

ドラム・バーカーによるチップ用材の剥皮試験 (3)

中心駆動刃物軸をもつバーカーについて

中 村 源 一⁽¹⁾

大 平 裕⁽²⁾

1. は し が き

チップ用材の剥皮に広く用いられているドラム・バーカーは、連続大容量のバーカーから小型バーカーまで種々の型式、機構のものが使用されている。これらの数種についてはすでに工業的試験を行ない、剥皮性能の試験方法を確立するとともに主要因子の相互の関係を明らかにし、この結果はすでに報告してきた¹⁾²⁾。

今回全国木材チップ工業連合会より比較的小規模チップ工場に適する小型ドラム・バーカーの開発の一環として、大日製作所の創意考案にかかるバーカーについて調査・試験の依頼をうけ剥皮試験を実施したので、試験結果を取りまとめ報告する。この調査、試験の機会を与えられた全国木材チップ工業連合会ならびに試験遂行上の便宜を与えられた大日製作所に深謝するしだいである。

2. 試験用ドラム・バーカー

試験用ドラム・バーカーは厚さ 6~8 mm の鉄板製ドラム内部に長軸方向に山型鋼を架構し、比較的短い少数の剥皮衝撃片と樹皮の排出口を有する構造で、その機構上の特色はドラム中心に回転子と称する、ラセン状に切刃をつけた中心駆動軸（以下中心刃物軸という）がドラム回転駆動とは別個に駆動できることである。したがって、剥皮機能上ドラム回転にともなう材相互の摩擦・衝撃効果とともに中心刃物軸の刃部による材の切削の効果も期待できるもので、いわゆるカット・バーカーをもつドラム・バーカーとも

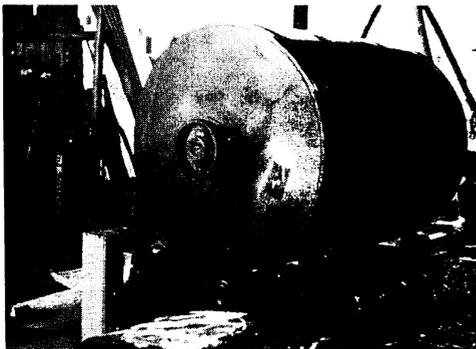


Fig. 1 1号ドラム・バーカー
No. 1 Drum barker used.

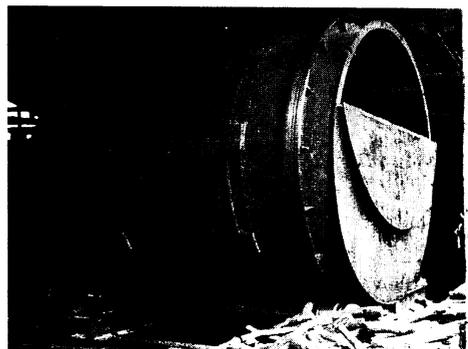


Fig. 2 2号ドラム・バーカー
No. 2 Drum barker used.

(1) 前木材部加工科長・現東京農工大学農学部・農学博士

(2) 木材部加工科加工研究室



Fig. 3 ドラム壁内の樹皮衝撃片
Barking bar equipped drum inside.



Fig. 4 中心刃物軸
Central driving shaft with spiral cutting edge.

Table 1. 試験用ドラム・バーカー
Drum barker used to debarking test.

試験用バーカー	Drum barker used	1号バーカー No. 1 Drum barker	2号バーカー No. 2 Drum barker
型式名称	Type	大日式 DB DAINICHI DB	大日式 DB 608 DAINICHI DB 608
ドラム直径	Diameter drum (mm)	1,300	1,800
ドラム長	Length of drum (mm)	1,600	2,400
ドラム内容積	Capacity of drum (m ³)	2.12	6.10
ドラム回転数	Revolution number of drum (r.p.m.)	24, 30	17
中心軸回転数	Revolution number of central shaft(r.p.m.)	740, 900	740
駆動電動機	Driving moter		
ドラム用	Moter for drum (kw)	1.5	5.5
中心軸駆動用	Moter for central shaft (kw)	3.7	7.5
内部構造	Internal structure		
鋸歯型バー	Saw-teeth type barking bar (個数)	8	16
山型鋼バー	Channel type barking bar (本数)	4	8

いえよう。

試験用ドラム・バーカーの外観・内部は Fig. 1~4 に示され、寸度その他の諸元を示せば Table 1 のようである。

3. 供試材と試験方法

供試材は広葉樹小径材、クロマツ小径材およびアカマツ背板を供試した。広葉樹小径材は伐採後約1か月を経過した生材で、Table 2 に示す樹種を含む。これらの多数の樹種の配分割合は各試験において全く均等にすることは実行上できがたいが、供試材の樹種、寸法を各試験ともになるべく均等に配分されるように考慮した。アカマツ背板はほとんど気乾状態に近いもので、形状は各種のものを含む。なお、試験材の各試験ごとの供試材の直径分布の一例を Fig. 5 に示す。各試験材の長さは丸鋸機により 50 cm を標準として横切した。

剥皮試験は1号バーカーで8回、2号バーカーで2回実施し、ドラム内に仕込む材はすべて重量と本数

Table 2. 広葉樹小径丸太に含まれていた樹種
Species of hard wood logs used in each test.

樹種名	Species	樹種名	Species
カ シ	<i>Quercus</i> spp.	ク ロ モ ジ	<i>Lindera umbellata</i>
シ イ	<i>Shiia Sieboldi</i>	ア オ ギ リ	<i>Firmiana platanifolia</i>
サルスベリ	<i>Stewartia monadelph</i>	サ ク ラ	<i>Prunus</i> spp.
ネ ジ キ	<i>Xolisma elliptica</i>	ソ ヨ ゴ	<i>Ilex pedunculosa</i>
アカメガシワ	<i>Mallotus japonicus</i>	カ キ	<i>Diospyros Lotus</i>
ナ ラ	<i>Quercus</i> spp.	ツ ツ ジ	<i>Rhododendron</i> spp.
アズキナシ	<i>Micromeles alnifolia</i>	ハ ゼ	<i>Rhus succedanea</i>
ツ バ キ	<i>Camellia</i> spp.	シ キ ミ	<i>Illicium religiosum</i>
ク リ	<i>Castanea</i>	モ ミ ジ	<i>Acer</i> spp.
リ ヨ ウ ブ	<i>Clethra barbinerbis</i>	ホ ウ ソ ウ*	
シ デ	<i>Carpinus</i> spp.	ホ ゾ ロ*	
シ ラ キ	<i>Sapium japonicum</i>	その他樹種不明	3種

* 丹波地方名

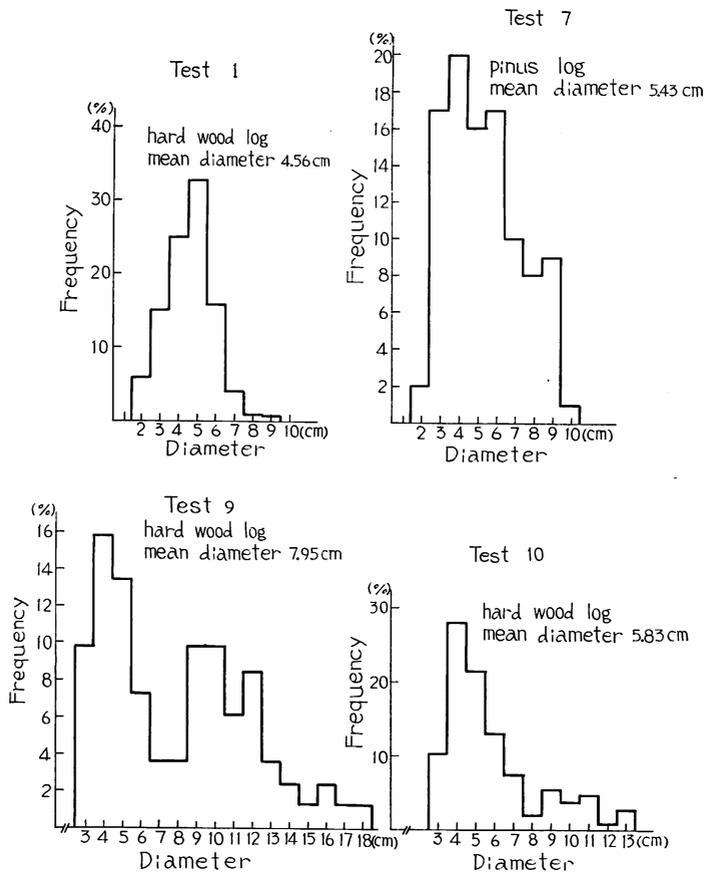


Fig. 5 供試材の直径分布

Some example of diameter distribution of logs used in each test.

を計測した。ドラム内に供試材を仕込んだのち、一定時間ごとにドラム外に除去された樹皮重量を測定した。各試験は商業ベースの経験から剥皮完了の時間を適宜きめ、完了後パーカー内に残留する樹皮をあつめてその重量を測定し、ドラム外に除去された樹皮重量に加算し、剥皮された全樹皮重量とした。なお参考に積算電力計によりドラムおよび中心刃物軸駆動に要する電動機の所要電力量を測定した。

各試験についてドラム・パーカーの運転条件、すなわちドラム回転数、中心駆動刃物軸の回転数およびみかけの材の仕込量などをかえた。これらは Table 3 に示されるが、供試材と試験方法について次のことを補足する。

(1) 供試材の 1 本あたりの重量：前に述べたように、各試験の供試材は樹種・寸法が異なるため各試験結果を判断するとき、この影響の目安として 1 本あたりの平均重量を算出した。

Table 3. 各試験の供試材と
Summarized table of raw materials used,

試験番号 No. of drum	1	2	3
試験用ドラム・パーカー Drum used	DB 型		
ドラム回転数 Revolution number of drum (r.p.m.)	24	24	24
中心刃物軸回転数 Revolution number of central driving shaft (r.p.m.)	740	740	740
樹材種 Kind of material	広葉樹小丸太 (Hard wood small log)	〃	〃
仕込重量 W (kg) Total weight of material loaded	262.5	399.8	150.0
仕込本数 N Total number of material loaded	272	496	192
1 本あたり重量 W/N (kg) Mean weight per a log	0.96	0.81	0.78
容積重 R (kg/m^3) Mean volumetric weight	900	900	900
みかけの仕込率 α (%) Apparent loading capacity	50	80	30
仕込材全容積 V (m^3) Total volume of materials loaded	0.292	0.444	0.167
実質仕込率 β (%) Actual loading capacity	13.8	20.9	7.9
乱積係数 γ Loading factor	0.28	0.26	0.26
ドラム運転時間 t (min) Operating time of drum	50	60	40
剥皮総重量 w (kg) Total weight of removed bark	25.5	36.0	13.2
推定樹皮重量 W_B (kg) Total weight of bark included in materials. (%)	—	—	—
w/W 10 min あたり剥皮重量 (kg) Weight of bark removed per 10 min of operating time of drum	9.7 5.1	9.0 6.0	8.8 3.3
所要電力量 Power required (kw)			
ドラム For drum	—	—	—
中心刃物軸 For central driving shaft	1.51	1.43	0.90

すなわち、全仕込み重量 W (kg) とその本数 N (本) を実測してあるので、1本あたりの平均重量として W/N (kg) を算出した。1号パーカーによる供試材は、1本あたり平均重量が 0.78~0.96 kg の範囲であり、2号パーカーの供試材は直径の大きいものが混在したため 1.1~2.2 kg におよんだ。

(2) 供試材の容積重：容積重は広葉樹小丸太の場合樹種にかかわらず任意に約100本を選び、これらの中央直径 d とその全重量 W' (kg) を実測し、容積重(ここにいる容積重とは試験時の丸太の中央直径から算出される容積の総和で全供試丸太の重量を除いた値) R は、

$$R = 4W' / (\pi l \sum d^2)$$

の式により求めた (l は平均材長)。

この結果は広葉樹小径材で 900 kg/m³、クロマツ小径材で、799 kg/m³、アカマツ背板で 520 kg/m³ の

条件および試験結果の概括

debarking conditions and results for each test.

4	5	6	7	8	9	10
					DB-608 型	
24	24	30	30	30	17	17
740	740	—	900	900	740	740
〃	アカマツ背板 Slab pinus	広葉樹小丸太 Hard wood log	クロマツ 小丸太 Pinus log	広葉樹小丸太 Hard wood log	〃	〃
494.3	212.7	331.7	277.4	403.4	1,186.6	885.8
607	—	429	321	427	531	782
0.81	—	0.77	0.86	0.94	2.23	1.13
900	520	900	799	900	900	900
100	60	60	60	80	70	55
0.549	0.409	0.369	0.347	0.448	1.318	0.984
25.9	19.6	17.4	16.4	21.1	21.6	16.2
0.26	0.31	0.29	0.27	0.26	0.31	0.29
150	30	150	40	60	30	30
49.5	29.9	26.3	42.5	46.7	188.1	106.5
—	—	—	—	—	—	—
10.0	14.1	7.9	15.3	11.6	15.9	12.0
3.3	10.0	1.8	10.6	7.8	63.0	36.0
—	—	1.81	—	—	—	—
1.25	1.28	—	1.32	1.66	1.92	1.92

R の値が得られた。 R の値は材の含水率・比重により異なるが、この値は従来の値とほぼ同程度で、ただアカマツ背板は乾燥しているので R の値は低い。

(3) 各試験ごとのドラムに仕込まれた材の全容積：仕込材の重量 W (kg) を実測してあるので、

$$V = W/R \quad (\text{m}^3)$$

より計算した。

(4) ドラム内の仕込材のドラム容積に対するみかけの仕込量 α (%)：目測によったが、実質仕込率 β (%) はドラム容積を V_0 (m^3) として

$$\beta = V/V_0$$

で計算した。さらに乱積係数は

$$\gamma = V/\alpha \cdot \beta \cdot V_0$$

として求め、この値は 0.26~0.31 で他の場合とほぼ同程度であった¹⁾²⁾。

(5) 剥皮された重量 (以下剥皮重量という) w (kg)：ドラムの一定運転時間ごとに計量し、1号パーカーによる試験では試験終了後のドラム内に残留する樹皮は比較的少ないので、各運転時間ごとの剥皮重量に等分に加算し、2号パーカーでは1号パーカーに比べやや多いので、その比により加算した。

(6) 全仕込材中に含まれる樹皮全重量：従来の実験結果より樹皮重量率 ε % として広葉樹小丸太の場合 15%、背板 25%、クロマツ小丸太の場合 18% とし、したがって、各試験ごとの全供試材に含まれる樹皮全重量 W_B (kg) は

$$W_B = \varepsilon \cdot W$$

より求めた。

4. 試験結果と考察

4.1 ドラム運転時間と剥皮重量の関係

一定ドラム運転時間ごとに、その時間内で剥皮された樹皮重量とドラム運転時間の関係は Fig. 6 に示されるようである。この結果は、他の型式のパーカーと同様に、ドラム運転の初期において剥皮重量が多く、ドラム運転時間の経過とともに漸減する傾向を示す。

4.2 剥皮速度

ドラム・パーカーにより剥皮される剥皮速度すなわち単位時間あたり剥皮重量は、ドラム内にまだ剥皮されないで材に付着して残っている重量に比例するという法則が成り立つことは前報で報告した²⁾³⁾。この試験についても、前述したドラム運転時間と剥皮重量の関係から、この法則があてはまることが推定されるから、このことを検討する。すなわち前述したように、各試験の全供試材にふくまれる樹皮重量 W_B (kg) は供試材重量 W (kg) と樹皮重量率 ε (%) から、 $W_B = \varepsilon \cdot W$ として推定できる。したがって、ドラム運転時間 t (min) までに剥皮されずに残っている樹皮重量は、 t (min) の運転時間までの剥皮重量を w (kg) とすれば、 $(W_B - w)$ (kg) である。 $(W_B - w)$ と t の関係を片対数方眼紙にプロットすれば Fig. 7 のようである。Fig. 7 のような $\log(W_B - w)$ と t はほぼ直線の関係とみなしてよいから、この法則はこのドラム・パーカーの場合も妥当であるといえる。Fig. 7 は仕込量が各試験により異なるため、比較に不便であるから、縦軸にそれぞれの試験においてドラム内に仕込まれた、全供試材の全樹皮重量に対する残留樹皮重量の % をとって図示すれば Fig. 8 のようである。

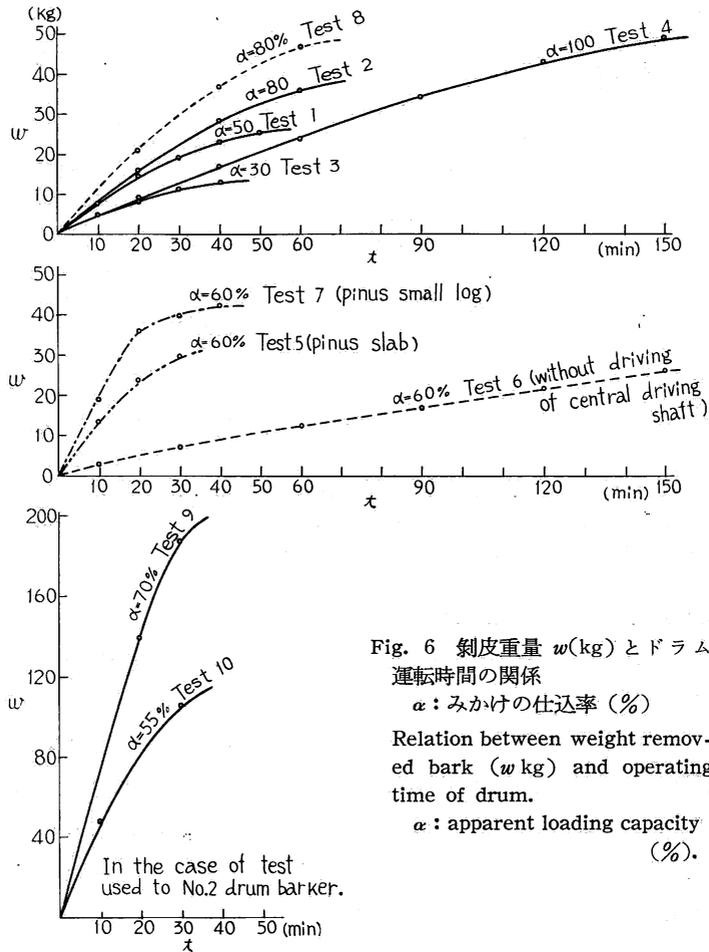


Fig. 6 剥皮重量 w (kg) とドラム 運転時間の関係

α : みかけの仕込率 (%)

Relation between weight removed bark (w kg) and operating time of drum.

α : apparent loading capacity (%)

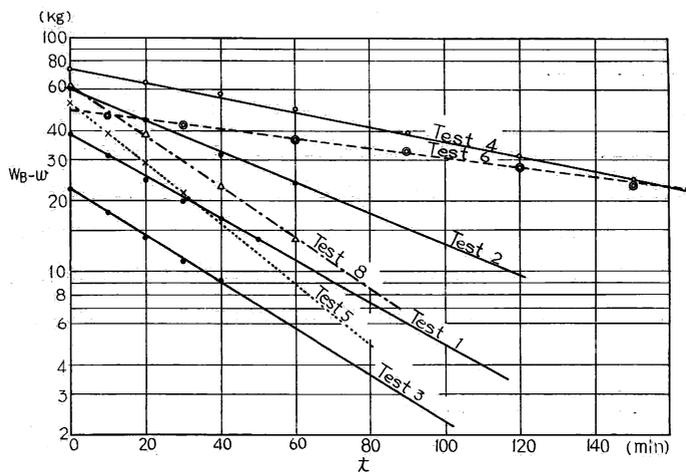


Fig. 7 残留樹皮重量とドラム運転時間の関係

Relation of residual bark weight of raw materials in drum ($W_B - w$) kg to operating time of drum t (min).

W_B : total weight of bark of materials loaded in drum.

w : weight of bark to be removed during t (min).

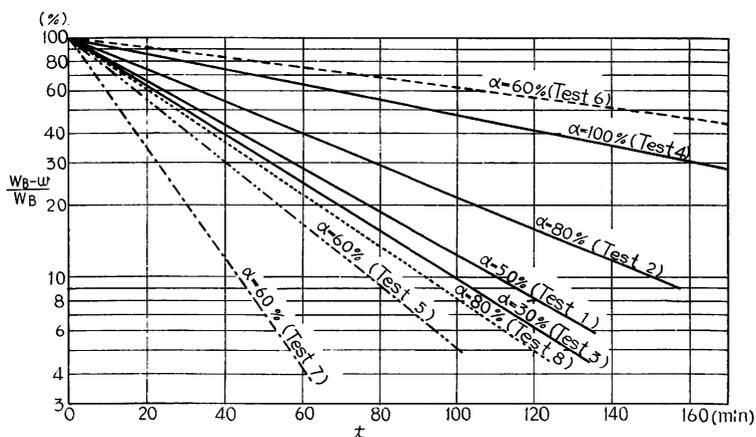


Fig. 8 残留樹皮重量の百分率とドラム運転時間の関係
 Relation of percentage of residual bark weight for total weight bark $(W_B-w)/W_B$ % to operating time of drum t (min).

4.3 みかけの仕込量 α (%) と剥皮速度

1号パーカーで広葉樹材を供試材とした場合、みかけの仕込量 α (%) を 30~100% まで変えた場合の剥皮速度は、Fig. 8 で明らかなように仕込量 α (%) が小さいほど剥皮速度は大きくなる傾向がみられ、このことはドラム内に中心軸をもたないドラム・パーカー、またはドラム駆動軸をもつパーカーの試験結果²⁾と同様であった。各試験は試験遂行の便宜上ドラム内の材がすべて完全剥皮されるまでドラムを運転したのではないが、Fig. 8 より残留樹皮重量が全樹皮重量に対し 10%、すなわち 90% 剥皮に達するドラム運転時間を求めると、広葉樹小径木の場合 Fig. 9 に示されるように、みかけの仕込率 α が 80% 以上をこえると剥皮に要する時間は急激に長くなる傾向がみられた。

4.4 中心刃物軸の影響

この試験のドラム・パーカーは中心駆動軸に切刃がとりつけてあることが特徴であって、この効果はドラム内の材の相互摩擦・回転にともなうパーキングバーとの衝撃のほかに、衝撃的に刃物軸に接触することにより剥皮されることが期待できる。この効果を検討するため、Test 6 として刃物軸の回転を停止させて、みかけの仕込率 α を 60% として剥皮試験を行なった。この場合は、Fig. 8 よりも明らかなように、剥皮速度はきわめて小さく、仕込材の全樹皮重量の 90% が剥皮されるまでのドラム運転時間を Fig. 8 より補外して求めれば、約 8 時間 46 分かかることとなり、他方刃物軸を回転させて、 $\alpha=60%$ の場合を Fig. 8 より求めれば約 2 時間であるから、刃物軸による剥皮効果はかなり顕著であることがわかる。したがって、この型式のパーカーは中心刃物軸が剥皮効果に大きい影響をもつということが出来る。

つぎにパーカーの回転数と刃物軸の回転数が剥皮効果に及ぼす影響については、この試験では系統的に行なうことができなかったが、仕込材が広葉樹小径材で、みかけの仕込率 α が 80% で、両者の回転数が異なる Test 2 と Test 8 の試験結果を比較し、この関係を検討することとする。すなわち、Test 2 はドラム回転数、刃物軸の回転数がそれぞれ 24, 740 r.p.m. の場合であって、90% 剥皮に要する時間は 150 分であった。両者の回転数をそれぞれ 30, 900 r.p.m. とした場合の Test 8 においては、Fig. 8

で明らかのように、90% 剥皮に要する所要時間は 92 分であって、両者の回転数を大きくするほど剥皮効果が大きいといえる。しかし、ドラム回転数はドラム直径により有効範囲がほぼ推定できるので、この試験のパーカーでは 25~35 r. p. m. が適当と考えられ、刃物軸の回転数が大であるほど材との接触回数が大きくなるから、剥皮に有効であると考えられるが、所要動力・振動または高速に対応するための軸受、その他の機械としての設計上の問題から決定されるべきことと考えられる。

4.5 針葉樹小径材 (クロマツ) および背板の剥皮

一般に、針葉樹材は広葉樹材に比べ剥皮は容易であり、したがって同じ条件であれば、針葉樹材の場合のドラム運転時間は広葉樹材のそれに比べ、短時間で剥皮効果をあげることができる。本試験では Fig. 8 でわかるように Test 7 はクロマツを供試した場合で 90% 剥皮までに約 43 分間を要し、この場合とほぼ同一条件のとき広葉樹材は 100~130 分のドラム運転時間を要すると推定されるのに比べ、剥皮が容易であることがわかる。背板の剥皮は Test 5 で実施したが、Test 7 の小径丸太のに比べるとドラムと中心刃物軸の回転数は異なるが、剥皮速度は小さく、背板の剥皮は小丸太に比べ長いドラム運転時間を必要とする。なお背板は形状寸法が種々のものがふくまれていたが、材がおれたり、割れたりするような損傷は予期したほど多くはなかったと判断された (Fig. 10)。

4.6 バスケット型 (カゴ型) パーカーとの比較

ドラム・パーカーの性能の比較は同一樹種・寸法の材を供試しなければ厳密には判断できがたいことであり、また試験条件も同一でなければならないが、

バスケット型パーカー²⁾ (ドラム径 2 m, ドラム長 3.62 m, 容積 11.37 m³, ドラム回転数 22 r. p. m.,

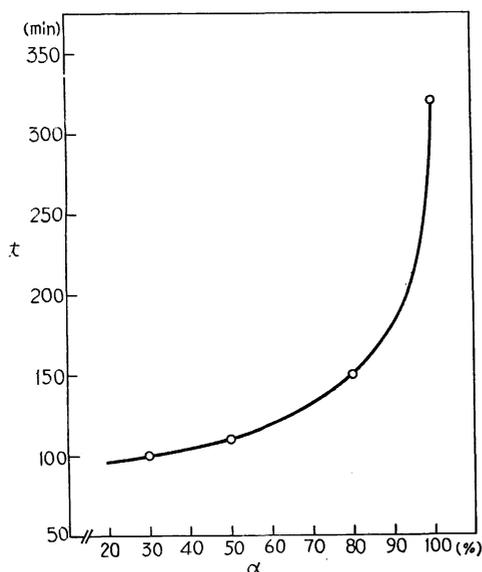


Fig. 9 みかけの仕込率と全樹皮重量の 90% まで剥皮するに要するドラム運転時間
Relation of operating time of drum required to be removed 90% bark weight t (min) to apparent loading capacity α %.

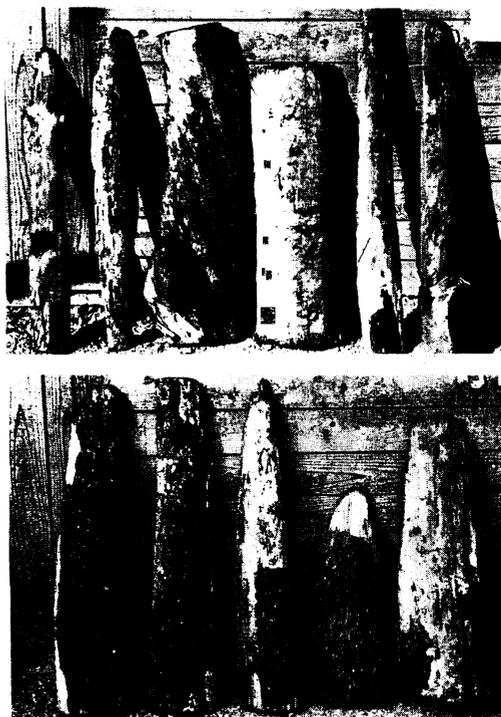


Fig. 10 背板の剥皮状況
上は完全剥皮, 下はあまり剥皮しない材
Slabs with removed bark.
Upper : slabs with completely removed bark.
Lower : slabs with incompletely removed bark.

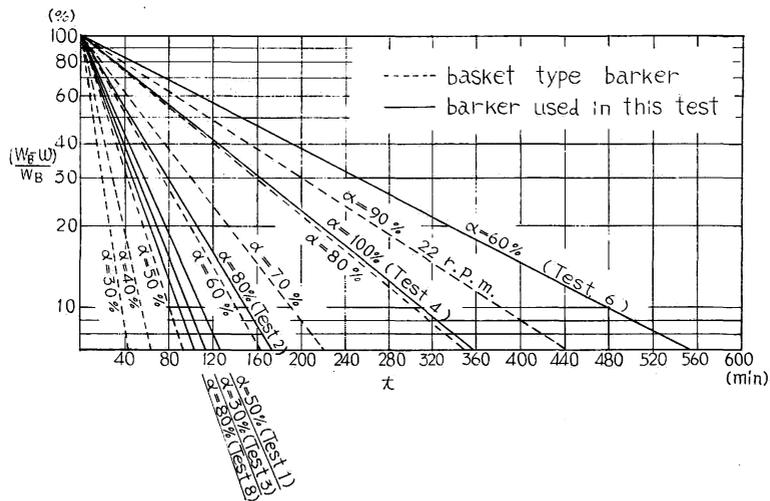


Fig. 11 バスケット型バーカーの剥皮速度との比較

α : みかけの仕込率

実線はこの試験結果, 破線はバスケット型バーカーの場合を示す。

Comparison of rate of debarking for drum barker used in this test and basket type drum.

馬力 30 HP) において, 広葉樹小丸太についての標準データと比較すれば Fig. 11 に示すようである。このことからつぎのことが考察される。すなわち, みかけの仕込率 α が 80% 以上の場合は, 本試験に用いた中心駆動刃物軸を有するバーカーの方が, 剥皮速度が大きい傾向がうかがわれる。この理由は, 中心軸のないカゴ型バーカーは材相互の摩擦作用よりもドラム回転にともなう落下衝撃作用が支配的に剥皮に効果があると認められ, したがって, 仕込量の大きい場合は後者の影響が効果的にはたらかないことが考えられるのに対し, 中心刃物軸を有するバーカーの場合は刃物による剥皮効果ははたらくため, この影響はむしろ仕込量が多いほど大きくなるだろうと推察されるからである。すなわち, 中心刃物軸をもつバーカーは, これをもたない型式のバーカーに比べ, 材の仕込量による剥皮効果の影響が少ない傾向がみとめられる。

4.7 剥皮材の表面状態・破損

前にも述べたように, この試験に用いたバーカーは中心刃物軸を有し, これが樹皮を切削する効果により剥皮作用が促進される影響があることは認められるが, 剥皮された材の表面状態をみると, 他のバーカーの場合に比べ, 材表面のささくれ, 損傷が著しい。とくに 2 号バーカーによる Test 8, 9 の場合が顕著である (Fig. 12)。したがって, 実用上剥皮された材の品位が劣る。とくに軟質材や直径, 重量の大きい材が著しい。実用上このことは切刃の形状, 鋭利度または駆動刃物軸の運転時間の制御などについて, 剥皮効果があまり減退しない程度に, しかも材の表面状態があまり劣化しない限度で, さらに試験しなければならぬであろう。

4.8 ドラム直径の影響

1 号ドラム・バーカーは直径 1.3 m, 容積 2.12 m³ であるが, 2 号バーカーは直径 1.8 m, 容積 6.10 m³ で, 後者を用いた試験は Test 9, 10 で, Table 2 に示すように 10 分間あたり剥皮重量は, 1 号バーカ

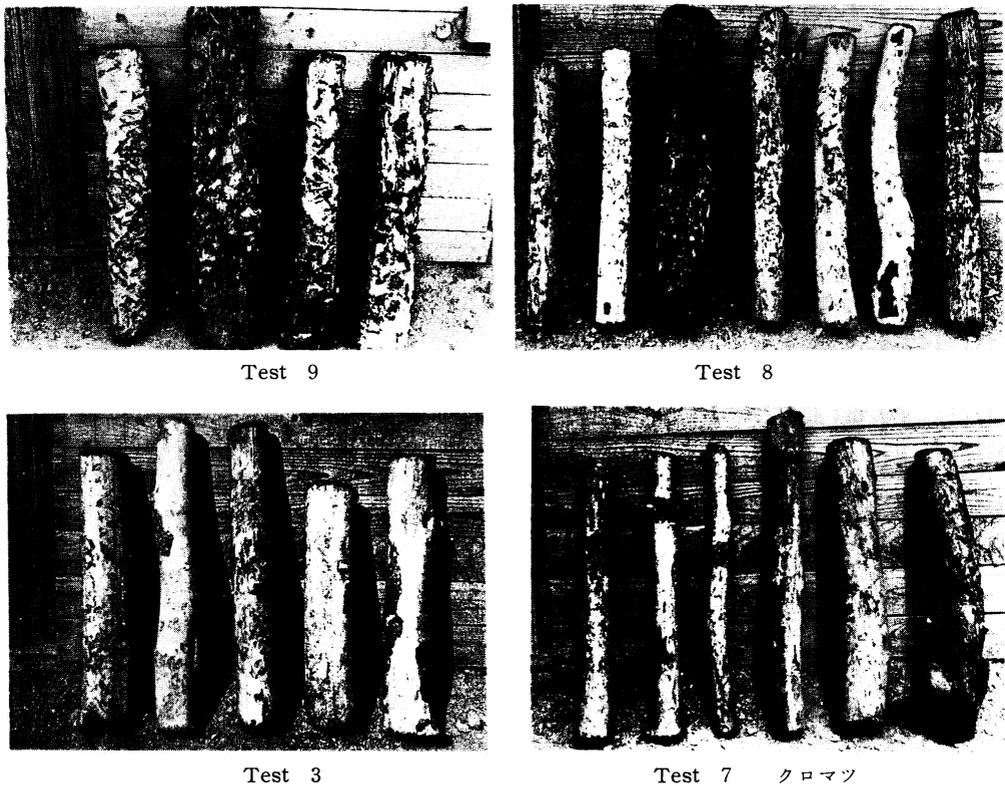


Fig. 12 剥皮された材の表面状況の例

Some examples of surface damage of logs to be removed bark for each test.

一に比べ材の仕込重量も大きい、格段に大きい。1号と2号バーカーはドラム回転数・中心刃物軸回転数および内部構造などが異なるため、直径の大小の影響だけを両者について比較することはやや困難と考えられるが、次のことが試験結果から考察される。

(1) 1号バーカーに比べ2号バーカーは、剥皮された樹皮はドラム外に排出されないで、ドラム内に残留する量が、全剥皮重量の60~75%に及んだ。したがって、2号バーカーは樹皮の排出口をさらに大きくし、その数も増す必要がある。また作業上ドラム内の残留樹皮は材の投入口を開放してドラムを回転しながら、材とともに外部に投出するにしても不便であるので、樹皮排出口の設計を再検討する必要がある。

(2) 剥皮された材のささくれ、損傷が目立ち、この部分に樹皮の微粉が付着して剥皮材の品位が劣る。このことは、前述したように中心刃物軸の切刃の状態、駆動時間の制御などにより、改良する必要が認められた。

(3) 材表面の損傷程度からドラム径が大きくなると、ドラム回転にともなう材の落下運動による切削的剥皮も促進されることが認められた。

(4) この種のバーカーの実際運転を考えると、中心刃物軸の切刃の適正形状、再研摩法、寿命などについて、さらに検討を要すると考えられる。

4.9 所要動力と消音効果

各試験は積算電力計により駆動電動機の入力(kw)を概算した。いずれの場合でも電動機の容量は十分であると認められた。計器の関係上同時にドラムと中心刃物軸の入力を測定できなかったが、中心刃物軸の所要電力量はドラム回転のそれとほぼ同程度、またはそれ以上の容量の電動機を使用することが実用上望ましいと考えられる。なおこれらのパーカーは、ドラム胴体表面に発泡性合成樹脂板をとりつけ消音効果を期待しているが、著しく効果があるとは考えられない。しかし一般木工機械を取り扱う木工場と同様に、機械運転による騒音の発生は公害の問題でもあるから今後考慮すべきことである。この場合、ドラムを吸音材料で被覆することはある程度騒音防止に役立つと考えられるが、剥皮された樹皮の排出を十分考慮し、設計する必要があると考えられる。

5. む す び

比較的小規模チップ工場に適するドラム・パーカーの性能向上の一環として、ドラム内に切刃をとりつけた中心駆動軸をもつドラム・パーカーについて性能試験を実施した。その結果中心刃物軸による剥皮効果は他の従来用いられているドラム・パーカーに比較して劣ることはないと思われ、他方剥皮材表面のささくれ、損傷がなく、機械的には切刃の再研摩法、寿命または中心刃物軸の運転スケジュールなどの点で、今後さらに研究が必要と推察される。

文 献

- 1) 中村源一・大平 裕・星 通・斎藤真寿夫：ドラム・パーカーによるチップ用材の剥皮試験(1)，林試研報，138，pp. 157～176 (1962)。
- 2) 中村源一・大平 裕：ドラム・パーカーによるチップ用材の剥皮試験(2)，林試研報，155，pp. 87～109 (1963)。
- 3) 中村源一・大平 裕：ドラム・パーカーの機能に関する模型の実験(1)，林試研報，164，pp. 159～181 (1963)。

Industrial Trials of Bark Removal by Means of Drum Debarker (3).

On the Drum-barker equipped with central driving shaft having spiral cutting edge.

Gen-ichi NAKAMURA and Yutaka ÔHIRA

(Résumé)

The industrial trial of bark removal was conducted by means of the special small-sized drum-barkers equipped with central driving shaft having spiral cutting edge. Fig. 1 shows the drum barker used in this test in which the drum (1.3 m in diameter, 1.6 m in length) is driven by the contact rolls and the central driving shaft with spiral cutting edge is driven by the other motor. The second type shown in Fig. 2 is also used, and is similar in structure, but has a drum 1.8 m in diameter and 2.4 m long. The feature of these drum barkers is the effect of bark removal with cutting action by the central driving shaft with spiral cutting

edge (Fig. 4). The size, capacity, revolution of drum, center driving shaft and interval structure for the drum barker used in this test are shown in Table 1.

Materials used in this test are small-sized logs of hardwood of about 26 species, small-sized logs of conifer (*pinus* sp.) and slabs produced at saw-mill. Some examples of the log-diameter distribution of the materials are shown in Fig. 5.

Tests of bark removal were carried out six times in the first type and two times in the second type of drum barker. The materials were loaded into drum barker at the predetermined apparent loading capacities for given drum volume α (%), and the total weight (W kg). Number of logs (N) were measured for each tests. And then the drum barker was operated measuring the weight of removed bark (w kg) thrown out from the drum during a continuous operating time. Furthermore, the volumetric weight of material was determined by measuring the weight and average diameter of about 100 logs selected at random. Table 2 summarizes the conditions of drum operation and material for each tests.

The results of the bark removal tests are as follows:

(1) Relation between operating time of drum and the weight of removed bark is illustrated in Fig. 6. The weight of the removed bark increases with the increase of operating time of drum; however, the rate of increase tapers off with the increase of weight, as seen in the ordinary type of drum barker.

(2) The rate of bark removal in this case is considered to be directly proportional to the residual weight of bark present in raw material in the drum, as stated in the previous publication. Fig. 7 shows the linear relation between $\log(W_B - w)$ and operating time of drum t , where t min. represents operating time of drum, w (kg) the weight of bark removed during t min., and W_B the total weight of bark W_B (kg) included in all logs which is calculated by the formula $W_B = \epsilon W$ (W kg: total weight of all logs, ϵ %: bark to log weight ratio). The values of ϵ in this test are 15, 18 and 20 % for the hardwood logs, *pinus* logs, and slabs respectively.

And Fig. 8 shows the relation of percentage of residual bark weight for the total bark weight $(W_B - w)/W_B$ % to the operating time t (min.) for each test.

(3) The debarking effect tends to increase with the decrease of the apparent loading capacity in this drum barker. The tendency shown is distinctly similar to the case of ordinary drum barker as previously reported. The operating time of drum required to remove 90 % of the total bark weight ($(W_B - w)/W_B = 10$ %) may be seen in Fig. 9 for small logs of hard wood. It shows that operating time at above 80 % of apparent loading capacity increases rapidly.

(4) The distinctive feature of the drum barkers used in this test is the center driving shaft with spiral cutting edge which is considered to accelerate the debarking function. Examining such an effect, the operating time of drum required to remove 90 % bark weight to total bark weight of all logs loaded in the drum is only about two hours in the case of 60 % loading capacities on hardwood logs, as against approximately 8.1 hours operating time of drum without driving of center cutting shaft at the similar conditions. It may be considered that operating time of drum can be shortened to 1/3 of the time required by the drum without the center driving shaft with spiral cutting edge.

(5) Generally speaking, the debarking of conifer logs is easier compared with hardwood logs. This test also shows that the operating time of the drum requires only

43 min. in the case of pinus logs, in comparison with 100~130 min. for hard wood logs under the same conditions.

(6) In comparison with the results of debarking test by means of basket type barker (diameter of drum 2 m, length 3.62 m, rotation speed 22 r.p.m.) as previously reported, Fig. 11 illustrates that the rate of debarking tends to increase at above 80 % of apparent loading capacities (α) in the case of the drum barker with center driving shaft for basket type drum barker; however, the rate of debarking decreases at below 50 % of α , so the influence of loading capacity in the drum barker used in this test is less than in the basket type barker.

(7) Damage at log surface in removing bark occurs in the case of the barker used in this test. Fig. 12 shows some examples of the log surface with bark removed. Many notches occur with bushy bundles of wood fibers. The damage at log surface occurs severely in the case of the same type barker with larger drum diameter.

To summarize the characteristics and debarking ability of the drum barker with center driving shaft used in this test, it may be said that the debarking efficiency is not inferior as compared with the ordinary drum barker; however the shape and sharpness etc of cutting edge in center driveng shaft should be improved in order to lessen damage to log surface, with attention paid to keeping up high debarking ability. Also the girding method and speed of center driving shaft should be taken into consideration in the future.