

製材用原木の剥皮機械の能率(3)

- 岩谷式バーカーによる針葉樹材の剥皮事例 -

鎌田 昭吉* 河島 弘**
桜井 努***

まえがき

剥皮作業の機械化は望ましいことであるが、これが効果的であるためには、工場の生産規模や扱う材の種類などに応じた機械を採用していくことが大切である。それにはまず、各種バーカーの特徴を知っていなければならない。

そこで、機械の性能と適用性についての実用的資料を得ることを目的として、定置式バーカー5機種、エノ式¹⁾・弓野式²⁾・岩谷式・富士FB式およびHEPK Eを対象に、製材用エゾマツ・トドマツ原木の剥皮作業の現地調査を実施した。主として現場作業的観点から、能率と剥皮状態および電力消費量について検討した。

ここに第3報として、岩谷式バーカーについての調査結果の概要を記し、参考に供する。

調査の概要

1. 機械

調査の対象となった岩谷式バーカーは、従来の手動式運転台車を自走型式に改良したものである(写真1, 2参照)。

主な諸元はつぎのとおりである。

型 式: I K 8 型

カ ッ タ ー: 突起型ナイフ, 刃数28ヶ, カッターヘッドの数1本, 直径(刃先円)135mm
回転数2, 950回/min.

運 転 台 車: 自走式, 無負荷時の走行速度, 前進・後退ともに0~110m/min. 無段変速

原 木 回 転 台: 原木回転ローラ直径・ライブ型400mm, デッド型300mm, 回転数3.6回/min.

使用動力: 運転台車走行用0.75kw, カッター駆動用3.0kw, カッター昇降用0.4kw, 原木回転用0.4kw × 2台, 原木はね出し用1.5kw, 計6台, 総計6.45kw

皮つき丸太を原木回転台にのせ、皮むきが終ると剥皮材をおろす、という一連の作業は、すべて運転台車上の1人の作業員によって、押しボタン操作、足踏みペダル操作および右手カッターヘッド用ハンドル操作によっておこなわれる。

材の長手方向に対して斜めに配置されたカッターヘッドをボタンによって始動回転させる。ハンドルを手にして、回転台上の丸太の一端から他の一端まで、一定巾で剥皮しながら前進したのち、押しボタン操作により適宜丸太を回転させ、後退しながらふたたび剥皮する。これらの反覆作業をくりかえして丸太の全面を剥皮する。カッターヘッドの回転方向は前進・後退とも同一で、材に対して斜め35°, カッターの切り込み方向は前進アップカット(up-Cut), 後退ダウンカット(down-Cut)タイプである(写真3参照)。

なお、機械による剥皮材の残皮量については、1日の剥皮材をプールした場合に、一応、材表面積の3%を越えないということを目標に作業を進めている。

2. 調査方法

調査は、第1表のとおり、道産針葉樹(エゾマツ・トドマツ)・同一機械を対象に冬期(1969年3月)と夏期(1969年6月)の2回にわたっておこなった。

冬期に測定した丸太は、前年11月以降に伐採された凍結材、夏期の測定丸太は、当年1月以降に伐採されたもの(いわゆる冬山造材木)で、伐採後3~5ヵ月を経過したものが大部分であるが、比較的水分の多い

第1表 調査時期・丸太・気温

調査時期	測定丸太*			測定年・月・日 (日数)	測定時の気温 (°C)			
	樹種	本数	材積 (m ³)		含水率(%) $\bar{x} \pm \alpha$ (n)	最高	平均	最低
夏期	エゾマツ	119	29.91	164.5 ± 46.9 (17)	1969.6.17~20 (4)	23	19.5	14
	トドマツ	281	48.48					
	計	400	78.39					
冬期	エゾマツ	44	9.47	191.9 ± 30.7 (16)	1969.3.3~5 (3)	-3	-5.9	-13
	トドマツ	140	27.23					
	計	184	36.70					

*材長3.65m

 \bar{x} : 含水率の平均値(%) α : 含水率の標準偏差(%)

(n): 含水率の測定丸太本数



写真1 岩谷式バーカーによる剥皮作業状況(1)

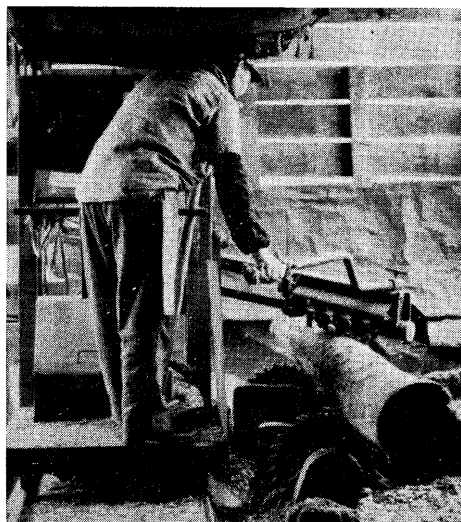


写真2 岩谷式バーカーによる剥皮作業状況(2)



写真3 カッター

材である。

測定は、原則として通常の作業開始(午前8時00分)から作業終了(午後5時00分)までの1日間とし、各丸太ごとに、末口径、節、曲り、剥皮材に残った樹皮部面積および皮むき作業の時間的経過を測定することにより、丸太の径および形状別の剥皮時間・残皮率などを求めた。

電力消費量は、各測定日ごとに消費実績を調べ、剥皮時間あたりに換算した。

また丸太の乾燥程度を知るため、標本的に剥皮したのちの材の木部の外層(表面より約6mm深さまで)から試験片をとり、含水率を求め、これを第1表に示した。

作業場の気温については、各測定日の8, 10, 12, 15, 17時の5回測定し、測定期間中の最高、最低、平均値を求め、これも同表に示した。

なお、樹種によって、剥皮能率や剥皮材面の状態(残皮率により判断する)、電力消費量などの点で差が認められなかったため、以下、エゾマツとトドマツを込にして整理することにした。

調査結果

1. 剥皮能率について

1.1 測定丸太の形状

直径については末口径により、第2表のごとく径級

第2表 調査時期・丸太形状別の剥皮能率

調査時期	測定丸太				剥皮能率		木直しを加味した剥皮能率			
	形状		末口径 (cm)	平均径 (cm)	本数	丸太1本当り 剥皮時間 (sec)	剥皮時間当り 丸太材積 (m ³ /hr)	木直し 丸太本数	木直し丸太 1本当り 木直し時間 (sec)	木直し時間を 加味した能率 (m ³ /hr)
	節一曲り	丸太1本当り 節数一曲り (個) (cm)								
夏 期	無一無	—	(11)~ 18	15.4	135	95.9	3.31	9	16.1	3.27
		—	20 ~ 28	23.0	144	107.2	6.70	1	15.0	6.69
		—	30 ~ 38	32.2	29	145.0	9.26	1	20.0	9.21
		—	40 ~(48)	42.9	14	263.8	9.19			9.19
	有一無	15.7-	(12)~ 18	15.6	15	120.7	2.70	1	25.0	2.66
		19.1-	20 ~ 28	23.5	16	148.8	4.91	2	17.5	4.87
		14.6-	30 ~ 38	31.8	8	151.9	8.77	2	15.0	8.56
		13.3-	40 ~(50)	43.0	6	309.3	7.91			7.91
	無一有	-10.0	(14)~ 18	16.0	10	94.0	3.59	1	30.0	3.48
		-11.0	20 ~ 28	21.9	10	132.5	4.76			4.76
		-11.7	30 ~ 38	32.7	3	173.3	8.14			8.14
		—	40 ~							
冬 期	無一無	—	(10)~ 18	15.7	55	133.9	2.49	8	17.5	2.44
		—	20 ~ 28	22.9	72	145.0	4.80	6	10.0	4.78
		—	30 ~ 38	32.3	13	186.6	7.41	2	12.5	7.34
		—	40 ~(46)	43.0	2	272.5	8.96			8.96
	有一無	15.0-	(14)~ 18	16.8	5	164.0	2.28	2	15.0	2.20
		20.4-	20 ~ 28	24.0	16	200.1	3.83	2	10.0	3.80
		19.1-	30 ~ 38	32.5	12	234.1	5.97	3	16.7	5.86
		17.5-	40 ~(42)	42.0	2	392.5	5.91			5.91
	無一有	-10.0	(16)~ 18	17.3	3	138.3	2.85	1	40.0	2.60
		-17.5	20 ~ 28	23.3	3	144.7	5.00	1	10.0	4.89
		-15.0	30 ~ 38	38.0	1	338.0	5.61			5.61
		—	40 ~							

グループを4区分した。測定丸太の末口径の範囲は、夏期調査では最小11cm~最大50cm、冬期は10cm~46cmである。ここで、平均径とは丸太の末口径の単純平均値である。

節については、節の直径または高さが5cm以上のものにかぎってその個数をかぞえ、直径および高さが5cm未満の節は、節とみなさないことにしている。

曲りについては、矢高5cm以上のものにかぎってその矢高を測り、矢高5cm未満のものは曲りのないものとみなしている。

以下、丸太の形状については、つぎの3種類に区分した。

通直材：節無し - 曲り無し

節材：節有り - 曲り無し

曲り材：節無し - 曲り有り

なお、節有り、曲り有りの材は測定数が少ないので

除くことにした。

1.2 作業時間

皮むき作業にかかわる動作をつぎのように区分して各動作に要する時間を丸太1本ごとに求めた。

皮むき作業の動作区分

動作：動作の内容

つみ：皮つき丸太を原木回転台につむ

おろし：剥皮した丸太を原木回転台よりおろす

剥皮：台車が前進・後退をくりかえして剥皮する

木直し：剥皮中に原木回転台からはずれた丸太を所定の位置に正すなど偶発的に発生するロス作業

1.3 剥皮能率

丸太のつみ・おろし時間を除いて、機械が直接有効に皮むきするに要した時間(剥皮時間)を、末口径・形状別に求め、またこれを1時間あたり丸太材積に換

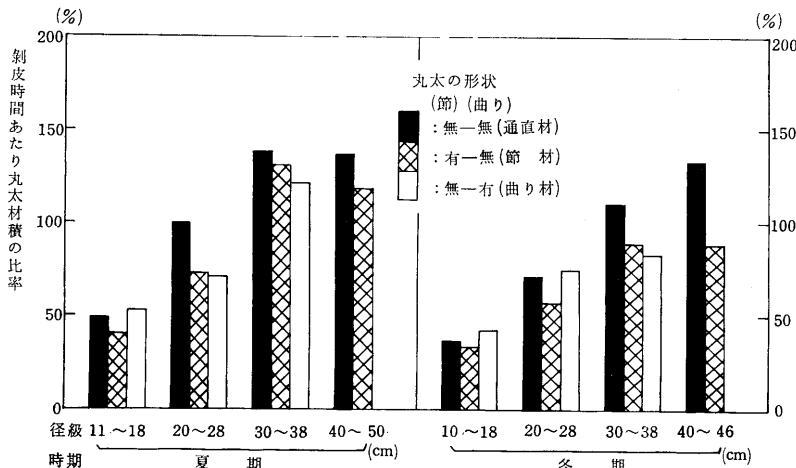
算した値を求め、第2表に示した。

また、夏期の通直丸太、末口径20～28cmの剥皮能率(剥皮時間あたり丸太材積 $6.70\text{m}^3/\text{hr}$)を100とした場合の能率比を第1図に示した。なお、剥皮速度と関連する材面の剥皮状態については第4表に示した。

丸太1本を剥皮するのに要する時間は、丸太の径と

材の安定度からみて当然のことである。

つぎに調査時期別にくらべてみると、わずかではあるが、冬期の能率低下が認められる。冬期の測定丸太はすべて凍結した材であるが、この凍結による剥皮速度の低下について、1本あたり剥皮時間の比でみると、冬期凍結材は夏期普通材の約1.3～1.5倍となっ



第1図 剥皮能率の比較
注)夏期20～28cm通直材 $6.70\text{m}^3/\text{hr}$ を100とする

ている。しかし、後述のごとく、材面の剥皮状態(残皮率の程度)については季節的な差はまったく認められなかった。

1.4 標準作業の能率

皮むき作業の能率は、機械への材の供給、積載方法、剥皮原木の搬出方法などの違いによって大きく変わってくる。

そこで、この種タイ

ほぼ直線的に増加し、太い材ほど長くかかる。しかし、剥皮時間あたり材積でみると、太い材ほど能率が高くなる傾向が認められる。

剥皮能率を丸太の形状別にくらべると、おおよそ、通直材>節材 曲り材となっている。この機械は、丸太の長さ方向に前進・後退移動しながら(カッターの回転方向は丸太の長さ方向に斜め 35° ・前進・後退とも同一方向、材面に対する切り込み方向は、前進 up cut, 後退 down cutで)剥皮するタイプのもので、突出した節や曲りによって前進・後退の速度が低下しまた原木回転台上の丸太のスムーズな回転がさまたげられることなどによるものである。

また剥皮中に、原木回転台から丸太がとび出した場合には、それを元の位置にセットしてから剥皮をつけなければならないが、この木直し回数は、通直材にくらべて形状の不規則な材に多いことは、カッターが凸部にくいこむ際の衝撃により、また原木回転台上の

ブの機械に適応する原木搬送設備を配置し、ローダークリップなどによって、丸太の積み・おろしが自動的になされ、原木回転台に材がスムーズに供給されるという標準的な状態を想定し、原木の積み・おろし時間については、それぞれ12.0秒、8.0秒をあてはめて、主作業時間を算定することにした。

剥皮時間については、小差ではあるが、季節的な差異が認められるので、夏・冬別に、また通直材のみを対象に末口径と剥皮時間の関係を傾向値として算出し、これに積み・おろし時間を加算して、丸太1本あたり主作業時間を求め、第3表に示した。さらに、主作業時間あたり剥皮丸太本数・材積を求め、これも同表に示した。なお、節材と曲り材については、測定本数が比較的少ないので除いた。

皮むき作業は、主作業のみでなく、準備や余裕時間なども含まれるので、実際の能率は第3表の数値より低下する。しかし、準備や余裕時間は工場の作業分担

第3表 標準作業の能率(適正材)

調査時期	末口径 平均 (cm)	丸太1本あたり主作業時間 (sec)			作業能率	
		つみ・おろし*	剥皮	合計	本/hr	m ³ /hr
夏期	16	20.0	96.0	116.0	31.0	2.89
	24	〃	108.0	128.0	28.1	5.91
	32	〃	142.0	162.0	22.2	8.31
	40	〃	210.0	230.0	15.7	9.14
冬期	16	20.0	134.0	154.0	23.4	2.17
	24	〃	147.0	167.0	21.6	4.53
	32	〃	184.0	204.0	17.6	6.60
	40	〃	240.0	260.0	13.8	8.09

*つみ時間：12.0秒，おろし時間：8.0秒
注)材長3.65m

や段取りなどによって増減するので，主作業時間を基準にして能率を比較した。

同表によれば，機械が直接有効に稼働している時間(剥皮時間)の割合は，末口径32cm～40cm程度の太い材では約88～92%，30cm以下の丸太では約83～87%となり，細い材ほど機械の稼働効率が低下する。また作業能率については，上掲第2表，剥皮能率とほぼ同様の傾向を示している。季節による能率比は，同一の径級の対比で，夏期普通材1.00：冬期凍結材約0.76(小径材)～0.88(大径材)程度である。また，原木の太さによる能率差は非常に大きい。

2. 残皮率について

残皮率は，皮むき後の丸太に残った樹皮面積を丸太の全表面積で除した概算値であるが，ここでは，この値が5%未満のものは完全に剥皮されたものとみなしている。つまり，残皮率が5%を越えるものを残皮丸太として，その平均値および測定全数に対する残皮丸太本数の比率を求め，第4表に示した。なお，残皮丸太のうち，残皮率の最小は5%，最大は20%である。

同表から，通直材や曲り材にくらべて節材の残皮率がかかなり高いと考えられる。カッターが節の凸部によって，材面から押しはなされる形になり，節部の周辺を削らずに通過してしまうためである。また，剥皮速度を高めるほど節の影響を強く受けて，未削り部分が多く出やすい。しかし，季節的な差異は認められず，全般的にみて，大節を除けば比較的良好な剥皮状態を

第4表 調査時期・丸太形状別の残皮率

調査時期	測定丸太			残皮の程度		
	形状		本数 (A)	残皮丸太		残皮丸太本数比 (B/A) (%)
	節一曲り 第一曲り	丸太1本当り 節数一曲り (個) (cm)		本数 (B)	1本当り 残皮率 (%)	
夏期	無一無	—	322	10	7.5	3.1
	有一無	16.9—	55	15	7.5	27.3
	無一有	—24.5	23	0	0	0
	計	2.3—0.6	400	25	7.5	6.3
冬期	無一無	—	142	2	11.3	1.4
	有一無	19.1—	35	6	10.0	17.1
	無一有	—11.4	7	0	0	0
	計	3.6—0.4	184	8	10.4	4.4
合計	無一無	—	464	12	8.1	2.6
	有一無	17.7—	90	21	8.3	23.3
	無一有	—12.5	30	0	0	0
	計	2.7—0.6	584	33	8.2	5.7



写真4 針葉樹の剥皮材面

呈している(写真4参照)。

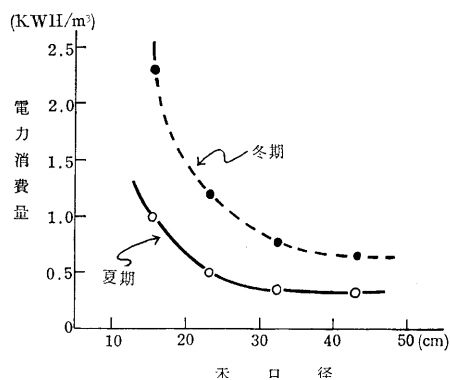
3. 電力消費量について

電力は，運転台車走行用0.75kw，カッター駆動用3.0kw，カッター昇降用0.4kw，原木回転用0.4kw×2，原木はね出し用1.5kw 計6台，総計6.45kwに対して消費されたものであるが，剥皮時間あたりに換算して求めるとつぎのとおりである。

夏期 3.31KWH/hr

冬期 5.75KWH/hr

冬期凍結材は，夏期普通材の約1.75倍となっている。夏期の水分の多い材にくらべて，凍結材では，樹皮と木部との結合が非常に強くなっているため，カッターの削る作用も強く働かせるためである。



第2図 通直丸太1m³あたり電力消費量

つぎに、通直材を1m³剥皮するに要する値を求め、第2図に示した(第2表通直材の径級グループの材積にもとづく)。

これによると、冬期の電力消費量はおよそ2倍となっている。これは上述、時間あたり消費量と剥皮に要する時間の季節差の相乗積の結果である。なお、材の太さによる電力消費量の差異は剥皮時間あたりの剥皮能率に対応して、たがいに反比例の関係にある。太い材ほど剥皮能率が高く、電力消費量の点でも有利である。

まとめ

夏・冬各1回、岩谷式パーカーによる針葉樹エゾマツ・トドマツ丸太の剥皮作業の能率・剥皮状態・電力消費量などの調査をおこない、これらの事項について、夏期普通材と冬期凍結材の比較・丸太の径または形状による比較をおこなった。実際工場の日常作業観察であるため、作業条件や供試材など、もろもろの条件をあらかじめ設定することができず、調査の精度、丸太の径級・形状別測定本数の不均一、調査の対象範囲など不満足な点もあったが、機械選択の実用的資料としては概略的な傾向はつかめたと思う。

比較結果の概略はつぎのとおりである。

(1)凍結して樹皮の硬くなった材に対しては、夏期

普通材にくらべて剥皮能率が若干低下する。

しかし、剥皮材面の状態は夏・冬ともに同程度で比較的良好である。

電力消費量については、剥皮時間あたりで見ると、冬期凍結材は夏期の1.75倍、丸太材積あたりでは同じく約2倍である。

(2) 細い材よりも太い材の方が、丸太1本あたりの剥皮時間および作業時間は余計かかるが、時間あたりの能率は高くなる。電力消費の点でも上記と同様の傾向を示し、太い材ほど有利である。

(3) 形状の不規則な材は、通直材にくらべて能率が若干低下する。能率の点では曲りと節の差は明らかではない。剥皮材面の状態については、節の影響を受けやすい。しかし、全般的には大きな節を除けば、比較的良好である。

なお、この機械の主な利点をあげれば、(イ)凍結材に対しても大きな影響を受けないこと、(ロ)曲りや節に対してもさほど影響されないこと、(ハ)細い材から太い材まで剥皮可能な寸法範囲が広いこと、(ニ)剥皮状態が比較的良好であること、(ホ)工具の交換が簡単で設備費も少なくすむこと、などがあげられる。

調査に際してご協力をいただいた岩谷工業株式会社ならびに浅野木材株式会社の関係各位に、また調査を進めるにあたり、種々ご指導をいただいた鈴木試験部長、北沢指導部長、小杉経営科長、山内動力科長、大川技師ほか関係の方々には厚く謝意を表します。

文献

- 1)2)鎌田昭吉，河島弘，桜井努；製材用原木の剥皮機械の能率(1)，(2)北林産試月報または木材の研究と普及1970年5月号，7月号

- *試験部 製材試験科-

**同上 経営科

***指導部 動力科

(原稿受理 45.6.20)