

ツイン丸のご盤による小径木の製材(5)

- 挽材性能と丸のご盤のバネ定数との関係 -

加藤 幸一

1. はじめに

ツイン丸のご盤で、どの程度の挽幅、送材速度で挽材し得るかという挽材性能は、主に丸のご盤の性能に関係すると考えられる。ツイン丸のご盤での挽材不能は、歯室問題、長時間の切削に関係する原因より以前に、丸のご盤に加わる横方向の切削抵抗によって、丸のご盤が横変形を受け、被削材と丸のご盤との摩擦が生じることがその原因である。したがって、挽材性能を向上するには、丸のご盤の横変形を少なくするために剛性を高めること、あるいは前報¹⁾で報告したように、横方向の切削抵抗を軽減する方策などを講じることである。

そこで、今回は、丸のご盤の剛性に関係する丸のご盤の厚さ、径およびフランジ径を丸のご盤のバネ定数に含めて考え、バネ定数で挽材性能を推定し得るかどうかについて検討することを主目的にした。挽材試験は継続中で、まだ一部の条件について実施したのみなので、ここでは、以上の点について予報的に報告したい。

なお、この報告の一部を昭和52年度北海道林業技術研究発表大会に発表した。

2. 丸のご盤のバネ定数

切削時に、丸のご盤の外周部の切削部分に、横方向の切削抵抗が集中荷重的に加わり、切削部分付近に最大変形を生じさせる。これが挽材不能の原因になる。そこで、丸のご盤を機械に取り付けた状態で、外周部に集中荷重を加え、その変形の程度で、すなわち荷重と変形量との比を示すバネ定数 k (kg/cm) で、丸のご盤の挽材性能を推定できるのではないかと考え、これを検討した。挽材時には、丸のご盤の回転による引張応力が、丸のご盤の身内部に生じ、丸のご盤の横変形を防止する要素となるが、今回はこの影響を考えないことにする。

静止した円板の中心部をフランジで固定し、外周部

に集中荷重 P (kg) を加えるとき、荷重点の横変形量 w (cm) は次式²⁾で求められる。

$$w = \frac{P b^2}{8 \pi D} \bar{w} \dots \dots \dots (1)$$

ここで、 b : 円板半径 (cm), D : $E t^3 / [12 (1 - \nu^2)]$,
 E : 弾性係数 (kg/cm², 2,100,000kg/cm²とした),
 t : 板厚 (cm), ν : ポアソン比 (0.3とした),
 w : 円板半径に対するフランジ半径 a (cm) の比 (a/b) 等の関数で、原本²⁾を参照されたい。

3. 試験方法及び条件

3.1 丸のご盤のバネ定数の測定方法

ツイン丸のご盤に丸のご盤を取り付けた状態で、丸のご盤の歯先から約10mmの位置にフックを掛け、スプリングバランスで0.5kgごと0~5kgまで荷重を加えた。荷重点の横変形量をダイヤルゲージによって測定した。これらの値からバネ定数 k を求めた。

今回の試験では、バネ定数から挽材性能を推定し得るかの目安をつけることが主目的であったので、(1)式から変形量を計算する場合、外周に荷重が加わるものとして、また、丸のご盤の歯の歯ぬきの影響(歯底を結ぶ円の大きさがバネ定数に最も関連が強いのかもしいが)がないものとして計算するなど、これらの点について厳密に取り扱わなかった。

3.2: 挽材試験方法

末口径14cm、長さ3.65mのカラマツ小径丸太から、10.5cmの角材を採材した。送材速度15, 20, 25, 30m/min付近で、各送材速度につき5本ずつ末口から挽材した。送材速度は材長のうち3mを切削するのに要する時間を測定して、材長3m間の平均速度として求めた。

挽材時の所要動力と挽材後の製品の寸法精度を末口

第1表 試験に使用した丸のご盤の諸元

	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8
丸のご径 (mm)	760	710	660	610	760	710	710	710
丸のご厚 (mm)	4.2	4.2	4.2	4.2	3.4	2.75	2.4	2.1
歯数	70	66	60	56	70	56	56	70
アサリの出 (mm)	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.70
ピッチ (mm)	34	34	34.5	34	34	40	40	32
歯高 (mm)	18	17	17	18	18	21	21	15.5
すくい角 (°)	22	20	20	20	20	24	26	26
歯背角 (°)	15	15	15	15	15	15	15	15
研ぎ角 (°)	15	15	15	15	15	15	15	15
横すくい角 (°)	0	0	0	0	0	0	0	0
歯室面積 (cm ²)	3.5	3.9	3.9	3.9	3.5	4.8	4.8	2.8
腰入れ	無	無	無	無	無	有	有	有

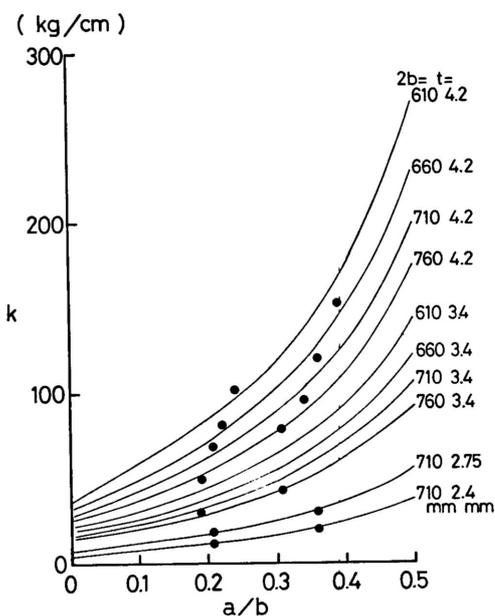
から, 0, 30, 60, 90, 180, 270, 300, 330, 360cmの位置で求めた。丸のごの回転数は1450r.p.m., 丸のご身の逃げ角を2°とした。

3.3 供試丸のご

試験に用いた丸のごの条件を第1表に示す。これらの丸のごのうち, 今回, 挽材試験を実施した丸のごは4.2mm厚の4種 (No. 1~No. 4) である。

試験に用いたフランジは, 直径146mmと235mmの二種を用いた。

4. 結果及び考察



第1図 丸のご径に対するフランジ径の比 (a/b) と丸のごのバネ定数 (k) との関係

4.1 丸のごのバネ定数

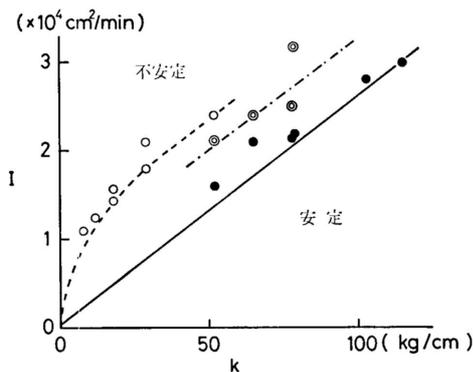
第1図に, (1) 式の計算から求めたバネ定数の値と実測値とを示す。バネ定数が比較的小さい場合には, 計算値と実測値とは良く一致しているが, バネ定数が比較的大きい場合には計算値と実測値とは若干ずれてくる。これは3.1で述べた, 計算の条件と実験の条件とが若干くい違うこと, あるいは,

実験で, 例えばフランジと丸のごの接触状態を(1)式の境界条件に, 十分に適合させ得なかったことなどによるものと思われる。この点から, 計算方法, 試験方法に再検討の必要性が残ろうが, 計算値と実測値とはある程度的一致を示すので, 今回はこの計算から得られたバネ定数と挽材性能との関係を見ることにする。

4.2 丸のごのバネ定数と挽材性能

挽材性能を挽幅と送材速度とで表わすと, 安定した切削では, ハリスの式³⁾などによって, 両者間には密接な関係があり, 例えば, 挽幅を1/2にすれば送材速度は2倍にできると通常考えられる。そこでここでは, 挽材性能を示す値として, 挽幅h (cm) と送材速度v (cm/min) との積 (cm²/min) で表わしてみる。

第2図に, 丸のごのバネ定数kとIとの関係を示す。印は前報⁴⁾の結果で, 2枚の丸のごが平行のときに, 両丸のごの外周部が開いて, 挽材不能に陥いつ



第2図 丸のごのバネ定数kとIとの関係

- : 挽材不能になる場合
- : 丸太から大径材にするとき, 寸法むらが1.5mm以上の場合
- ◎: 大径材から角材にするとき, 寸法むらが1.5mm以上の場合

た場合(以下, Aの場合)を示す。●印は丸太から太鼓材にするときに, 一応の目安として, 挽材寸法むらが5本の供試材のうち1本でも1.5mm以上になる場合(以下, Bの場合)を示す。ただしこの場合, 挽幅の値は実際の挽幅を使わず, 最終の寸法, すなわち10.5cmを採用した。実際の挽幅は0~20cm程度の値をとる。◎印は太鼓材から角材にするとき(挽幅10.5cm)に, 寸法むらが1.5mm以上になる場合(以下, Cの場合)を示す。なお, この場合, バネ定数が100 kg/cm以上では実測値がないが, 使用機械の最大送材速度(3×10³cm/min)でも寸法むらが1.5mm未満であったためである。

各場合とも, 測定値にばらつきはあるが, 丸のこのバネ定数の増大につれてIの値は増加し, バネ定数の大である程, 挽材性能は向上することが認められる。また, 測定値に対して, 曲線ないしは直線があてはめられることが認められる。したがって, この関係を実験的に求めれば, その実験式を使って, 丸のこのバネ定数から, その丸のこの挽材性能を推定することが可能であろう。ちなみに, Bの場合の挽材性能を達成し得る最低の丸のこ条件の境界を示す実験式は

$$I = 2.8 \times 10^2 k \dots\dots\dots(2)$$

となる。

図中に傾向線を示したが, これらの線より上は, 挽材不能の生じやすい不安定な切削の領域を, 下側は安定な切削を期待できる領域を示すことになる。また, 傾向線はその境界を示している。

挽材の安定・不安定の判定の厳しさは前述のように, Aの場合<Cの場合<Bの場合の順に大となるので, その場合のIの値はこの順と逆に大きくなっている。ツイン丸のこ盤による製材では, 丸太→太鼓材→角材の順に挽材し, 前述のように, 丸太→太鼓材の挽材では挽幅が一定しないので, また, Bの場合の規準に合格すればCの場合の規準にも合格するので, 現場的にはBの規準を採用する方が実際のであろう。そこで, Bの場合をツイン丸のこ盤での丸のこの性能を示すものとする, (2)式又は第2図より, 所定の挽材に必要な丸のこのバネ定数が定まり, さらに, 第1図か

ら, このバネ定数になる丸のこ厚, 径およびフランジ径がそれぞれ定まることになる。例えば, 末口径13~14cmの丸太から10.5cmの角材を送材速度25m/minで挽材しようとするれば, 最低限必要とされるバネ定数は約94 kg/cmで, この値をとる各値は第1図より, 「径660mm, 厚4.2mm, a/b=0.26」, 「径710mm, 厚4.2mm, a/b=0.30」, 「径610mm, 厚3.4mm, a/b=0.39」などのように概略定まる。また反対に, 当初の目的のように, 丸のこに関する条件を件意に定めても, (1)式又は第1図より又は実際の曲げ試験よりバネ定数を定め, (2)式又は第2図よりその挽材性能を把握することができよう。

なお, 今回の試験条件は, 第1表で示したように, 丸のこ刃の横すくい角は0°で, 前報¹⁾のように, 10°~20°位にすると, 第2図の傾向線は若干上へ移ること, また, 丸のこ径660mm以下, 厚さ4.2mm程度のもものでは, 丸のこ身の逃げ角を8'~10'程度にする方が今回の条件(2')よりも, 挽材性能が向上(長時間切削に効果がある)することを付け加えておきたい。

5. おわりに

以上のように, 丸のこの挽材性能を判定する一つの指標として, 丸のこのバネ定数を導入し, この方法がある程度有効と認められ, 一応の目的は達した。また, この方法が, 例えばギャングリッパーなどの丸のこを多列に使用した機械の挽材性能を検討する場合にも使用できるのではと思っている。機会があれば実施したい。しかし, この方法の欠点は, 挽材試験から第2図のようなマスターカーブを定めねばならないことであり, 大変難しいことであるが, 挽材試験を適当な予測式に置きかえる課題が今後に残っている。

文 献

- 1) 加藤・本誌, 9月(1977)
- 2) 西川吉光・日本機械学会論文集, 32, 1047(1966)
- 3) Harris, P.: Forest products Research Bulletin No. 30 (1954)
- 4) 加藤ら・本誌, 9月(1976)

—試験部 製材試験科—
(原稿受理 昭和53. 7. 15)