

ツイン丸のご盤による小径木の製材(3)

- カラマツ及びびスギの挽材所要動力 -

加藤 幸一 鎌田 昭吉

1. はじめに

前報¹⁾でカラマツ小径丸太をツイン丸のご盤で挽材する場合に、丸のご厚さ、送材速度及び挽き高さが切削の安定性及び挽材寸法に及ぼす影響について報告した。今回はカラマツ及びびスギを挽材したときの挽材所要動力について報告する。

一枚の丸のごの所要動力の大きさは、丸のご刃の回転方向の切削力のみを考慮したハリスの式²⁾によってある程度求めることができる。ツイン丸のご盤の場合には、横方向の切削力の不均衡に起因すると考えられる丸のごの横変形が生じやすいので、シングルソーの場合³⁾以上に、丸のご刃の切削に要する動力に加えて、丸のご身の側面摩擦に必要とされる動力も考慮せねばならない⁴⁾。また、丸のご身の側面摩擦が小さいほど良好な切削であるので、側面摩擦に要する動力の大きさは切削の安定性を知る目安になる。そこで、この考え方によって、各種の切削条件で切削した場合の挽材所要動力の検討を試み、ツイン丸のご盤で安定した切削をするための技術的資料を得ようとした。

2. ツイン丸のご盤の正味所要動力⁴⁾

ツイン丸のご盤の2枚の丸のごの正味所要動力 W_T (KW) は丸のご刃の切断に要する動力 W_1 (KW) と丸のご身と被削材との摩擦に要する動力 W_2 (KW) との和と考えられ、

$$W_T = W_1 + W_2 \quad [1]$$

で表わされる。 W_1 ²⁾ および W_2 はそれぞれ

$$W_1 = 3.268 \times 10^{-4} k (Abc / 2p + Bfd) \quad [2]$$

$W_2 = g (K, f, d, x, \theta, q, \dots) \quad [3]$
と考えられる。

ここで、 k : あさり幅 (mm), b : 切削に要する丸のごの弧の長さ (mm), c : 丸のごの周速 (m/min), p : ピッチ (mm), f : 送材速度 (m/min), d : 挽き高さ (挽幅) (mm; なお、挽き高さは実用上cmで表わすので、試験結果をcmで表わすことにする), A : 実験定数 (kg/mm), B : 実験定数 (kg/mm²), K : 丸のごのパネ定数 (kg/mm), x : 背板の大きさ (mm), θ : 送材方向に対する丸のご身の逃げ角 (°), q : 被削材の材質。

試験に使用した丸のご及び被削材では、実験定数 A, B の値は、カラマツの場合、

$$A = 0.53 \text{ kg/mm}, B = 4.6 \text{ kg/mm}^2$$

スギの場合

$$A = 0.22 \text{ kg/mm}, B = 3.2 \text{ kg/mm}^2$$

となる⁴⁾。したがって、挽材時の正味所要動力 W_T を求め、[1], [2] 式とにより W_2 を求めることができる。なお、[1] および [2] 式の検討については、第9回日本木材学会道支部大会において発表した。

3. 試験方法

3.1 使用機種

試験に使用したツイン丸のご盤は前報¹⁾と同様である。なお、2枚の丸のごは送材方向と平行 ($\theta = 0^\circ$) である。

3.2 動力の測定

挽材時の正味所要動力を左右の丸のご各々について、直記式電力記録計によって測定した。左右の丸のごについての所要動力の合計を W_T とし、測定値の最大値を W_{Tmax} として求めた。 W_T の最大時の W_2 を W_{2max} とする。また、各条件について3本挽材し、3本の平均値を求めた。そしてある条件で、両丸のごが開いて丸のごの回転が停止する挽材不能の場合のデ

ータ(所要動力は記録紙をオーバースケールして計測できない)は採用せず、丸太の長さを通して、切削可能であるもののデータを採用した。また、1本の丸太について挽き高さを一定とするために、太鼓材から角材に製材するときのデータを使った。

3.3 供試丸太

供試丸太としては、カラマツ(長さ3.65m, 含水率53%, 径級8~16cm)及びスギ(長さ3.65m, 含水率42%, 径級14~16cm)の小径丸太を用いた。

3.4 挽材条件

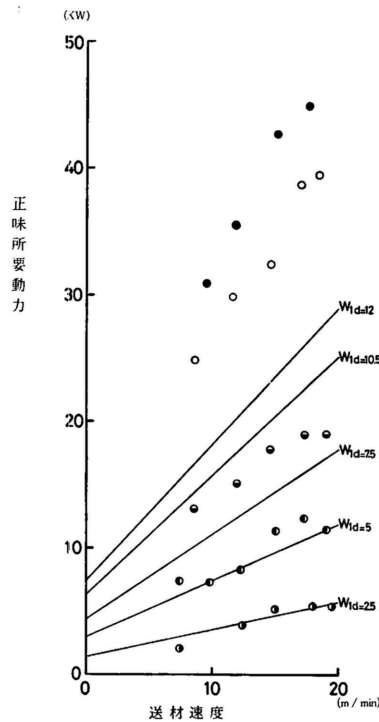
挽材条件は前報¹⁾とほぼ同様である。なお、丸のこの振れ止め(丸太を送入する側の丸のこ切削部分より50~60mm下に、各丸のこについて一カ所)の間隔を、腰入れまたは丸のこ身の若干の変形に対しても、丸のこ身が振れ止めに接触しない程度に調整した。また、試験に使用した丸のこも前報¹⁾の第2表と同様の丸のこであるが、No.5の丸のこ(径10mm, 厚2.1mm, 歯数70枚)のあさりの出を、他の丸のこ同様の0.9mmとした。

4. 結果及び考察

4.1 送材速度と所要動力

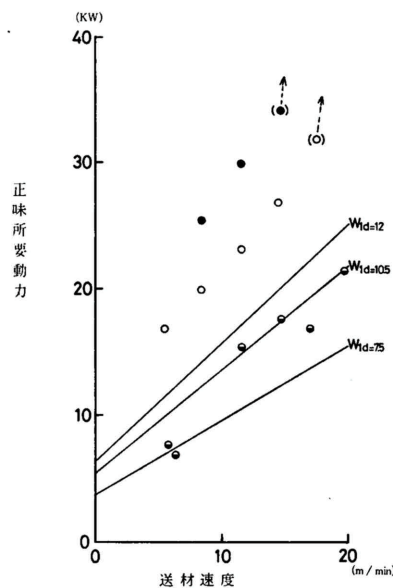
カラマツをNo.1の丸のこ(径760mm, 厚4.19mm, 歯数70枚), No.2の丸のこ(径760mm, 厚3.4mm, 歯数70枚)によって製材した場合の送材速度と正味所要動力との関係をそれぞれ第1図と第2図とに示す。また、スギをNo.1の丸のこによって製材した場合を第3図に示す。カラマツ, スギの場合とも, 所要動力 W_{Tmax} は送材速度の増加に対して, 若干のばらつきはあるが, ほぼ直線的に増加する傾向が認められる。

各々の W_{Tmax} の測定値と〔1〕,〔2〕式より W_{2max} を求め, 第4図に示す。 W_{2max} の値は送材速度の増加に対して増加する傾向が認められる。カラマツの場合, 挽き高さが10.5cm, 12cmの場合にこの傾向が顕著に認められる。7.5cmの場合には, 値はばらついてはいるが, No.1の丸のこでは送材速度の増加に対してほぼ平坦, No.2の丸のこでは増加する傾向が認められる。スギの場合にも, 送材速度の増加に対して,



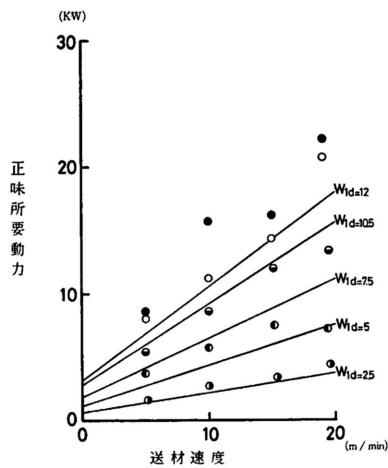
第1図 正味所要動力と送材速度との関係

丸のこ: No. 1, 樹種: カラマツ, d: 挽き高さ(cm)
 W_{Tmax} : ●: d=2.5cm, ◐: d=5cm, ○: d=7.5cm,
 ○: d=10.5cm, ●: d=12cm



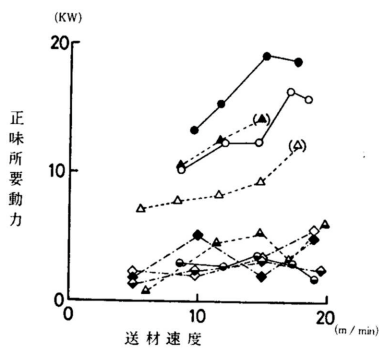
第2図 正味所要動力と送材速度との関係

丸のこ: No. 2, 樹種: カラマツ, d: 挽き高さ(cm)
 W_{Tmax} : ●: d=7.5cm, ○: d=10.5cm, ●: d=12cm
 (): 挽材不能になる切削条件 ($W_{Tmax} > 50 \text{KW}$) であるが,
 挽材可能であったデータをのせた。



第3図 正味所要動力と送材速度との関係

丸のこ: No. 1, 樹種: スギ, d: 挽き高さ(cm)
 W_{Tmax} : ●: d=2.5cm, ○: 5cm, ◐: 7.5cm,
 ○: 10.5cm, ●: 12cm



第4図 正味所要動力 W_{2max} と送材速度との関係

●: 丸のこ No 1 カラマツ d=12cm
 ○: " " " 10.5
 ◐: " " " 7.5
 ▲: " No 2 " 12
 △: " " " 10.5
 ◐: " " " 7.5
 ◆: " No 1 スギ 12
 ◇: " " " 10.5
 ◐: " " " 7.5
 (): 第2図参照

W_{2max} の値はばらついているが増加する傾向が認められる。 W_{2max} の増加は、被削材から丸のこに加わる横荷重の増加すなわち丸のこの横変形の増大を示している。横変形が大きくなれば、振れ止めに接触さらに押し付けられるようになり、この摩擦による発熱によって、または、アサリの幅以上に丸のこの外周部分が外へ開けば、被削材が丸のこの中心部分を摩擦する

ようになり、丸のこの中心部分の発熱によって座屈が生じる。その結果、摩擦が増大し、丸のこが停止する挽材不能の状態(このとき、所要動力は急激に増加する、50KW以上)に陥るものと推定できる。したがって、 W_{2max} の値は送材速度の増加に対して増大するので、送材速度を増して挽材するほど挽材不能の状態が生じやすくなると考えられる。たとえば、第2図にこのことが認められる。

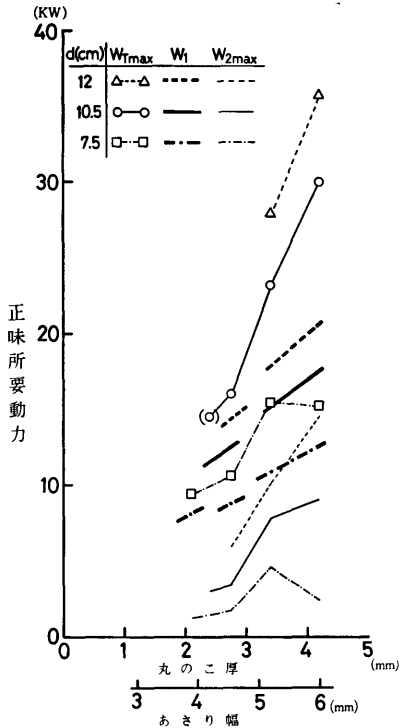
これらの動力から、同一切削条件のカラマツとスギとを比較すると、 W_{Tmax} , W_1 , W_{2max} の値はスギの場合が小さく、カラマツに比べてスギはツイン丸のこ盤で製材しやすい材であることが認められる。

挽材中の観察によると、同一条件においてさえ、製材する、丸太によって、すなわち、曲った材あるいは片側の丸のこで大きい背板、他の丸のこで小さい背板を鋸断する場合には両丸のこは開きやすい。また、背板が均等である場合には、上記の場合に比べて開く頻度が少いことが認められる。この点から、 W_{2max} の値は製材時の丸太の形状によっても影響されるものと考えられる。

4.2 挽き高さと所要動力

No.1の丸のこについて、挽き高さと所要動力との関係を、カラマツの場合第5図に、スギの場合第6図に示す。 W_{Tmax} は挽き高さの増加に対して、カラマツではほぼ指数関数的に、スギでは送材速度10m/minのときはほぼ直線的に、18m/minでは若干指数関数的に増加する傾向が認められる。

W_{2max} の値はカラマツでは、挽き高さ7.5cm程度までほぼ直線的に増加し、10.5cm, 12cmで急激に増加する。すなわち、10.5cm, 12cmでは、4.1で述べた、丸太の形状が関係するならば、丸太が通直なもので丸のこが開きやすく、 W_2 が急激に増加する傾向にあり、7.5cm以下では、丸太の形状によって、若干丸のこが開くこともあるが、平均値で見ると、急激な W_2 の増加は少いことを示している。前報¹⁾において、No.1の丸のこであれば、挽き高さ12cm, 送材速度20m/minが限度の切削条件で、これ以下であれば挽材寸法精度もほぼ満足できるものであったが、この



第7図 正味所要動力と丸のこ厚(あさり幅)との関係

樹種：カラマツ，送材速度：12m/min

()：第2図参照

て、前述の推定と一致せず、挽き高さ 10.5cm, 12cm では、丸のこ厚を増して丸のこの剛性を増したことによって、 W_{2max} の減少の効果は認められない。すなわち、これらの挽き高さで W_{2max} の減少の効果を期待するには、さらに厚い丸のこ、丸のこの径に対するフランジ径の増大などの剛性を高める必要があることを示すと考えられる。他の丸のこ(No. 3—径710mm, 厚2.75mm, 歯数56枚, No. 4—径710mm, 厚2.4mm, 歯数56枚, No. 5)の間でも、これらの切削条件では、 W_{2max} の減少効果は認められず、丸のこの厚さの増加に対して W_{2max} は増大している。丸のこの厚さの増加にともなう W_{2max} の増減の原因については、ここでの実験結果によって充分に考察できないので、今後丸のこの剛性等に関連させて検討したい。

丸のこ厚さ増加の挽材性能に対する効果は、前報¹⁾

で示したように、より厳しい切削条件で挽材が可能であることであった。この効果を W_{2max} の考え方からみると、以上の結果より丸のこの厚の増加はより大きい W_2 を生じさせる横荷重及び発熱(丸のこの内外周の温度差)に耐えて、より厳しい切削条件の下での挽材を可能にすることであると少くとも言うことができよう。

5. おわりに

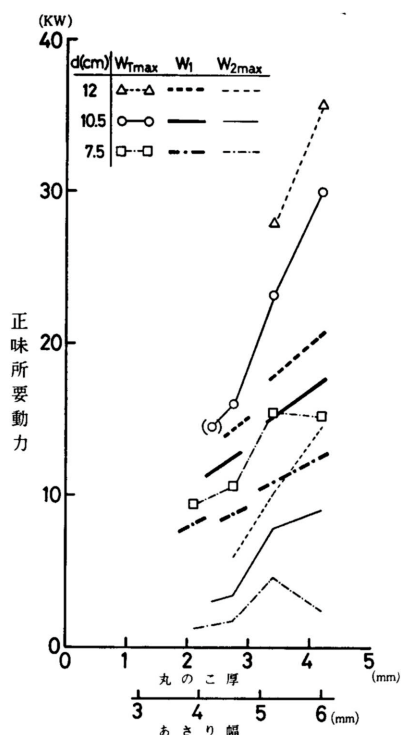
以上のように、ツイン丸のこ盤の切削条件と所要動力との関係を、丸のこの側面摩擦に要する動力 W_2 から検討した。その結果、ツイン丸のこ盤では W_2 は無視し得ないものであり、切削条件が厳しいほど、 W_2 の値は増大することが認められた。また、連続的に安定した挽材を行うには、ここで検討した丸のこの条件をさらに改善する必要があると認められた。

安定した挽材をするためには、少くとも W_2 を減少(理想的には零)させる方法を検討せねばならない。検討すべき点としては、丸のこの歯型の改良、丸のこの径に対するフランジ径比の増大、あるいは丸のこの適正な逃げ角の決定などが重要であろう。

文献

- 1) 加藤幸一，鎌田昭吉：ツイン丸のこ盤による小径木の製材(1)，安定な切削に及ぼす丸のこ厚の影響，北林産試月報または木材の研究と普及，昭和51年9月号(1976)
- 2) P. Harris: Mechanics of Sawing: Band and Circular Saws, Forest Products Research Bulletin, No.30 (1954)
- 3) 斎藤美篤，福井尚：円鋸切削に関する研究(第2報)，側面摩擦に関する実験，59 四林学会講演集，p.257~258 (1951)
- 4) 加藤幸一，鎌田昭吉：ツイン丸のこ盤の所要動力について(ツイン丸のこ盤による小径木の製材(2))日本木材学会北海道支部講演集第8号(1977)掲載予定

一試験部 製材試験科一
(原稿受理 昭51・11・15)



第7図 正味所要動力と丸のご厚(あさり幅)との関係

樹種: カラマツ, 送材速度: 12m/min
(): 第2図参照

て、前述の推定と一致せず、挽き高さ10.5cm, 12cmでは、力のご厚を増して丸のごの剛性を増したことによって、 W_{2max} の減少の効果は認められない。すなわち、これらの挽き高さで W_{2max} の減少の効果を期待するには、さらに厚い丸のご、力のご径に対するフランジ径の増大などの剛性を高める必要があることを示すと考えられる。他の丸のご(No.3 - 径710mm, 厚2.75mm, 歯数56枚, No.4 - 径710mm, 厚2.4mm, 歯数56枚, No.5)の間でも、これらの切削条件では、 W_{2max} の減少効果は認められず、丸のごの厚さの増加に対して W_{2max} は増大している。丸のごの厚さの増加にともなう W_{2max} の増減の原因については、ここでの実験結果によって十分に考察できないので、今後丸のごの剛性等に関連させて検討したい。

丸のご厚さ増加の挽材性能に対する効果は、前報¹⁾

で示したように、より厳しい切削条件で挽材が可能であることであった。この効果を W_{2max} の考え方からみると、以上の結果より丸のごの厚の増加はより大きい W_2 を生じさせる横荷重及び発熱(丸のごの内外周の温度差)に耐えて、より厳しい切削条件の下での挽材を可能にすることであると少くとも言うことができよう。

5. おわりに

以上のように、ツイン丸のご盤の切削条件と所要動力との関係を、丸のごの側面摩擦に要する動力 W_2 から検討した。その結果、ツイン丸のご盤では W_2 は無視し得ないものであり、切削条件が厳しいほど、 W_2 の値は増大することが認められた。また、連続的に安定した挽材を行うには、ここで検討した丸のご等の条件をさらに改善する必要が認められた。

安定した挽材をするためには、少くとも W_2 を減少(理想的には零)させる方法を検討せねばならない。検討すべき点としては、丸のごの歯型の改良、丸のご径に対するフランジ径比の増大、あるいは丸のご身の適正な逃げ角の決定などが重要であろう。

文献

- 1) 加藤幸一, 鎌田昭吉: 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, 北林産試月報または木材の研究と普及, 昭和51年9月号(1976)
- 2) 斎藤美鷲, 福井尚: 円鋸切削に関する研究(第2報), 側面摩擦に関する実験, 59回林学会講演集, p.257~258(1951)
- 3) 加藤幸一, 鎌田昭吉: ツイン丸のご盤の所要動力について(ツイン丸のご盤による小径大の製材(2))日本木材学会北海道支部講演集第3号(1977)掲載予定

- 試験部 製材試験科 -
(原稿受理 昭51・11・15)