じであれば、丸のこ径のこの程度の差およびピッチ等の差は、丸のこ厚に比べて、切削の安定・不安定にはそれほど影響しないように考えられる。

また第2図によると、挽材不能に陥る限界の送材速度は丸のこ厚が厚いほど大きくなり、挽き高さが大きいほど小さくなることを示している。したがって、高速の送材速度で、又は大きい挽き高さで挽材を行うとすれば、比較的厚い丸のこが必要である。また図中、限界の切削条件を結ぶ線の上側は安定な切削を期待できる切削条件を示す領域であり、下側では挽材不能になって十分な切削ができない領域であることを示す。たとえば、挽き高さ10.5cm, 送材速度20m/minで製材しようとするれば、試験で使用したフランジ径と丸のこ径では3.5mm以上の丸のこ厚が必要であることを示している。

以上のように、丸のご径に対するフランジ径比の条件について、実用上、使用可能なご厚の値を求めたが、これらの値を、従来の丸のご一枚の縦挽き用丸のご盤で、ほぼ同程度の切削条件で使用される丸のご厚^{2),3),4)}と比較すると、ツイン丸のご盤では若干厚めのものが必要であることが明かとなった。

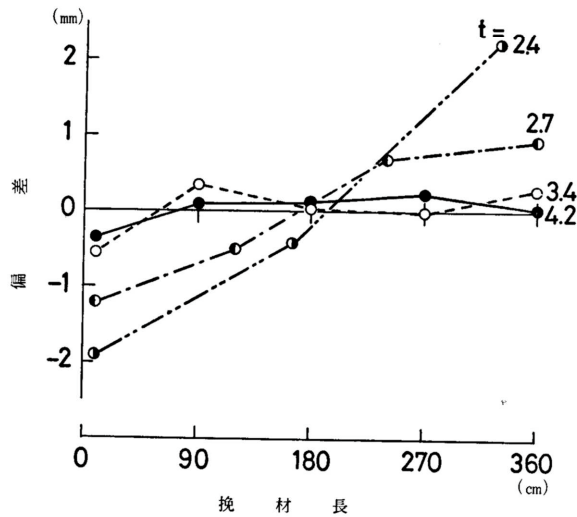
4.2 挽材精度

4.2.1 丸のご厚と挽材精度

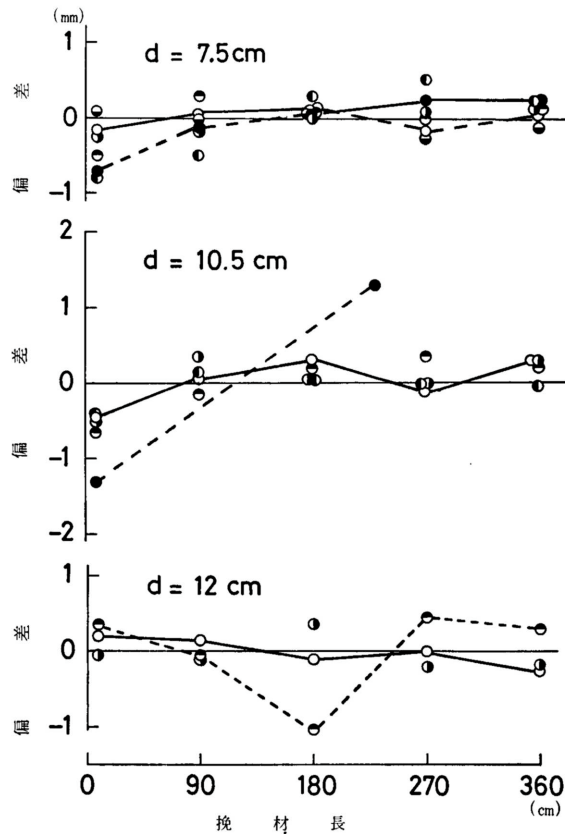
挽材精度に及ぼす丸のご厚の影響を、送材速度12m/min、挽き高さ10.5cmの場合について、第3図に示す。この図の縦軸の値は偏差(一本の被削材についての全測定値の平均値に対する各切削位置での測定値の差 - 3本の平均値 -)を示し、横軸の値は被削材先端からの切削距離を示す。この図によると、丸のご厚が薄い2.4mm、2.75mmの場合、この12m/minの送材速度では、切削長が増加するに従って、被削材は太くなる傾向が認められる。また、2.4mmの方が2.75mmよりもこの傾向は顕著である。第2図でも示したように、のご厚2.4mm、送材速度12m/min、挽き高さ10.5cmの場合は切削不能になる切削条件であり、のご厚2.75mmの場合には、のが若干開いても何とか切削が可能な条件である。そしてその切削状態の影響が寸法精度に現れていると考えられる。一方、のが比較的厚い3.7mm、4.2mmのものでは、薄いのことで認められる寸法精度上の欠点はなく、比較的良好的な切削が行われている。第2図に示したように、これらの条件は安定した切削領域に入っている。

4.2.2 送材速度と挽材精度

送材速度が挽材精度に及ぼす影響をNo.2の丸のごについて第4図に示す。挽き高さが7.5cmのものについては送材速度がごく遅い場合に若干良好のようであるが、全体的にみて、挽材速度が20m/minまでの速度の違いに対して、寸法精度の状態はほとんど同様で良好である。10.5cmの場合には、第2図で示したように、約20m/minの送



第3図 寸法精度に及ぼすのご厚の影響
挽き高さ: 10.5cm, 送材速度: 12m/min, t: のご厚



第4図 寸法精度に及ぼす送材速度の影響 (No. 2の丸のごの場合)

●: 2.7m/min ○: 7.5m/min ◐: 12m/min
●: 15m/min ◐: 17.5m/min ●: 20m/min
d: 挽き高さ

材速度の場合に切削不能になり、寸法は第3図のように切削に従い増加する。なおこの場合、挽材を途中で停止したので、切削長は短いものになっている。一方、この送材速度より小さい場合には、切削は安定で、寸法精度も良好である。また送材速度の違いによる寸法精度の差は認められない。挽き高さ12cmの場合には、全試験のうちこの例のみであったが、送材速度15m/minの場合、切削開始時には良好であったものが、切削途中よりのこが開き始め、他の切削条件で認められた不安定の場合の寸法精度の傾向と異った状態を示した。またこの限界の送材速度より小さい場合には、送材速度の違いによる寸法精度の差は認められず、また切削も良好である。

したがって以上のことから、ツイン丸のこ盤における寸法精度は、安定な切削条件で切削する場合には、丸のこ厚及び送材速度に関係なく同程度に良好であり、そして、不安定な切削条件で挽材する場合のみ寸法精度は悪くなると考えられる。

4.2.3 挽材面の状態

ツイン丸のこ盤による挽材面には、アサリの出の若干の不揃いによるのこ目が認められる。送材速度の増加に伴って、写真3のように、のこ目の間隔は当然広くなり、送材速度が小さいほど、切削面の状態は良好である。また、この試験のように、両丸のこを送材方向と平行に設置した場合には、戻り歯が当ることが写真3のように認められる。切削中の観察によると、送材速度又は挽き高さを大きくした場合に顕著になるようであった。戻り歯の当る影響は、切削面ばかりでなく、切削性能、寸法精度、所要動力に及ぶものと思われ、のこ身を逃がすことを検討することが必要である。

4.3 安定な切削のために

ツイン丸のこ盤による小径木の製材をさらに安定したものにするため、挽材試験結果等より検討すべき点について若干述べることにする。

ツイン丸のこ盤の通常の切削状態において、主に丸のこに関連する原因で挽材ができなくなる状態として、第3・4図のように、切削開始時より被削材が太

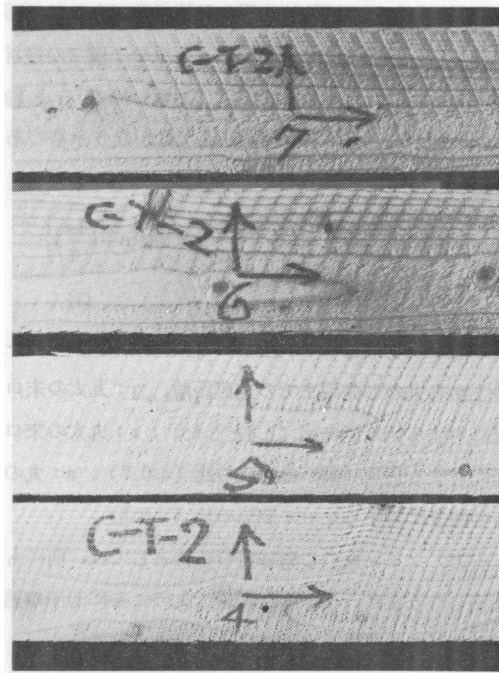


写真3 ツイン丸のこ盤による切削面

上から

送材速度17.5m/min, 15m/min, 12m/min, 10m/min

丸のこ; No.1, 挽き高さ: 7.5cm

: 送材方向, : 上部切削面

左上から右下へ走るのこ目は戻り歯が当たったことを示す。

く製材される場合と、第4図の挽き高さ12cmの場合のように、挽材途中から切削が不安定になってしまう場合とが認められる。これらの原因として、切削力の不均衡（丸のこ身の送り方向に対する微小なずれに因ることも含む）、切削時の丸のこ外周部分の発熱による座屈が考えられる。これらの原因については、いずれ明らかにしなければならぬが、いずれの原因であっても、これらの防止には、ここでも実験的に明らかにしたように、のこを厚くすること、及び既往の研究⁹⁾によって示されているように、丸のこ径に対するフランジ径比の増加が充分効果のある方法と推定される。しかし一方では、丸のこ厚の増加は所要動力の増加、丸のこ径に対するフランジ径比の増加は、使用するのこ径をある大きさまでとした場合（普通には700mm前後）、挽材可能な丸太径級を引き下げもことになる。したがって、機械の設計あるいは丸のこ等の選定には、挽材する丸太径級を充分考慮に入れて行

わねばならない。試験に使用した機種及び丸のこ(760mm)は、幾何学的に求めたツイン丸のこ盤での挽材可能な最大の丸太径級の算出式 [(1)式] によると約22cmとなり、小径木専用機としてはかなり余裕のある条件であった。

$$L_{\max} = \frac{2H}{q} \left\{ \cos \sin^{-1} \left(\frac{r}{q} \right) + \cos \sin^{-1} \left(\frac{rs}{q} \right) \right\}^{-1} \quad (1)$$

L_{\max} : 丸太最大末口径, H : 有効切削高さ (レール上から丸のこ先端までの垂直距離, q : 丸太の末口径に対する元口径の比 (1.4とした), r : 丸太の末口径に対する正角(割)の寸法の比 (≈ 0.7), s : 丸のこの開きに対するレール間隔の比 (≈ 0.8)。

一方、ツイン丸のこ盤独特の条件としては、前にも指摘したうように、予備的な実験で丸のこ身に若干の逃げをあたえる効果が有効であると考えられる⁶⁾。

以上、ツイン丸のこ盤で安定な切削をするための条件について指摘したが、これらの効果については順次検討する予定である。

5. おわりに

ツイン丸のこ盤の一機種についてカラマツの製材を試みた。主に使用する丸のこ厚に関して検討した結果、挽材の安定及びある程度の寸法精度を維持するには、比較的厚いものを使用せねばならないことが明らかとなった。しかし、さらに小径木専用機としての有効性を増加するには、のこ厚を含めたいくつかの重要

な条件についての検討が必要であることを感じた。一方、現在製造されているツイン丸のこ盤をみると、改良され確実に進歩の跡が認められるが、今後さらに、実用機として完全なものにするためには、ツイン丸のこ盤の設計基準あるいは切削条件の選定基準を確立することが最も重要であると考えられる。

なお、この研究を進めるにあたり、当场試験部長小倉高規氏をはじめ多くの方々の御助言並びに御協力をいただいた。ここに心から感謝いたします。

文献

- 1) 鎌田昭吉：二面丸のこ盤による小径木の製材(2)、製材機種選定, 木工機械, No.74, p.8 (1976)
- 2) 森 隆：製材用丸鋸の鋸身仕上げに関する調査, 林業試験場研究報告, No.125, p.127, (1960)
- 3) 林毅：丸鋸の腰入れについて, 応用物理, Vol.17, No.8 p.251, (1948)
- 4) C. D. Mote, Jr. and S. Holøyen: Theory and experiment on the optimal operation of circular saws, Norsk Treteknisk Institutt No.48 (1973)
- 5) 例えば、杉原彦一：丸鋸刃の諸問題, 京都大学木材研究資料, No.4, p.1 (1953)
- 6) 加藤幸一：未発表資料

—試験部 製材試験科—

(原稿受理 昭51.8.16)