

ドラム・バーカーによるチップ用材の剥皮試験(2)

中 村 源 一⁽¹⁾

大 平 裕⁽²⁾

1. は し が き

全国木材チップ工場数は昭和37年度に約2,000に達し、パルプ用材の供給事情として木材チップの依存度が高まりつつあるにもかかわらず、ドラム・バーカーによる剥皮については基礎資料が乏しく、剥皮技術についてもいまだ明らかにされていない問題点がのこされている。したがって、相互の技術交換も行なわれないまま各工場独自の経験によりバーカーの運転がなされており、またバーカーの改良も客観的に適当でないことが行なわれることが往々ある。そこでドラム・バーカーの実態を調査し、標準的剥皮条件を見いだすため、さきに主として湿式ドラム・バーカーを対象として試験・調査を行ない、バーカーの運転操作について検討し、ある示唆が得られたが、ここではその後乾式ドラム・バーカーについて同様に検討する機会が得られ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生産に多少の支障をきたしたにもかかわらず、心よく便宜を与え協力していただいた中野製作所・西沢チップ工場および井桁木材工業K.K.に対し深謝し、また試験の計画・取りまとめに助言を与えられた小倉前木材部長・木材部加工科内関係研究員の方々に謝意を表する。

2. 試 験 方 法

この調査・試験で対象とした工場は月産チップ生産量1,000石程度の比較的小規模工場と、3,000石以上の生産規模の2工場で、いずれもドラム・バーカーを剥皮の主力機械として使用し、カット・バーカーおよび手加工による剥皮も同時に行なっている工場である。したがって、稼動機械を対象にする関係上、剥皮効果に関係をもつ個々の因子を系統的に追究することは困難であったが、作業に重大な支障のないかぎり今回は特にドラム仕込量・回転数に重点をおいて試験することとした。なお、本試験はドラム・バーカーと原料材が工場により異なるため、工場別に試験を試験Aと試験Bにわけて述べることとする。

2.1. ドラム・バーカー

試験の対象としたドラム・バーカーは、試験Aに対し容量(収容石数)が比較的少量で、構造上ドラム内部に中心軸をもつ型式で最近実用化されたものと、試験Bの場合は従来より各工場稼動しているいわゆるカゴ型ドラム・バーカーで比較的大容量に属するものの2種類である。

前者は Fig. 1 に示されるように両側の木製円板に型鋼とマツ厚板を架構した水平円筒が主体で、両側板の中心を通じドラム内に駆動軸をもつ構造が特徴である。両側板および中心駆動軸には鋸歯型衝撃片を備え、壁体の一部は材の出し入れのための蓋となっており、材の投入は人力によるものである。後者は鋼

(1) 木材部加工科長・農学博士 (2) 木材部加工科加工研究室員

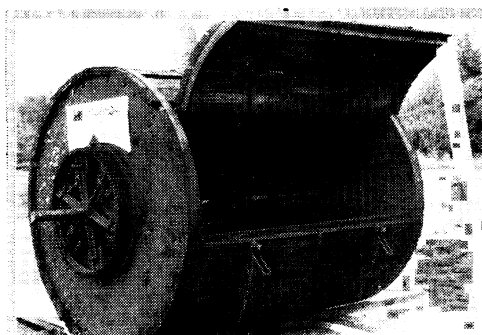


Fig. 1 試験Aに使用した小型ドラム・パーカー
Small size drum barker used for Test A.



Fig. 2 試験Bに使用したカゴ型ドラム・パーカー
Basket type drum barker used for Test B.

鉄製両側板間に架構した型鋼に隙間をあけて鉄板をとりつけた構造で (Fig. 2), ドラム内壁には Fig. 3 に示されるように, 鋸歯型衝撃片が適当な間隔で排列されており, 壁体の一部分には材出し入れの蓋がとりつけられ, 材の投入はベルト・コンベアにより行なわれるものである。後者は普通作業においては, 主として微粉の飛散防止を目的としてドラム上部に配置された水道パイプより注水が行なわれるが, この試験においては注水することなく試験Aと同様, いわゆる乾式法によ

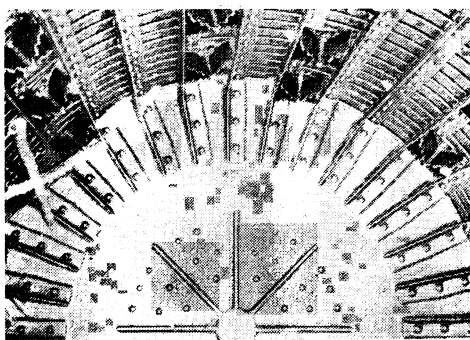


Fig. 3 カゴ型ドラム・パーカー内壁の衝撃片
Tooth type cross bar in Basket type drum barker.

Table 1. 試験の対象としたドラム・パーカー
Drum barker used to each test.

Test	Test A	Test B
名称・型式 Type	小型中心軸式 (仮称) Small size type with central driving axis	カゴ型 Basket type
内径 Diameter (m)	1.70	2.00
長さ Length (m)	1.65	3.62
容積 Volume (m ³)	3.76	11.37
回転数 (r.p.m.) Number of revolution	27	14, 18, 22
馬力 (HP) Horse power	3	30
原料材の仕込 Putting method of materials	人 力 Hand work	ベルト・コンベア Belt conveyer
内 部 構 造 Inner construction	ドラム内壁に型鋼20本, 中心駆動軸と側板に鋸歯型パー Angular steel beam of 20 in inside wall, teeth type bar in central axis and side plate	ドラム内壁に型鋼30本, 山型クロスバー67コ Angular steel beam of 30, teeth type cross bar of 67 in inside wall

た。これらのドラム・パーカーの諸元を一括すれば Table 1 のようである。

2.2. 試験用原料材

チップ用原料材は2工場ともにアカマツ小径丸太が多く取り扱われていたが、広葉樹材小径丸太および製材工場の廃材も用いられている (Fig. 4, 5, 6)。特に広葉樹材小径丸太は産地により多数の樹種をふくみ、材の直径・材長・形質なども一様ではない。また工場試験の性質上、原料材の寸法・形質・伐期・

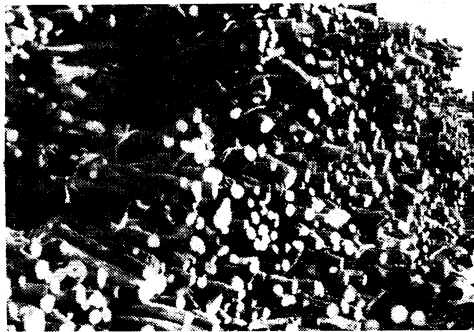


Fig. 4 試験用広葉樹材小丸太
Small diameter logs of hardwood tested.



Fig. 5 試験用アカマツ小丸太
Small diameter logs of *Pinus* tested.



Fig. 6 チップ原料材としての背板の一例
Slabs as chip-material.

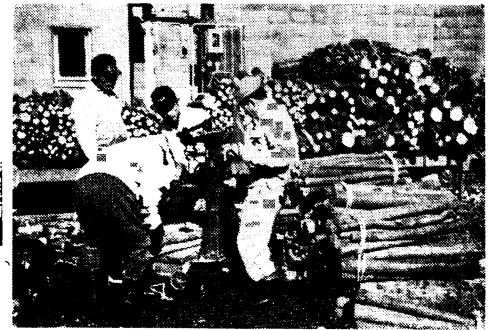


Fig. 7 試験材の重量測定
Weight measurement of materials for test.

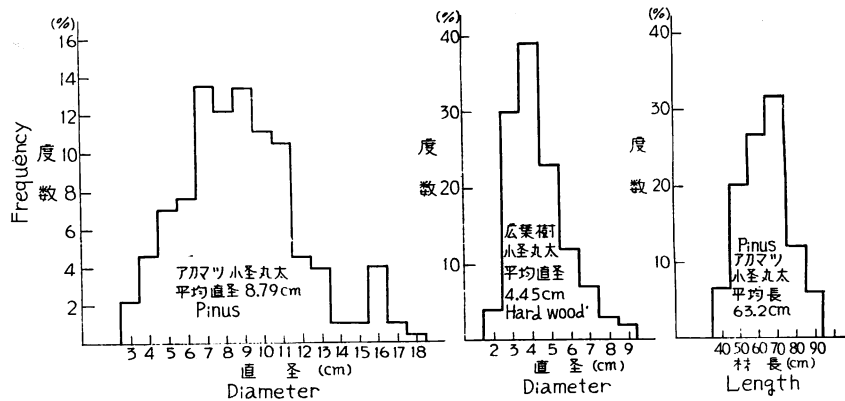


Fig. 8 試験Aの原料材の寸法
Frequency distribution of diameter, length of logs for Test A.

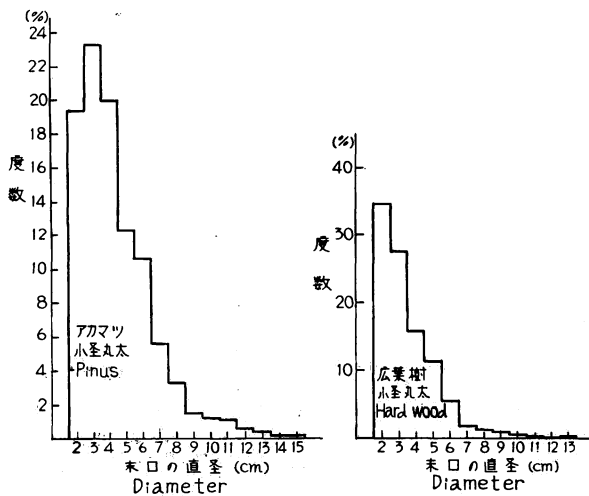


Fig. 9 試験Bの原料材の寸法
Frequency distribution of top end diameter
of logs for Test B.

鋸により横切り作業をしたが、実際の材長は 40~90 cm の範囲であり、また試験Bの場合は、山元で定尺（2尺、60 cm）に横切り結束をした材で、材長の偏差はほとんどない。アカマツとして取り扱ったグループにはクロマツがわずかにふくまれており、広葉樹材は Table 2 に示すように多数の樹種をふくみ、あるものについては樹種の決定と樹種相互の配分割合はつまびらかにすることができなかった。容積重は供試材より抽出した全試験材の重量を直径より算出した容積の総和で除した値とし、含水率・樹皮重量率などとともにまとめると Table 3 のようである。樹皮重量率とは供試丸太の重量を測定し、剥皮工具で

貯材状態などの経歴などを厳密に均等化し、また各試験ごとにこれらの配分が同じようにすることもきわめて困難な実情にあった。そこで、試験に供試しようとする原料材から試験Aは 200 本、試験Bは 1,000 本の材を抽出し、直径・材長・重量などを計測し計算上の基礎データとした (Fig. 7)。

試験A・Bに供試した原料材の寸法構成を示せば Fig. 8, 9 のようである。すなわち、アカマツ・広葉樹材ともに直径 30~180 mm の範囲の材が用いられ、材長は試験Aの場合は 6~10 尺材を工場内で約 2 尺（60 cm）に円

Table 2. 広葉樹小径丸太の樹種
Log kind of hard wood.

Test A			
モチノキ	<i>Ilex</i> sp.	ヤマザクラ	<i>Prunus serrulata</i> var. <i>spontanea</i>
ナツツバキ	<i>Stewartia pseudocamellia</i>	ケンボナシ	<i>Hovenia dulcis</i>
サカキ	<i>Sakakia ochracea</i>	タブ	<i>Machilus Thunbergii</i>
ズミ	<i>Malus Sieboldi</i>	ナラ	<i>Quercus crispula</i>
ゴンゼツ	<i>Acanthopanax sciadophylloides</i>	クヌギ	<i>Quercus accutissima</i>
ネジキ	<i>Xolisma elliptica</i> .	イヌツゲ	<i>Ilex crenata</i>
ヤマザクラ	<i>Prunus serrulata</i> var. <i>spontanea</i>	クス	<i>Cinnamomum camphora</i>
ムク	<i>Aphananthe aspera</i>	サルスベリ	<i>Stewartia monadelphica</i>
ヤシヤブシ	<i>Alnus</i> sp.	サカキ	<i>Sakakia ochracea</i>
Test B		アセビ	<i>Pieris japonica</i>
シイ	<i>Shiia Sieboldi</i>	ツツジ	<i>Rhododendron Kaempferi</i>
アカメガシワ	<i>Mallotus japonicus</i>	カエデ	<i>Acer</i> sp.
ツバキ	<i>Camellia</i> sp.	クリ	<i>Castanea crenata</i>
シデ	<i>Carpinus carpinoides</i>	カシ	<i>Quercus</i> sp.
		ヒサカキ	<i>Eurya japonica</i>
		ネジキ	<i>Xolisma elliptica</i>

Table 3. 各試験の原料材とドラム・バーカーの運転条件
Materials and operating conditions of drum barker for each test.

Test	Materials	<i>n</i>	<i>G</i> (kg)	<i>g</i> (kg)	<i>l</i> (cm)	<i>d</i> (mm)	<i>V</i> (m ³)	β (%)	α (%)	γ	<i>R</i> (kg/m ³)	<i>u</i> (%)	<i>N</i> (r.p.m.)	<i>t</i> (min)
A-1	アカマツ小径丸太 <i>Pinus log</i>	170	700.8	4.1	63 (40~94)	88 (34~182)	0.770	20.5	70	0.29	910.1	(90~100)	27	30
A-2		150	999.4	6.7			1.098	29.2	100	0.29				30
A-3		87	510.1	5.9			0.561	14.9	50	0.30				20
A-4		58	303.1	5.2			0.333	8.8	30	0.29				20
A-5		115	788.0	6.9			0.866	23.6	80	0.29				20
A-6		77	398.5	5.2			0.438	11.6	40	0.29				20
A-7		46	525.8	11.4			0.578	15.3	50	0.31				20
A-8		70	525.6	7.5			0.578	15.3	50	0.31				20
A-9		273	543.0	2.0			0.597	15.9	50	0.31				20
A-10	広葉樹小径丸太		811.9	11.1	60	45 (26~87)	0.949	25.1	80	0.31	856.0	40.9 (33.3~ 51.9)		120
A-11	Hardwood log		499.8				0.584	15.5	50	0.31				120
A-12			295.4				0.345	9.2	30	0.31				60
A-13	背板 Slab		344.6		60		0.379	10.0	60	0.17	910.1			60
B-1	広葉樹小径丸太	720	981.0	3.6	73	40 (20~135)	1.149	10.1	30	0.34	853.9	42.9 (28.4~ 79.5)	14	60
B-2	Hardwood log	1200	1635.0				1.915	16.9	50	0.34				80
B-3		1680	2289.0				2.681	23.6	85	0.28				170
B-4	アカマツ小径丸太 <i>Pinus log</i>	585	1205.1	2.1	73	45 (20~150)	1.385	12.2	30	0.41	870.0	98.1 (46.3~ 132.5)	14	30
B-5		900	1854.0				2.131	18.8	50	0.37				30
B-6		1260	2595.6				2.983	26.2	85	0.31				120
B-7		540	1112.4				1.279	11.3	30	0.38				50
B-8		900	1854.0				2.131	18.8	50	0.37				60
B-9		1260	2595.6				2.983	26.2	85	0.31				150
B-10		540	1112.4				1.279	11.3	30	0.38				40
B-11		900	1854.0				2.131	18.8	50	0.38				55
B-12		1260	2595.6				2.983	26.2	85	0.31				120
B-13	広葉樹小径丸太	720	981.0	3.6	73	40 (20~135)	1.149	10.1	30	0.34	853.9	42.9 (28.4~ 79.5)	22	45
B-14	Hardwood log	1200	1635.0				1.915	16.9	50	0.34				60
B-15		1680	2289.0				2.681	23.6	85	0.28				150
B-16		1200	1635.0				1.915	16.9	50	0.34				120

n: 仕込本数 number of loading materials, *G*: 仕込材の総重量 Total weight of loading materials, *g*: 1本あたり重量 Weight per a log, *l*: 材長 Length of log, *d*: 直径 Diameter of log, *V*: 仕込材の総容積 Total volume of loading materials, β : 実質仕込率 Actual loading capacity, α : みかけ仕込率 Apparent loading capacity, γ : 乱積係数 Loading factor, *R*: 容積重 Volumetric density, *u*: 含水率 Moisture content, *N*: ドラム回転数 Number of revolution, *t*: ドラム運転時間 Operating time of drum.

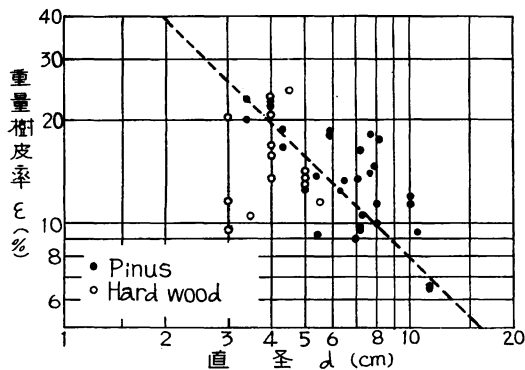


Fig. 10 直径と重量樹皮率の関係

Relation between bark to log weight ratio ϵ (%) and diameter d (cm).

完全に剥皮した材の重量との差を樹皮の重量とし、これが供試丸太の重量に対する百分率をもって定義する。

アカマツについて樹皮重量率を測定した結果の一例は Fig. 10 に示すように、樹皮容積率の場合と同様に材の直径による影響が比較的大であり、これらの詳細は、なお多数の供試材によるデーターよりきめられることが望ましいと考えられるが、ここでは材の平均直径より樹皮重量率を 15% とすることとした。また、広葉樹材の樹皮重量率は樹種による差異が大きく、その一例は Fig. 10 のアカマツの場合に同時に示されているが、樹皮

厚さ、含水率および直径などとも関連し、各樹種ごとにこれらのデーターをうることは今後の課題にまつものである。

2.3. 試験方法

前項にもふれたようにドラム内に仕込む供試材は各試験ごとに寸法・樹種・形質などの構成割合なるべく同じになるように留意し、主としてみかけ仕込率 α (%) とドラム回転数 N (r.p.m.) を変数として、10または20分あるいは1時間ごとにドラム・パーカーを運転したのち、ドラム下部床面に敷いたビニール・シート上に放出される樹皮を集め、その重量を測定し剥皮された樹皮重量とした。以下これを剥皮重量 w (kg) とする。この場合樹皮の一部は微粉となって飛散し集めることができなかったが、このことはドラム運転初期に多くあらわれ、材が乾燥しているほど多いが、全体の剥皮重量に比較し少量であるから、ここでは無視した。また、試験Aにおいては、ドラム運転時間ごとの剥皮重量とともに剥皮率を計測した。各試験において剥皮作業が完了したと判断されるドラム運転時間は、各工場の従来の経験のもとに適宜きめた。各試験はまた積算電力計により消費電力量を測定した。

なお、試験Aにおいては、ドラムへの原料材の仕込みは手作業で行ない、その場合仕込材の重量の総和と本数を計測した。したがって、容積重を前項により測定してあるので、全仕込材の容積が算出できる。また試験Bにおいては、原料材はベルト・コンベアにより仕込まれ、原料材はすべて結束してあるので、あらかじめ1束の平均重量と平均本数を計測し、仕込むときは束数を数えて、試験Aと同様に全仕込材の重量・容積などを算出した。各試験ごとにこれらの関係とドラム・パーカーの運転条件を一括すると Table 3 に示すようである。なお、本文で用いた諸量の記号とこれらの関係は、次に示すようである。

G (kg) 実質仕込重量、ドラム・パーカーに仕込まれた材の重量の総和

R (kg/m³) 原料材の容積重

V_0 (m³) ドラム・パーカーの容積、パーカーの直径を D 、長さ L とすれば $V_0 = \pi D^2 L / 4$

V (m³) 実質仕込容積、ドラム・パーカーに仕込まれた材の材積の総和 $V = G / R$

α (%) みかけ仕込率、ドラム・パーカーに仕込まれた全原料材のドラム内で占める空間、すなわちみかけの容積がドラム容積 V_0 に対する百分率

β (%) 実質仕込率, ドラム・パーカーに仕込まれた全原料材の容積の総和がドラム容積 V_0 に対する百分率 $\beta = V/V_0$

γ 乱積係数, ドラム・パーカーに仕込まれた材の占める空間容積に対する材の実質材積の比 $\gamma = \beta/\alpha$

ε (%) 樹皮重量率

3. 試験結果と考察

3.1. ドラム運転時間と剥皮重量または剥皮率の累加度数分布

ドラム運転時間に対し, その時間までに剥皮された樹皮重量 (剥皮重量) の関係の一例を図示すると Fig. 11 に示すようである。この結果によれば, ドラム・パーカーの容量・型式または回転数・仕込量あるいは原料材の樹種・寸法などにかかわらず, 運転時間とともに樹皮重量はしだいに増加するが, その増加する割合は漸次小さくなる傾向を示す。このことは前報において, ドラム運転時間に対する剥皮率の出現頻度であらわした場合も全く同様の結果が得られており, ドラム・パーカーによる剥皮過程は初期の段階で比較的急速に進行し, その後ゆるやかに行なわれることは明らかである。したがって, 工場におけるドラムの経済的運転時間は, 終末工程においては剥皮能率が急減することを十分考慮してきめなければならない。試験終了後の剥皮の状態の一例を示せば Fig. 12 のようである。なお試験 A においては前報と同様, あるドラム運転時間後任意に抽出した材について剥皮率を目測し, 各樹皮率の出現度数の累加度数分布を求めたが, その一例を示すと Fig. 13, 14 のようである。この結果からも, (1) 剥皮率 0 %, すなわち全く剥皮されない材は運転時間とともに少なくなり, しだいに大きい剥皮率の材が多く出現する (Fig.

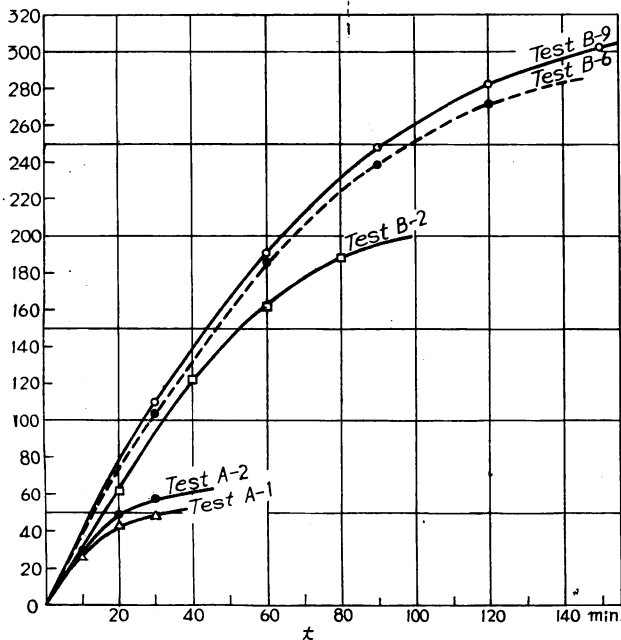


Fig. 11 ドラム運転時間 t (min) と剥皮重量 w (kg) の関係
Relation of weight of bark to be removed w (kg)
to drum operating time t (min).



Test A のアカマツ



Test B のアカマツ

Fig. 12 試験終了後の剥皮状態の例
Examples of *Pinus* logs be
removed bark after the test.

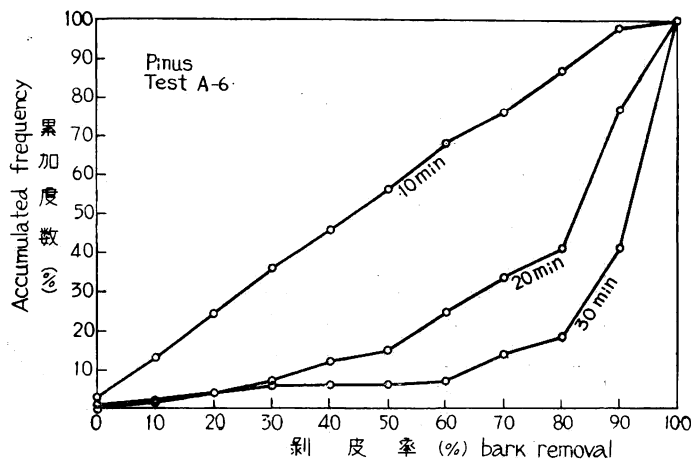
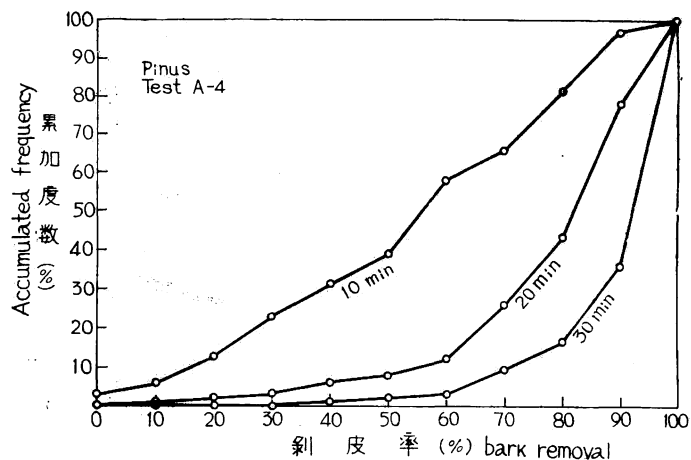


Fig. 13 ドラム運転時間別剥皮率の累加度数分布
Accumulated frequency distribution of percentage of bark removal for each operating time.

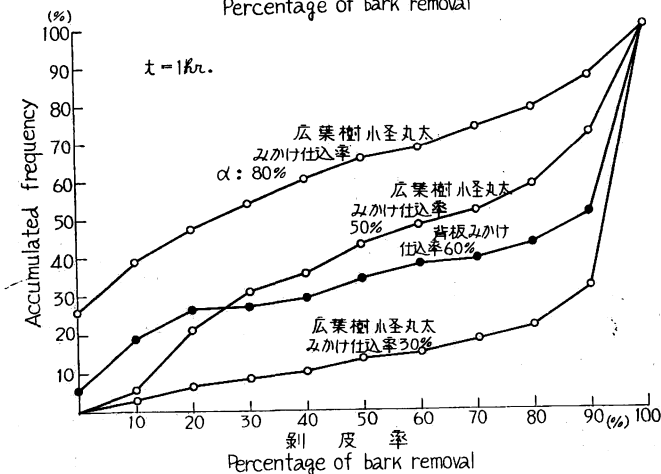
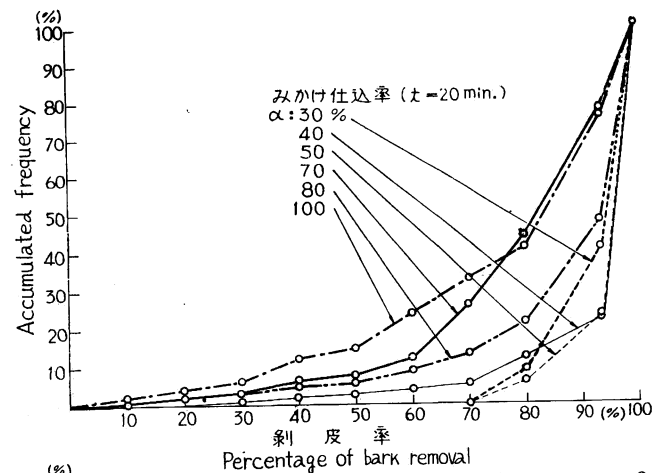
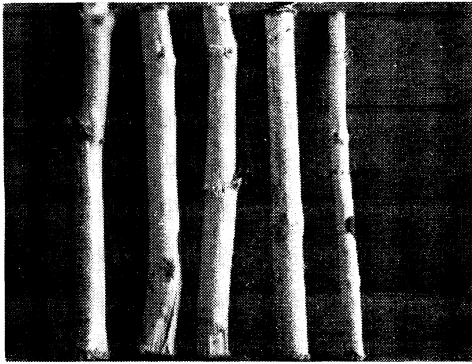
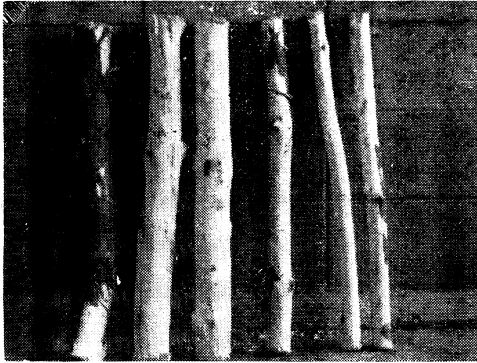


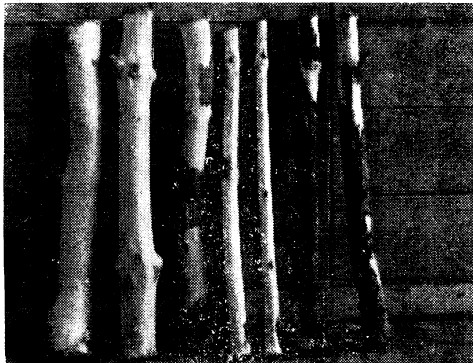
Fig. 14 みかけ仕込率および原料材別剥皮率の累加度数分布
Accumulated frequency distribution of percentage of bark removal for each apparent loading capacity and kind of materials.



(1)



(2)



(3)

Fig. 15 試験終了後の剥皮の状態
Examples of bark removal of *Pinus* logs
after the test.

- (1) Test B-7, α : 30%, N:18 r.p.m.
- (2) Test B-8, α : 50%, N:18 r.p.m.
- (3) Test B-9, α : 85%, N:18 r.p.m.

13)。(2) 普通の剥皮作業の場合は終末においても、すべての原料材の剥皮率が 100% (完全剥皮) には至らない。(3) 剥皮率の累加度数分布曲線から前報にも述べたように広葉樹材はアカマツ材に比べ、また仕込量が大いほど剥皮効果は劣る。

なお観察によれば、ドラム運転時間の最も初期においては粗皮が微粉状にまず剥皮され、しだいに内皮が部分的に剥皮されて、剥皮された面積がしだいに多くなる経過を示し、このことはアカマツで顕著であり、広葉樹材も同様であるが、樹種により多少異なる。Fig. 15 はアカマツの剥皮さ

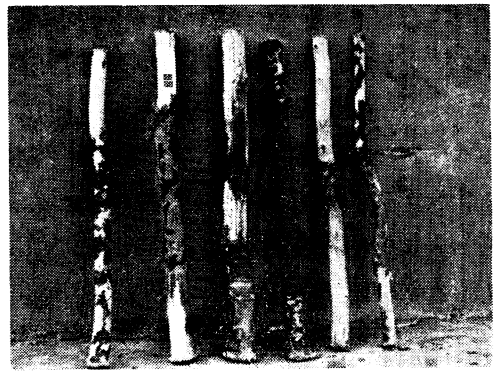


Fig. 16 剥皮困難な広葉樹小径丸太の剥皮状態の例 (Test B-14)

Example of bark removal on
hardwood logs.

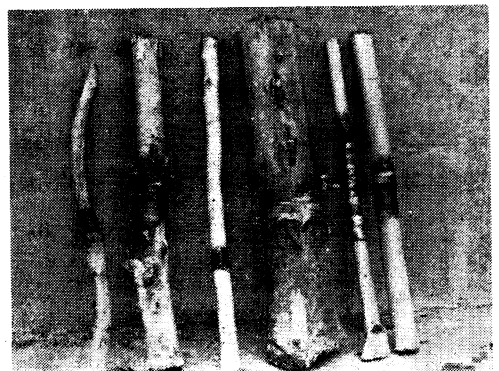
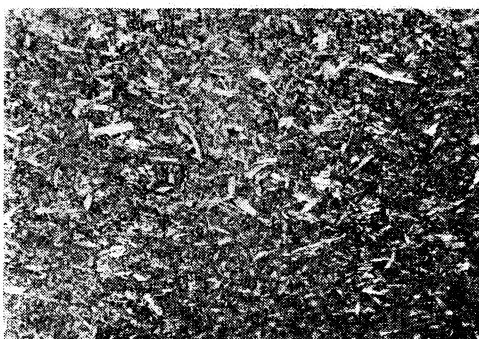


Fig. 17 ヤマザクラの剥皮状態 (Test B-14)

Example of bark removal on
Prunus logs.



(1)



(2)



(3)



(4)



(5)



(6)

Fig. 18 剥皮された樹皮の例

Examples of bark removed.

(1) Test A, *Pinus*

(2) Test A, hardwood

(3) Test B-16, hardwood

(4) Test B-1, hardwood

(5) Test B-11, *Pinus*

(6) Test B-14, hardwood

れた樹皮の一例を示し、Fig. 16 は広葉樹材のうち剥皮困難な樹種の、剥皮された状態の一例を示す。ヤマザクラは強靱な外皮が破損をうけるとその後は容易に剥皮されるようで、剥皮経過中には輪状に樹皮のこる傾向がみられた (Fig. 17)。シイは粗皮が剥げると同時に強靱な繊維状の内皮が樹幹と平行に剥皮され、サルスベリ・ツバキ・ツツジのように、比較的樹皮がうすく剥皮の困難な樹種は点状に剥皮される経過がみられた。

なお剥皮された樹皮の形状は樹種により異なり、粉末状、塊状、繊維状などの不規則な形状を示し、またドラム・パーカーの運転条件に対しても一定の傾向がみられないようであった。Fig. 18 は、各試験で得られた樹皮の形状の例を示す。

3.2: 剥皮速度

ドラム運転時間 t (min) と剥皮重量 w (kg) の関係は前項に述べたように、ある曲線で示されるから両者の関係を簡単な実験関数であらわし解析することとする。ドラム・パーカー内の原料材の樹皮が剥皮されていく機構については、いまだ明らかでないが、要するに原料材相互の摩擦とドラム壁との衝撃の両作用が剥皮効果に重要な関係があり、これらの作用はしたがって原料材の樹皮の表面積の総和に関係をもつことは、常識的にも考えられる。これらの作用により剥皮される極限は、樹皮面積がゼロとなるときで、樹皮の厚さを一定とすれば剥皮された樹皮重量 (剥皮重量) が、ドラム内に仕込まれた原料材にふくまれる全樹皮重量にひとしいときである。仕込量がきまればこの場合の樹皮全重量は一定であり (W (kg) であらわす)、剥皮速度はそのときのドラム運転時間内に剥皮されないで残っている樹皮重量 ($W-w$) kg に比例することが考えられ、この仮定から次式を得る。

$$dw/dt = c(W-w) \dots\dots\dots (1)$$

この式を解いて

$$w = W(1 - e^{-ct}) \dots\dots\dots (2)$$

すなわち、剥皮重量とドラム運転時間の関係は式 (2) で一般的にあらわしうることが知られたが、この試験で得られた実験値からさらに検討する。まずドラム内に仕込まれた全原料材にふくまれる樹皮重量 W (kg) は測定することが困難であるため、試験用原料材の項で述べた樹皮重量率 ϵ (%) から推定することとする。すなわち、 ϵ (%) は樹種・直径・乾燥度・形質などにより異なるが、ここではアカマツ・広葉樹材ともに、 $\epsilon = 0.15$ とし、ドラム内の実質仕込重量 G (kg) に乗じて、その試験の場合すべての材が完全に剥皮されたときの樹皮総重量 W (kg) の推定値とした。したがって、 W (kg) の値は各試験ごとに仕込まれた材の直径・形質の分布が異なること、また剥皮重量は微粉末となり飛散する重量は無視していることなどから、多少の誤差はまぬかれがたいが、全体的考察にはこれらの影響はほとんど無視でき

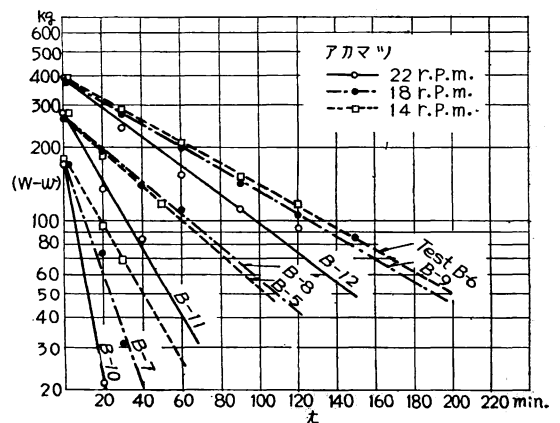


Fig. 19 ドラム運転時間 t (min) と剥皮残量 ($W-w$) (kg) の関係

Relation of residual weight of bark ($W-w$) (kg) to drum operating time t (min) for *Pinus* logs in Test B.

るものと考えて論ずることとする。このようにして推定した W (kg) と各ドラム運転時間までの剥皮重量 w (kg) の差、すなわち残っている樹皮重量 ($W-w$) の関係を運転時間ごとに片対数グラフにプロットすると、Fig. 19 に示すように両者は近似的に直線関係とみなすことができる。したがって実験式として、

$$\log (W-w) = \log W - ct \dots\dots\dots (3)$$

の形を採用することができる。式 (3) を変形すれば、さきに述べた仮定より導いた式 (2) と一致する。すなわち、剥皮速度 dw/dt はドラム内に剥皮されないで残っている樹皮重量に比例する仮定は、ドラム・パーカーによる剥皮について妥当であり、実用上十分適合性のあることが明らかにされた。

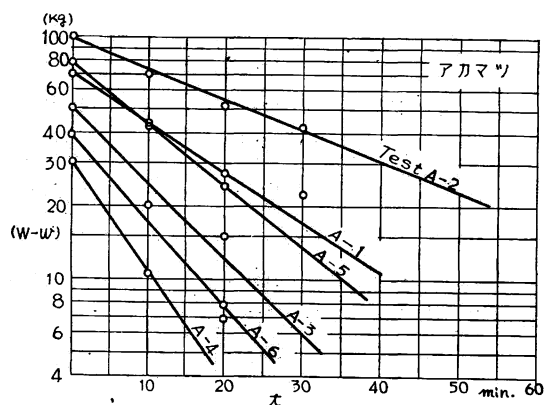


Fig. 20 ドラム運転時間 t (min) と剥皮残量 ($W-w$) (kg) の関係

Relation of residual weight of bark to drum operating time for *Pinus* logs in Test A.

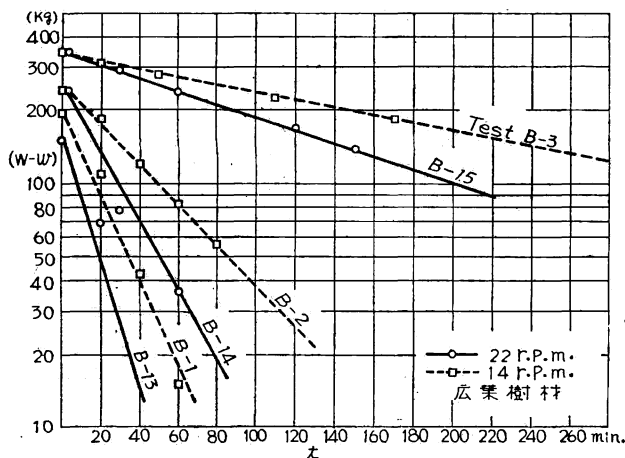


Fig. 21 Test B の広葉樹小径丸太についてドラム運転時間 t (min) と剥皮残量 ($W-w$) (kg) の関係

Relation of residual weight of bark to drum operating time for hardwood logs in Test B.

3.3. 剥皮速度に及ぼす仕込量・ドラム回転数の影響

ドラム運転時間 t (min) と剥皮重量 w (kg) の関係は一般的に式 (2) であらわされるが、仕込量・ドラム回転数により剥皮重量の時間的推移は変わる。これらの関係を明らかにするため、試験実行上ドラム運転時間に対する剥皮重量の関係が3点の実験値のみ得られなかった場合についても、この一般則が適合するとして Fig. 19 と同様の取扱いで、試験Aおよび試験Bの広葉樹小丸太の場合も図示すると Fig. 20, 21 のようである。

Fig. 19, 20, 21 より式 (2) の実験常数 c をドラム・パーカーの型式・原料材の種類

および主要運転条件である回転数・仕込量ごとに計算し、また剥皮速度の最大値は式 (1) より $w=0$ のドラム運転の最初のときで、したがって $(dw/dt)_{max} = cW$ として求め、これらをみかけ仕込率・樹種別に整理して図示すると Fig. 22, 23 のようである。この結果から次のことが考察される。

a) カゴ型ドラム・パーカーの場合、ドラム回転数が大となれば剥皮速度の低下の割合が大となる傾向は認められるが、この関係は仕込量によりかなり影響され、この結果からは仕込量が少ないほど剥皮速度に及

ばすドラム回転数の影響は大きい。実用上仕込量が80%以上であれば剥皮速度に対し回転数はほとんど影響がなく仕込量が30%程度の場合かなり影響があると考えてよい。

b) カゴ型ドラム・パーカーの場合、仕込量とドラム運転時間に対する剥皮速度の低下する割合の関係は、前者が大となるほど後者は小となる傾向がみられるが、これは回転数が大きい場合ほど顕著である。

c) 内部に中心軸をもつ構造の小型ドラム・パーカーの場合は、回転数がすべての試験で27 r.p.m.一定であるから、剥皮速度に及ぼす回転数の関係は不明であるが、カゴ型の場合と同様に仕込量が多いほど剥皮速度の低下する割合は小さくなる傾向はあきらかにうかがわれる (Fig. 23)。この場合は、

試験Bに比べ近似性がやや劣るのは仕込量が試験Aに比べ1/2以下であるため、各試験ごとの直径分布や材の形質の均一性が試験Bの場合ほど満足されなかったこと、したがって特異な材の混入——たとえば直径が極端に大きい材が1本はいっても、その影響をうけやすいことが理由とも考えられる。

d) 前項までに述べたように式(1)より最大剥皮速度 $(dw/dt)_{max}$ は仕込材にふくまれる

全樹皮重量に関係する。この関係は Fig. 24 で明らかであるように一般的に c と同様仕込量が小さいほど大であるが、中心軸をもつ小型ドラム・パーカーではみかけ仕込率 $\alpha = 0.7 \sim 0.8$ の場合、最高を示す (Fig. 23)。なお仕込材の全樹皮重量の80%まで剥皮する場合の剥皮速度は、式(1)に $w = 0.8W$ を代入すれば $0.2cW$ となるから、最高速度との平均を平均剥皮速度とすれば、平均剥皮速度は $0.6cW$ 、すなわち最高速度の約60%とみなすことができる。

e) 試験Bの結果によれば、剥皮速度はドラム回転数が大きいほど大であるが、観察によればドラム回転数22 r.p.m. のときは14, 18 r.p.m. ではみられなかった原料材の割裂・折損または剥皮された表面に衝撃片によるきずがみられ、ことに仕込量が少ないほど、この影響が大きい (Fig. 25)。

また木口面の摩損・ささくれも高速の場合は低速よりも、その程度が大きいようにみうけられた。Fig.

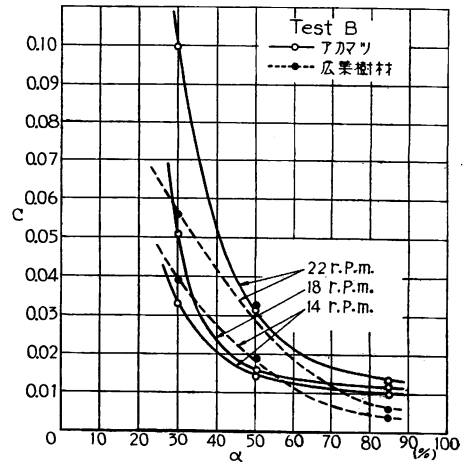


Fig. 22 みかけ仕込率 α と実験常数 c の関係
Relation between constant value c in equ. (2) and apparent loading capacity of materials in drum α (%) for Test B.

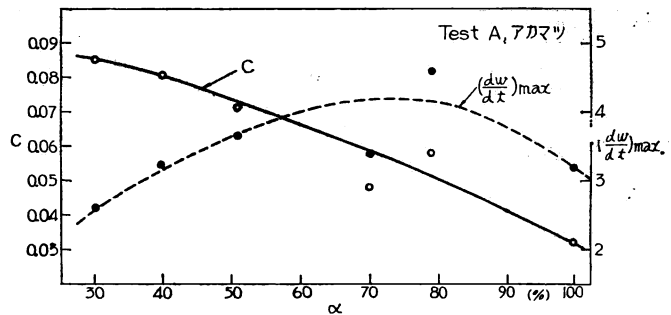


Fig. 23 みかけ仕込率 α と実験常数 c , 最大剥皮速度 $(dw/dt)_{max}$ の関係

Relation between constant value c in equ. (2) or max. rate of bark removal $(dw/dt)_{max}$ and apparent loading capacity of materials in drum α (%) in the case of *Pinus* logs for Test A.

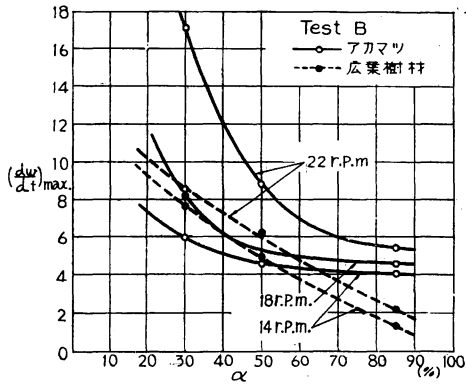


Fig. 24 みかけの仕込率 α と最大剥皮速度の関係
Relation between apparent loading capacity in drum α (%) and max. rate of bark removal $(dw/dt)_{max}$.

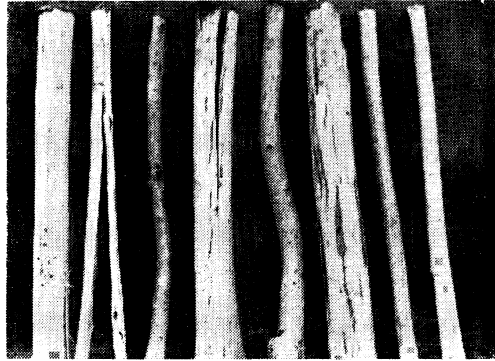
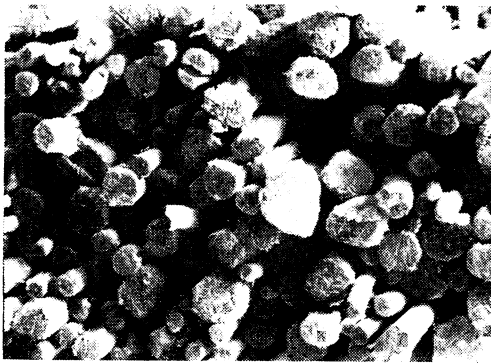


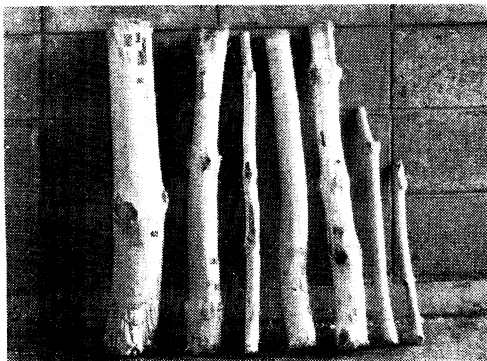
Fig. 25 広葉樹材小径丸太にあらわれる割裂の例
Some example of splitting or crack in hardwood small logs.



(1)



(2)



(3)

Fig. 26 木口面のささくれ・摩損状態の例
View of brooming or splintering, flaw and crack of log surface be removed bark.

(1): hardwood,
(2)(3): *Pinus* log.

26 はその例を示す。

3.4. 広葉樹小径丸太の剥皮速度

広葉樹小径丸太は一般にアカマツのそれと比較し、剥皮性が劣ることは経験的に認められているが、前項までに述べた考え方によりアカマツと比べながら剥皮速度の点より考察する。広葉樹小径丸太の剥皮残量・ドラム運転時間曲線はすでに述べた Fig. 21 に示される。この関係はアカマツの場合に比べ多少適合度はわるいが全く同様の傾向を示し、また仕込率が大きい場合は剥皮速度が小さいこと、したがって剥皮に長時間を要することは図からも明らかである。アカマツ材に比較し特に異なる点をあげると、次のようである。

a) ドラム運転時間に対し剥皮速度が低下する

割合は式(2)の実験常数 c の大小で示されるが、仕込量が大きい場合はアカマツの場合に比べ各回転数ともに c が小さく、仕込量が50%程度ではアカマツとはほぼ同程度、仕込量が小さいときはドラム回転数が22 r.p.m. の高速の場合アカマツに比べいじむしく小さい (Fig. 22)。概括的にいえば、 c の値はアカマツの場合ほど仕込率 α の影響は少ない傾向があるといえる。

b) 剥皮速度はアカマツに比べ仕込率 α の影響は全般的に小さい傾向といえるが、アカマツが仕込率50%以上ではほぼ一定となるのに比べ、仕込率に対し直線的に低下する (Fig. 24)。

c) ドラム回転数を22 r.p.m. 程度に大きくすることはアカマツの場合ほど剥皮効果に及ぼす影響は少ないといえる (Fig. 24)。

3.5. ドラム運転時間の推定図表

前項までに明らかにされたことは、剥皮速度がドラム運転時間に対し指数的に小さくなることであり、したがって終末工程の剥皮能率はきわめて低いから経済的ドラム運転時間が運転条件に対してきめられた標準が望まれる。しかし剥皮に関係する因子は定められた1つのドラム・パーカーを対象にしてもドラム回転数・仕込量の外に原料材の樹種・寸法・形質・経歴など定量的に明確にあらわせないものなど数多いため、今後の研究にまつ残された問題があるにしても、現場作業の目安として、また剥皮能率の比較の一

つの標準的スケールとして、ドラム・パーカーの運転時間の推定図表をアカマツに対し Fig. 27、広葉樹材に対し Fig. 28 に示されるように作製した。すなわち、式(2)から $w/W = (1 - e^{-ct})$ の関係が得られるから、 w/W の値すなわち完全に剥皮されたとときの全樹皮重量 W に対する剥皮されないで残っている樹皮重量の割合をタテ軸とし、ヨコ軸に運転時間を取り、常数 c は主としてみかけ仕込率 α (%) の関数として Fig. 22 より求めたものである。たとえば、原料材がアカマツの場合、ドラム回転数が14 r.p.m.、 $\alpha = 70\%$ のとき全樹皮重量の20%まで剥皮するまでのドラム運転時間は Fig. 27 より145分間を要することとなり、広葉樹材の場合は Fig. 28 より225分間を要することとなる。

なお一般に採用されているドラム運転時間は、おおむね全樹皮重量の約20%程度のときを限度としているようで、このことは図からもわかるように、さらにこの状態から全樹皮重量の10%まで剥皮す

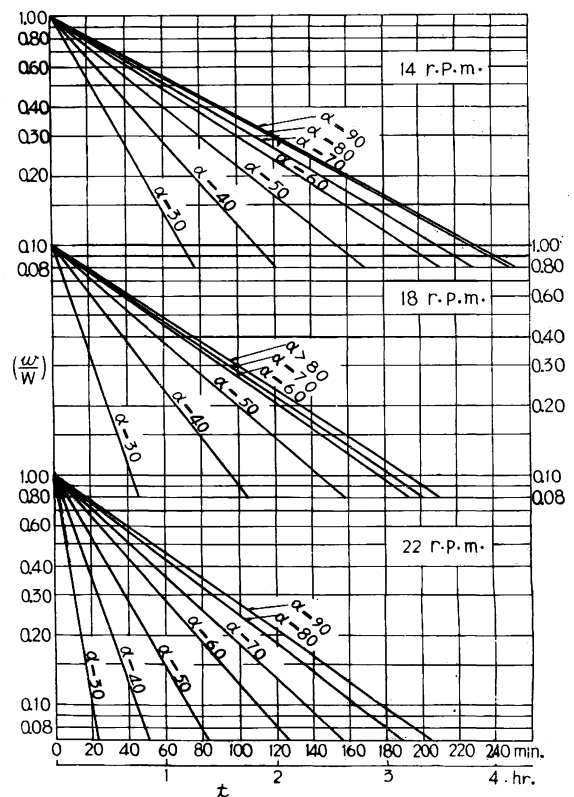


Fig. 27 アカマツ小径丸太に対するドラム・パーカーの運転時間の推定図表

Estimating nomograph for operating time of drum for *Pinus* logs.

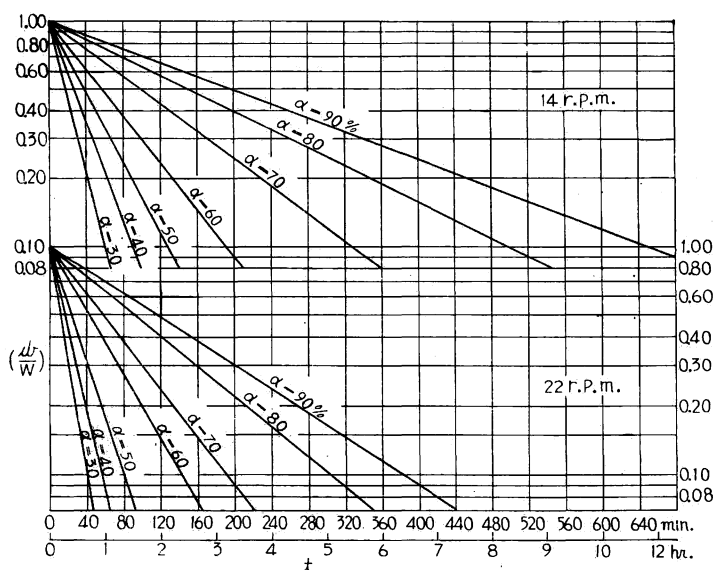


Fig. 28 広葉樹小径丸太に対するドラム・パーカーの運転時間の推定図表
Estimating nomograph for operating time of drum for hardwood logs.

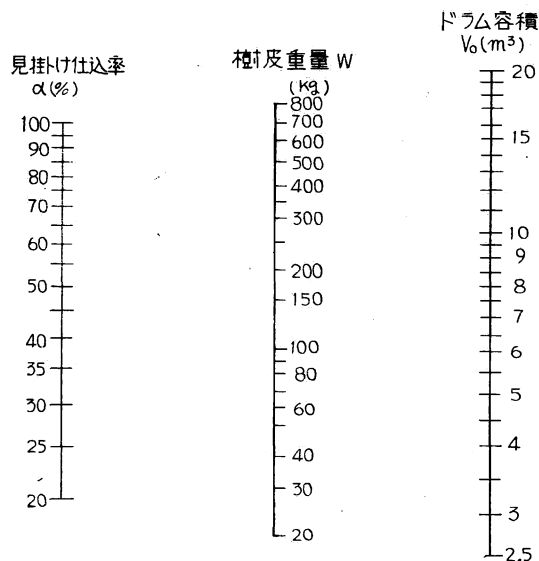


Fig. 29 ドラム・パーカー内に仕込まれた原料材に
ふくまれる樹皮の重量の推定図
Alignment nomograph shown relation of bark weight
 W (kg) to apparent loading capacity α (%) and
drum volume V_0 (m³).

ここで取り扱った原料のデーターをもとに、これらの因子をきめ W を V_0 と α の関数として表わし、この関係を3平行線型共線図表として示せば Fig. 29 のようである。

Fig. 29 より各工場で操業しているドラム・パーカーの容量・原料材別またはドラムへのみかけの仕込

るためにはドラム運転時間は、それまでに要した運転時間に比べ著しく長時間を要することが理由の一つであろうと考えられる。

以上のことと関連して、ドラム・パーカー内に仕込まれた全原料材の樹皮の全重量を推定することは、実用上重要なことと考えられるので次に述べる。ドラム・パーカー内に仕込まれた全原料材の全樹皮重量 W (kg) は α : みかけ仕込率 (%), V_0 : ドラム・パーカー容積 (m³), γ : 乱積係数, R : 容積重 (kg/m³), ε : 樹皮重量率 (%) に関連し次式で求めることができる。

$$W = \alpha \cdot V_0 \cdot \gamma \cdot R \cdot \varepsilon \dots \dots \dots (4)$$

したがって、これらの計算諸因子が明確であればあるほど精密に W を推定しうるが、現段階では必ずしも満足しうる資料に乏しい。

R は原料材の樹種・含水率, γ は原料材の寸度・形質および仕込方法により異なるが、こ

込率を知れば、簡単にその場合の原料材にふくまれる全樹皮重量を求めることができる。Fig. 27, 28 により w/W をきめることにより剥皮時間が求められ、この比を W に乗ずることにより、剥皮重量がわかるから現場作業よりも、この図表の検定を行なうことができる。

この計算図表はこの試験で得られたデーターを基礎とした一例であるから、さらに広範囲にわたるドラムの運転条件に対し今後検定し修正してゆくべきものと考えられる。

3.6. ドラム・パーカーの所要電力量

一般にドラム・パーカーの運転に要する電力量は、ドラムの空転電力量と材を仕込んだときの正味所要電力量の和であり、後者は回転円筒中の粉体の実験より類推し材のある高さまで持ちあげるに要する動力と、材に一定の周速を与えるに要する動力に分けて考えられ、前者は仕込量にはほぼ比例するが、後者は仕込量がある程度に達したとき最大となると考えられる。また実用的にはドラム中に水を入れた場合を想定し、回転による水の流れをせきとめるに要する抵抗モーメントより近似計算を行なっている。しかし実際のドラム運転の場合の所要動力についてはほとんど基礎資料が公表されたものがない。そこで各試験ごとに積算動力計により電動機の出力を測定した実験結果を述べることにする。この場合無負荷運転の電力量は試験Aの場合 0.35 kw, 試験Bの場合 0.96~1.54 kw で回転数により異なる。以下所要電力量は無負荷運転の電力量を差し引いた正味電力量で示すことにする。

一般に 3 相電動機の出力 P (kw) は次式で求められる。

$$P = \sqrt{3} \cdot \eta \cdot \cos \phi \cdot V \cdot i \dots \dots \dots (5)$$

η : 効率 $\cos \phi$: 力率 V : 電圧 i : 電流

ドラム・パーカーの場合は前報でも述べたように負荷変動がきわめて大であって、材がある程度持ちあげられるときに大きな電流値を示し、材が落下すれば電流値は直ちに小となるサイクルをドラム 1 回転ごとにくりかえす。したがって、電流値の変動がきわめて大きいから式 (5) より出力を求めることは困難で、なお変動の割合に所要電力量は比較的小さいであろうとも考えられる。試験 A, B においてみかけの仕込率と所要平均電力の関係をプロットすれば、Fig. 30 に示されるようである。この結果によれば実験値のばらつきがかなりみられるが、概括的傾向として所要電力はみかけの仕込率 (α) が約中間の付近で最大値を示し、 α がこれよりも大でも、小でも所要電力は減ずる傾向がうかがわれる。なおこの傾向は、カゴ型ドラム・パーカーでドラム回転数 22 r.p.m. の高速の場合ほど顕著な傾向としてあらわれ、14, 18 r.p.m. の低速の場合は実用上みかけの仕込率にほとんど無関係とみなして差しつかえない程度である。これらの理由

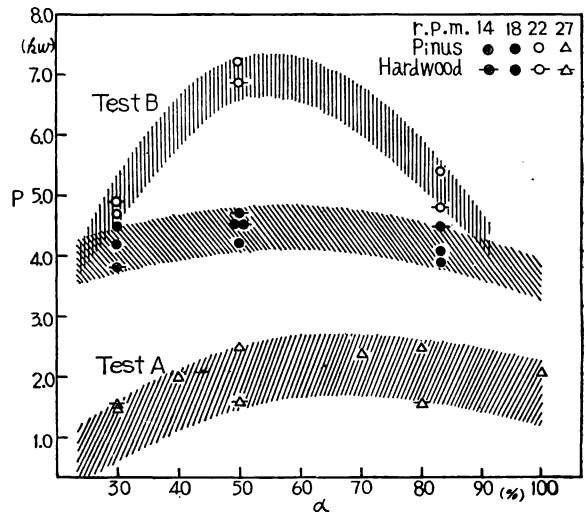


Fig. 30 各試験におけるみかけの仕込率 α (%) と所要電力 P (kw) の関係

Relation between apparent loading capacity α (%) and power requirement P (kw) for each test.

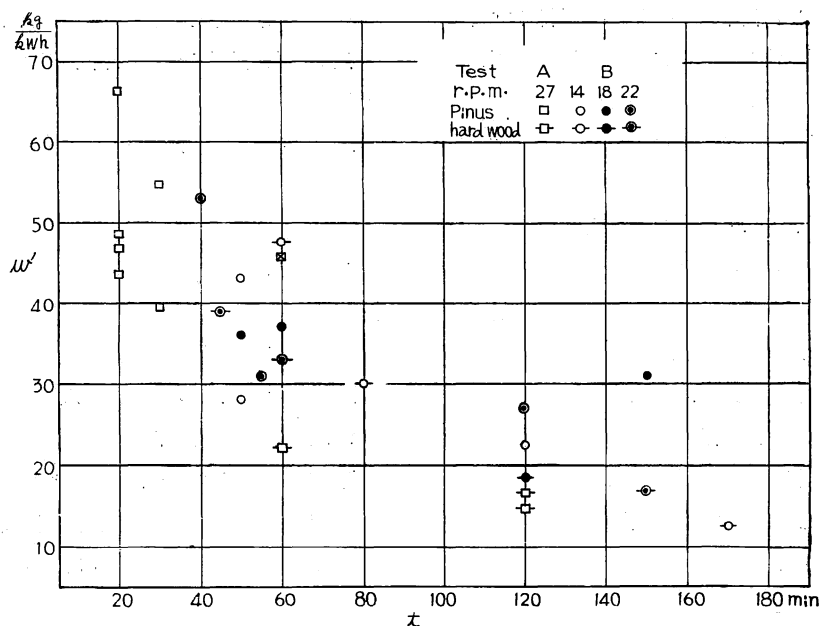


Fig. 31 単位電力量あたり剥皮重量 w' (kg/kw·h) とドラム運転時間 t (min) の関係
 Relation of weight of bark to be removed per unit power consumption
 w' (kg/kw·h) to operating time of drum t (min).

については、ドラム内の材の運動状態から説明ができると考えられるが、ここではつまびらかではない。

試験A, Bを通じ単位積算電力量あたり剥皮重量 w' (kg/kw·h) とドラム・パーカーの運転時間 t (min) の関係を図にプロットすれば、Fig. 31 に示すようである。得られた計算値 w' (kg/kw·h) と t (min) の関係はばらつきがかなりみられるが、一般的傾向としてドラム・パーカーの運転時間が長時間にわたるほど w' の値は減ることが、明らかにうかがわれる。前述したように、ドラム運転時間が長くなるほど剥皮速度は減るが、単位所要電力量あたり剥皮重量も同様の傾向で、この点からも剥皮に要するドラム運転時間が長くかかる場合は剥皮能率がきわめて小さくなることがいえる。

なお、ドラム・パーカーの駆動電動機の出力は、材を仕込んだときの正味所要電力と無負荷電力の和であるが、前者の所要電力は条件によっては負荷変動がきわめて大きいから、この試験で得られた正味電力量の約3～4倍は最小限必要と考えられ、この点より試験Aの電動機はさらに大きい出力のものが、よりよいように考えられる。

3.7. 剥皮に及ぼすその他の因子の関係

前項までは主として原料材別に仕込量・ドラム回転数を主因子として取り上げて述べたが、ここでは試験Aにおいて原料材の材長別およびアカマツの背板について、同様な試験を実施した結果について考察する。

試験Aに用いたドラム・パーカーは、ドラム内に駆動回転軸をもつため普通の型式のパーカーに比較し、ドラム運転中の材の運動状態が異なることは容易に推察され、しかも従来の経験によれば木口面が下むきになって落下するものが大半であるから、ドラム半径以上に長い材長の原料材は回転軸に対し放射状に回転する傾向のあることが考えられる。また材長は実際作業上横切工程の能率に関係をもつから、これ

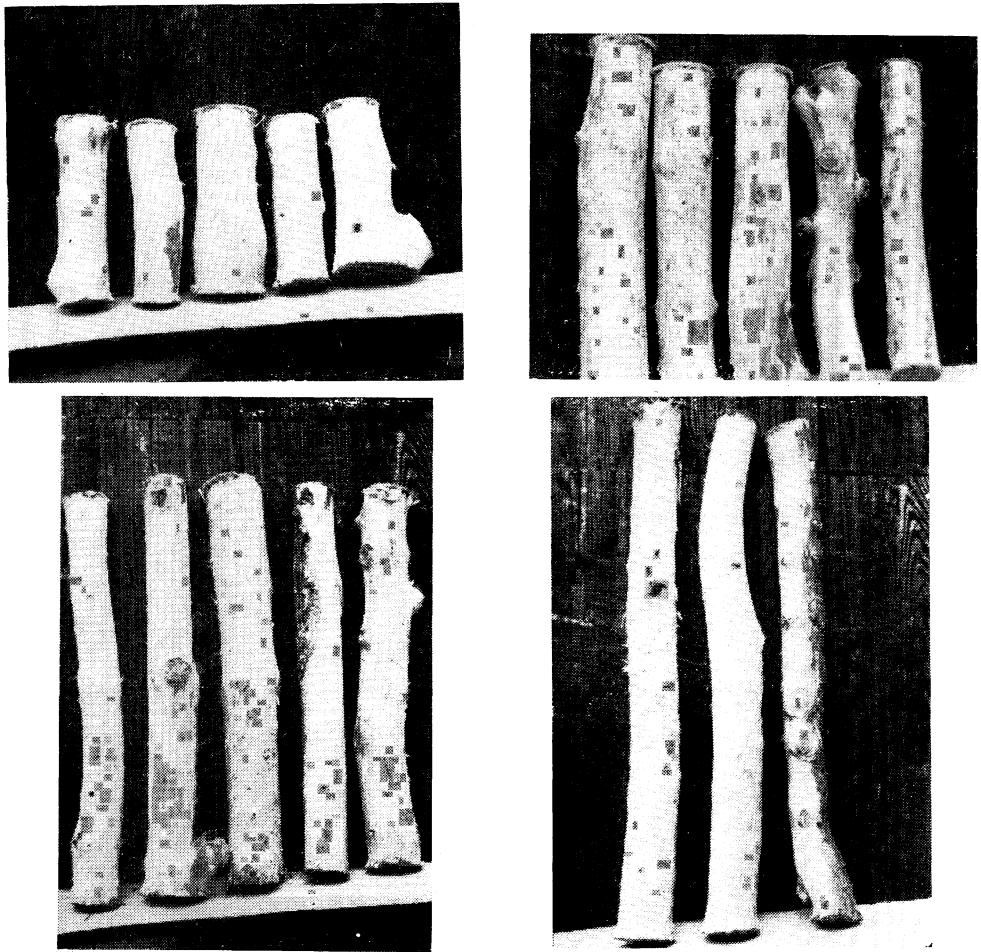


Fig. 32 異なる材長のアカマツ材の剥皮状態
View of bark removal of *Pinus* logs with different length.

らの点を試験することは実用上重要である。

供試アカマツ材を 1～4 尺 (61～120 cm) の材長に横切り、材の実質仕込率 β を 15% と一定にしドラム運転時間を 20 分として試験した、試験 A-7, -8, -9 (Table 4) について検討する。剥皮された材の状態は Fig. 32 に示されるとおりである。この結果から次のことが明らかにされた。

(1) 同じ運転時間内の剥皮重量は材長が短いほど大きい傾向がうかがわれるが、大差はない。材長の長い場合は駆動中心軸に材の中央部が接触しながら放射状に回転運動をす

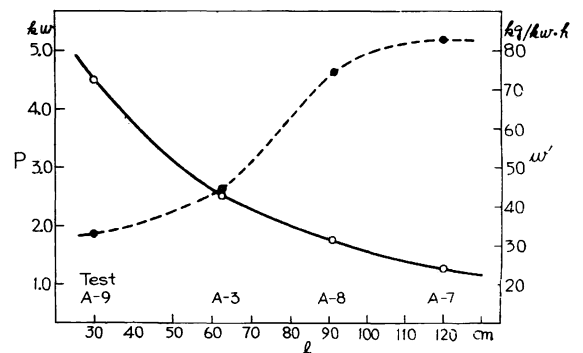


Fig. 33 丸太の材長と所要電力・単位電力量あたり剥皮重量

Relation between length of log l (cm) and net power requirement P (kw), weight of bark to be removed per unit power consumption w' (kg/kw·h).

Table 4. 異なる材長の原料材および背板の試験結果
Result tested of *Pinus* log with different length and slab.

Test	A-9	A-3	A-8	A-7	A-13
G (kg)	543.0	510.0	525.6	525.8	344.6
原料材 Material	アカマツ小径丸太 Small diameter log of <i>Pinus</i>				アカマツ背板 Slab
α (%)	50	50	50	50	60
l (cm)	30	63	91	120	60
t (min)	20	20	20	20	60
w (kg)	49.1	35.9	44.1	35.5	54.9
$(w/t) \times 10$ (kg/min)	24.6	18.0	22.1	17.8	9.2
P (kw)	4.5	2.5	1.8	1.3	1.2
w' (kg/kw·h)	32.9	43.7	74.6	82.6	45.8

(注) G : 実質仕込重量 Actual loading weight.

α : みかけ仕込率 Percentage of apparent loading capacity.

l : 材 長 Length of materials.

t : ドラム運転時間 Operating time of drum.

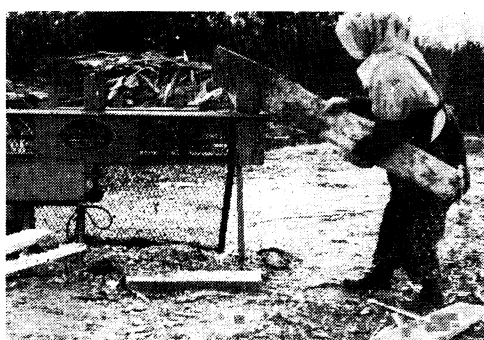
w : 剥皮重量 Weight of bark removed.

P : 正味電力量 Net power requirement.

w' : 単位電力あたり剥皮重量 Weight of bark removed per unit power consumption.



(1)



(2)

Fig. 34 背板の剥皮

Bark removal of slab.

(1) ナタによる人力剥皮 Handwork by cutting tool.

(2) カット・バーカーによる剥皮 Bark removal by cut-barker.

るため、中心軸にとりつけられた鋸歯状バーが有効にはたらくように考えられる。

(2) 正味所要動力は材長が長いほど小さくなる傾向は明らかである (Fig. 33)。材長 30 cm の場合は材がすべてドラム内壁に密着し、したがってドラムを回転させるトルクが大きく、材長が 120 cm に及ぶ長い場合は前に述べた回転運動をするため、トルクもしたがって小さいことが、この理由と考えられる。なお、材長 30 cm の場合は電動機の容量不足のため始動が困難であった。

(3) 単位電力量あたり剥皮重量は材長が長くなるにしたがって大きい (Fig. 33)。このことからいえば、材長が長いほど剥皮能率がよいといえる。

一般に背板はカット・バーカーまたは、剥皮工具による手加工で剥皮されるのが普通であるが (Fig. 34), 作業能率の点ではドラム・バーカーによる剥皮が期待される。しかしこの場合は材の損傷が考えられるので、どの程度可能であるかを検討するため試験 A-13 で試験した。この結果次のことがわかった。

(1) 材の損傷の程度は予想されたよりも少なく、背板の先端がささくれを生じた程度であって (Fig. 35), 特に小寸法の背板は折れたり、欠けたりしたが、実用上は差しつかえないものと判断された。

(2) 小丸太の場合と比べ、同じ運転時間内の剥皮重量および各剥皮率の時間的出現度数より判断して、剥皮速度が小丸太に比べおとる。

(3) 剥皮に要する正味所要動力はほぼ同じ仕込率・材長の小丸太の場合に比べ小さく、また単位電力量あたり剥皮量はほぼ同じとみなしてよい。

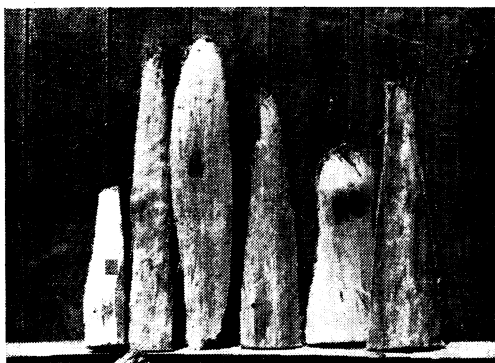


Fig. 35 背板の剥皮状態
View of slabs be removed bark by
drum barker.

要 約

比較的小容量でドラム中心に駆動軸をもつドラム・バーカーと、一般に広く用いられているカゴ型ドラム・バーカーについて、乾式法により工業的試験を行なった。この結果次のことが明らかにされた。

1) ドラム運転時間と剥皮重量の関係 使用した2種類のドラム・バーカーともに、ドラム運転時間内に剥皮される樹皮重量 (剥皮重量 w kg) は、ドラム運転時間とともに増加するが、その増加率は漸減する。

2) ドラム・バーカーによる剥皮速度は、その運転時間までの剥皮残量に比例する。したがって、ドラム・バーカーに仕込まれた材にふくまれる樹皮重量を W (kg), ドラム運転時間を t (min), t min 間の剥皮重量を w (kg) とすれば次式が成り立つ。

$$w = W(1 - e^{-ct})$$

3) この式の実験常数 c の値を各因子に対し求め、これらの条件でドラム・バーカーを運転するときのドラム運転時間の推定図表を作製した。

4) ドラム・バーカーに仕込まれる原料材中にふくまれる樹皮重量は次式で算出できる。

$$W = \alpha \cdot V_0 \cdot \gamma \cdot R \cdot \varepsilon$$

ここに α (%) : みかけ仕込率, V_0 (m³) : ドラム容積, γ (%) : 乱積係数, R (kg/m³) : 容積重, ε (%) : 樹皮重量率

ε の値は樹種、直径、形質、水分および貯材経歴などで変わり、 γ は材の寸法、形質、仕込方法により異なるが、 $\varepsilon = 0.15$, $\gamma = 0.32$ とした場合の各容量のドラム・バーカーに仕込まれる原料材の樹皮重量を求めるノモグラフを作製した。

5) カゴ型ドラム・バーカーにおいてはアカマツ小丸太の剥皮の場合、ドラム回転数 14~22 r.p.m.

の範囲で、いずれの回転数のときも、みかけ仕込率が小さいほど剥皮効果が良好であり、この傾向は 22 r.p.m. の場合特に著しい。しかしドラム回転数 22 r.p.m. でみかけた仕込率 30% 程度では、他の条件でみられなかった材の損傷がみられた。

6) 小型中心駆動軸式ドラム・パーカーにおいても同様に、みかけ仕込率が大きいほど剥皮効果はおとるが、剥皮速度は 70~80% の範囲が最も大きい。

7) 広葉樹小径丸太の剥皮の場合の剥皮効果は、みかけ仕込率が 50% 程度のときはアカマツ小丸太とはほぼ同等、あるいはすぐれているが、30%, 80% 程度では劣る結果が得られた。

8) ドラム・パーカーの所要平均電力量はみかけの仕込率が中間の付近で最大値を示し、この傾向はカゴ型ドラム・パーカーの場合ドラム回転数 22 r.p.m. のとき顕著である。

9) 単位積算電力量あたり剥皮重量 w' (kg/kw·h) はいずれの条件においても、ドラム運転時間が長くなると小となる傾向がみられ、剥皮能率はドラム運転時間とともに急減する。

10) 小型中心駆動軸式ドラム・パーカーにおいて原料材の材長をドラム直径のおおむね 30~80% の範囲に変えて試験した結果は、単位時間あたり剥皮量は短尺材ほど大きい傾向がみられるが、大差はなく、所要平均電力量は短尺材ほど大きい。また背板は小径丸太に比べ剥皮効果がおとるが、材の損傷は比較的少ない。

文 献

- 1) 大山義年：水平回転円筒内の粒体の運動（第 7 報），理化学研究所研究報告，19 輯，p. 1088，（1940，昭 15）
- 2) 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，林試研報，138，p. 157，（1962）

Industrial Trials of Bark Removal by Means of Drum Debarker.

Gen-ichi NAKAMURA and Yutaka ÔHIRA

(Résumé)

The industrial trials of bark removal were conducted in two commercial chip mills equipped with drum barkers. It was a small size drum barker with the driving shaft in the centre of the drum. A second type with a basket type roter was also used. The procedure of test is described in Table 3. The results obtained are summarized as follows :

- 1) Relationship between operating time of drum and the weight of removed bark.

The weight of the removed bark increases with the increase of operating time of drum. (Fig. 11). However, the rate of increase tapers off with the increase of weight.

- 2) The rate of bark removal in a drum barker is directly proportional to the residual weight of bark present in raw material in the drum. Therefore, the following formula may be used :

$$w = W (1 - e^{-ct})$$

where : w (kg), weight of bark to be removed, W (kg), weight of bark including material loaded in the drum, t (min.), operating time of drum, c , experimental constant.

- 3) The value of constant c is mainly affected by types of material, number of drum revolution and apparent loading capacity.

4) The values of constant c can be determined from test results for each condition of drum operation and from the estimating nomogram for operating time of drum (Fig. 22). In the case of *Pinus* and hardwood small logs the values can be obtained as shown in Fig. 27, 28.

5) The total weight of bark including material loaded in drum W (kg) can be calculated from the following formula.

$$W = \alpha \cdot V_0 \cdot \gamma \cdot R \cdot \varepsilon$$

where: α (%), apparent loading capacity for given drum volume, V_0 (m³), volume of drum, γ (%), loading factor, R (kg/m³), volumetric density of material, ε (%), bark to log weight ratio. The value of ε (%) depends on the type of log, log diameter, moisture content, log shape and quality. γ value depends on type of logs and their dimensions and on the method of drum loading.

The relationship between α (%), weight of bark w (kg) and the volume of drum V_0 (m³) is shown in alignment nomogram (Fig. 29). Mean values of ε and γ used in this calculation were 0.15 and 0.32 respectively.

6) While debarking *Pinus* logs in a basket type drum debarker, the debarking effect tends to increase with the decrease of the apparent loading capacity. This was observed within the range of drum revolutions of 14~22 r.p.m. This tendency showed distinctly in the case of 22 r.p.m. However, some damage occurred to the logs, especially while comparatively small loading capacities (30%) were used.

7) During bark removal by means of a small size drum debarker with central driving axis, the debarking effect again was influenced by the apparent loading capacities similarly to the trend shown in the basket type debarker. However, the rate of debarking shows maximum value within the range of 70~80% of apparent loading capacity.

8) In the case of bark removal from small logs of hardwood, the debarking effect shown is similar or comparatively superior to the effect observed on *Pinus* logs, while the machine was loaded to 50% of its loading capacity. The same effect, however, was inferior at the 30%, 80% of the apparent loading capacity.

9) A trend becomes obvious while comparing mean power requirement of both types of debarker against their loading capacity, namely, that the maximum power requirement coincides with approximately half-loaded drums.

10) The weight of removed bark per unit of power consumption w' (kg/kw·h) decreases with the increase of operating time of the machine. The efficiency of debarking therefore decreases with the operating time of the machine.