

製材用原木の剥皮機械の能率(2)

—弓野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

最近、本道製材工場では、剥皮機械の導入がさかんであるが、機械にはそれぞれ特徴があり、工場の生産規模、扱う材の種類・用途など、その工場の条件に適応した機械を選択しなければならない。

第1段階として、機械の性能と適用性についての実際的資料を得ることを目標に、定置式バーカー5機種、エノ式¹⁾、弓野式、岩谷式、富士FB式、HEPKEを対象とし、製材用エゾマツ、トドマツ原木の剥皮作業について現地調査をおこない、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2報として、弓野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弓野式バーカーの主な諸元はつぎのとおりである。

型 式：3HP型

カッター：突起型ナイフ、刃数20個/本、カッターヘッドの数2本、直径(刃先円)110mm、回転数2,800回/min。

運転台車：自走式、無負荷時の走行速度、前進・後退とも0~31.5m/min。無段変速

原木回転台：原木回転ローラ直径・ライブ型255mm
デッド型200mm、回転数10回/min。

使用動力：運転台車走行用0.75KW1台、カッター駆動用2.2KW2台、カッター昇降用0.4KW1台、原木回転用0.4KW1台、総計5.95KW

皮つき丸太を原木回転台にのせ、剥皮し、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直角に配置された2本のカッターヘッドのうち1本を始動回転させる。ハンドルを手にして、回転台上の丸太の端から端まで、一定巾で剥皮しながら前進する。1コース終ると、押しボタン操作により回転台上の材を適当に回転させ、つぎに別のカッターで後退しながら剥皮する(写真1,2参照)。

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ものである。前進剥皮と後退剥皮を回転方向の反対な2本のカッターヘッドによって別々におこなうので、材面に対するカッターの切り込み方向は、前進・後退ともにダウンカット(down-Cut)タイプである(写真3参照)。

なお、剥皮材の残皮量については、1日の剥皮材をプールしてみた場合に、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2月)と夏期(1969年8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2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ヶ月を経過したものが大部分であるが、比較的水分の多い材である。

第1表 調査時期・丸太・気温

調査 時期	測 定 丸 太*	材 積 (m ³)	含 水 率 (%) X ± α (n)	測定年・月・日 (日数)	測定時の気温(°C)		
					最高	平均	最低
夏 期	エゾマツ	152	53.61	1969.8.27~30 (4)	22	18.0	12
	トドマツ	122	30.35				
	計	274	83.95				
冬 期	エゾマツ	31	7.94	1969.2.6~8 (3)	-4	-7.1	-17
	トドマツ	134	25.76				
	計	165	33.70				

*材長 3.65m
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

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



写真1 弓野式バーカーによる剥皮作業(右へ進行中)

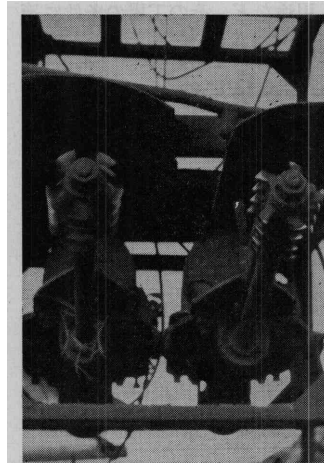


写真3 カッターおよびカッターヘッド

は、各測定日の8
・10・12・14・16
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

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4時30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

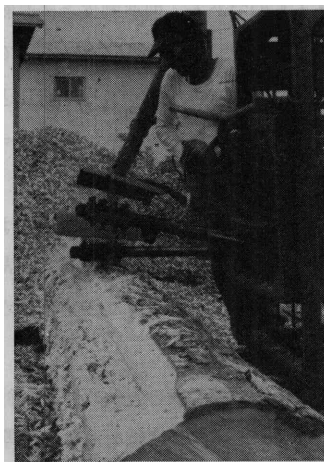


写真2 剥皮作業(手前に進行中)

および形状別の剥皮時日・残皮率などを求めた。

電力消費量は、各測
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 知るため、剥皮した後の材の

められなかったので、以下、エゾマツとトドマツを込
み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
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12cm~最大64cm、冬期は9cm~
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、節の直径および高
さが5cm未満のものは節とみなさないことにしてい

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 節一曲り (個)	丸太1本当り 節数一曲り (個)								
夏 期	無一無	—	~18	15.6	37	107.1	3.03	2	10.0	3.02
		—	20~28	23.6	99	124.0	5.97	5	21.0	5.92
		—	30~38	32.8	50	145.6	9.79	3	10.0	9.75
		—	40~	43.3	19	202.8	12.22	5	16.0	11.98
	有一無	22.5—	~18	16.1	8	121.9	2.83	1	10.0	2.80
		23.0—	20~28	23.6	15	135.6	5.47	5	15.0	5.27
		15.6—	30~38	34.6	18	178.9	8.83	3	25.0	8.63
		11.8—	40~	47.0	14	246.3	12.06	5	35.0	11.48
	無一有	-10.0	~18	16.0	1	112.5	2.98			2.98
		-10.0	20~28	24.7	9	129.2	6.23			6.23
-10.0		30~38	32.0	2	203.1	6.66			6.66	
-10.0		40~	41.0	2	246.9	8.95			8.95	
冬 期	無一無	—	~18	15.9	46	153.0	2.19	6	20.8	2.15
		—	20~28	23.1	63	207.2	3.45	9	13.3	3.42
		—	30~38	33.5	16	281.0	5.28	1	10.0	5.27
		—	40~48	42.5	4	319.5	7.45			7.45
	有一無	15.0—	~18	15.7	6	196.5	1.66	2	10.0	1.64
		10.4—	20~28	23.7	12	236.3	3.16	1	10.0	3.15
		12.5—	30~38	32.5	4	344.3	4.04	2	15.0	3.96
		—	40~							
	無一有	-15.0	~18	16.0	1	202.5	1.65			1.65
		-10.9	20~28	23.1	11	223.8	3.17	1	10.0	3.16
-12.5		30~38	34.0	2	342.0	4.46	1	10.0	4.39	
—		40~								

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く、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

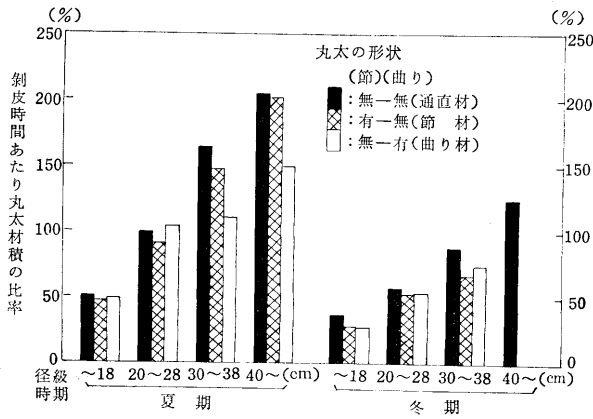
剥皮：台車が前進・後退をくりかえして剥皮する

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5.97m³/hr)を100とした場合の能率比を第1図に示した。なお、剥皮速度と関係の深い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、太い材ほど長くなるが、剥皮時間あたり材積で見ると、全般的



第1図 剥皮能率の比較
夏期20~28cm通直材5.97m³/hrを100とする

に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比べると、おおそ、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、カッターの回転も丸太の長さ方向で、かつ材面に対してダウンカット方向で剥皮するタイプのものであり、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。

たまたま剥皮最中に、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づけなければならないが、この木直し回数は、通直材にくらべて節の有る材に多いことはカッターが凸部に喰い込む際の衝撃により、また原木回転台上の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、夏・冬の差は明らか

である。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本あたりの剥皮時間の比でみると、冬期の凍結材は夏期普通材の約1.5~1.8倍となっている。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、季節的差異がま

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、この種の機械タイプに適応する原木搬送設備を配置し、ローダーやフリッパーなどによって、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、季節性が認められるので、夏冬別に、また通直材のみを対象に原木の径と剥皮時間の関係を傾向値として算出し・これに、積み・おろし時間を加味して、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、測定本数が比較的小さいので除いた。

皮むき作業には、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、未口径40cm程度の太い材では約90~94%、24cm以下の丸太では約85~89%とな

第3表 標準作諾の能率(通直材)

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	
		* 積み・おろし	剥皮	合計	本/hr	m ³ /hr
夏期	16	20.0	108.0	128.0	28.1	2.62
	24	〃	125.5	145.5	24.7	5.20
	32	〃	142.5	162.5	22.2	8.29
	40	〃	180.0	200.0	18.0	10.51
冬期	16	20.0	154.8	174.8	20.6	1.92
	24	〃	207.0	227.0	15.9	3.33
	32	〃	257.4	277.4	13.0	4.85
	40	〃	306.0	326.0	11.0	6.45

* つみ時間;12.0秒,おろし時間:8.0秒
注)材長3.65m

り、細い材ほど機械の稼働効率がてい化する。

また、作業能率については、前掲第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0.60～0.73程度である。また、原木の太さによる能率差も非常に大きい。

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。

第4表 調査時期・丸太形状別の種皮率

調査時期	測定丸太形状			残皮の程度		
	節一曲り	丸太1本当り節数一曲り(個)	本数(A)	残皮丸太		残皮丸太本数比率(B/A)(%)
				本数(B)	1本当り残皮率(%)	
夏期	無一無	—	205	2	7.2	1.0
	有一無	17.6—	55	3	8.4	5.5
	無一有	—10.0	14	1	7.2	7.1
	計	3.5—0.5	274	6	7.8	2.2
冬期	無一無	—	129	2	7.2	1.6
	有一無	12.0—	22	1	10.8	4.5
	無一有	—11.4	14	0	0	0
	計	1.5—1.0	165	3	8.4	1.8
合計	無一無	—	334	4	7.2	1.2
	有一無	16.0—	77	4	9.0	5.2
	無一有	—10.7	28	1	7.2	3.6
	計	2.8—0.7	439	9	8.0	2.1

なお、残皮丸太のうち、残皮率の最小は5%、最大は15%である。

同表から、通直材にくらべて節材や曲り材の残皮率が若干高いと考えられる。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、剥皮速度(運転台事の前進・後退速度)を高めるほど節部の周辺を削らずに通過してしまう率が高い。単純な曲りについては問題がないが、凹部分のある材では、カッターが凹部を削らずに通過してしまう場合がある。しかし、季節的な差異は認められず、一般的にみてきわめて良好な剥皮状態を呈している



写真4 針葉樹の剥皮材面(夏期)

3. 電力消費量について

電力は、運転台事走行用0.75KW 1台、カッター駆動用2.2KW 2台、カッター昇降用0.4KW 1台、原木回転用0.4KW 1台、総計5.95KWに対して消費され

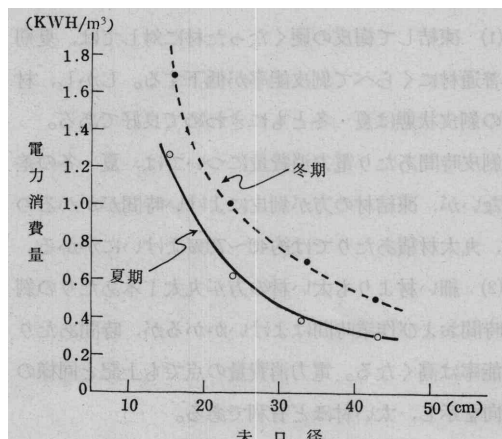
たものであるが、剥皮時間あたりに換算して求めるとつぎのとおりである。

夏期：3.77KMH/hr

冬期：3.70KMH/hr

夏期のかなり水分を含んだ材にくらべて、凍結材では樹皮と木部との結合が強いのであるが、その影響は認められない。その原因をはっきりと断定することはできないが、つぎのようなことが考えられる。

この機械は、樹皮層を木部から引きはがす働きは少なく、ダウンカットで樹皮層を小さく切り削っていくタイプであり、この切り削り作用



第2図 通直丸太1m³あたり電力消費量

は凍結の影響をさほど受けないものと推定される。また、カッターの駆動力が小さく、夏冬とも最高出力で動かしているためとも考えられる。

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、おおそ夏期の40~70%増しとなっている。この季節差異は前述した剥皮能率の相違による。つまり、丸太1m³を剥皮するのに要する時間にほぼ比例しているわけである。

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は高く、電力消費量の点でも有利である。

まとめ

夏・冬各1回、弓野式バーカーによる針葉樹エソマツ、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、夏期の普通材にくらべて剥皮能率が低下する。しかし、対面の剥皮状態は夏・冬ともきわめて良好である。

剥皮時間あたり電力消費量については、夏・冬の差がないが、凍結材の方が剥皮によけい時間がかかるので、丸太材積あたりでは約40~70%よけいにかかる。

(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よけいにかかるが、時間あたりの能率は高くなる。電力消費量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。曲りと節の差は明らかではない。節材や曲り材では、通直材にくらべて若干樹皮が残りやすいが、全体的にみて、材面の剥皮状態はきわめて良好である。

なお、この機械の主な利点をあげれば、(イ)曲りや節に対してもさほど影響されないこと、(ロ)細い材から太い材まで剥皮可能な寸法範囲が広いこと、(ハ)剥皮状態がきわめて良好であること、(ニ)カッターによる材の喰い込みが割合少なく、材の歩止りが良いこと、(ホ)工具の交換が簡単で設備費が少なくてすむこと、などがあげられる。

調査に際して、ご協力をいただいた弓野産業機械株式会社ならびに北見林産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) 鎌田ら；製材用原木の剥皮機械の能率(1)北林産試月報または木材の研究と普及 1970年 5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 45.4.28)

(20頁よりのつづき)

参考文献

- 2) 谷久也；大有機化学，22，48(1963)
- 3) 化学便覧；基礎編，786，787(1966)
- 4) 種田健造，長谷川勇；木材の研究と普及および林産試験場月報，12月号，11(1969)；1月号，1(1970)

- 林産化学部 木材化学科 -
 (原稿受理 45.5.7)