

豎鋸盤による針葉樹挽き材試験

小西千代治 奈良直哉
河島弘 吉田直隆
椀沢文夫

生産能率の向上をはかり、生産コストを引き下げる目的で、製材工場のレイアウトのなかに、主機として豎鋸盤の導入が考えられる。ただしこの場合、対象原木の形質がなるべく均質であること、製材の材種が単一であることが前提となる。豎鋸盤により中小径級針葉樹材から規定材種別寸法の、板、角、割類の木取り製材を実施し、この場合の作業能率、形量歩止り、価値歩止りが帯鋸盤による従来の製材方式と、どのように異なるかを比較することによって、製材工場が豎鋸盤を導入するにあたって、必要な指針をえようとした。本試験では豎鋸盤による丸太からの挽材は行なわなかった。これは丸太を豎鋸でダラ挽きした場合、一度に多数挽材される耳付板の両耳摺専用として、外国で使用しているエッジャーの設備がなく、またその実際上の挽材能率を知る資料がなかったことにもよるが、豎鋸で一度に多数生産された耳付板の処理が困難と考え、フリッチにしたものを豎鋸盤で挽材する方式を設定した。従ってフリッチにするための、大割用帯鋸盤と耳付板の耳摺専用としては不利なテーブル式帯鋸盤を使用したため、豎鋸盤自体の挽材能率は極めて高いが、その前後に要する挽材作業時間を加えると、従来方式に比べて、豎鋸盤を採用した方式の有利性が半減するような結果となった。したがって豎鋸盤の特性を考え、その性能を最大に発揮出来るような目的の製材方式を確定することが検討課題となる。

1. 試験方法

1) 供試材

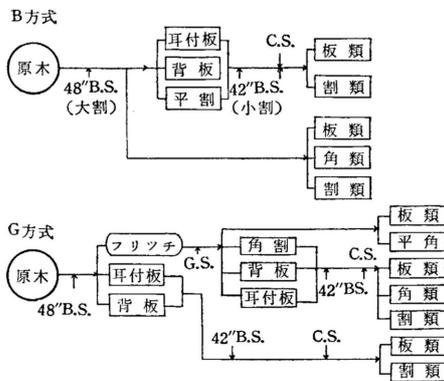
北洋材の中から径級22~28cmのエゾマツ、トドマツを選定した。その内訳は第1表のとおりである。

2) 製材方式

従来の丸太の大割りから小割りまでの作業で帯鋸盤を主体とした設備による製材方式 - (B)と、フリッチを挽材するのに豎鋸盤をとり入れた製材方式 - (G)に別け

第1表 供 試

樹種	製材方式	品等 径級 (cm)	1		2		3		計	
			本数	材積	本数	材積	本数	材積	本数	材積
エ ゾ ト ド	B	22	1	0.184	20	3.666	7	1.281	28	5.131
		24	5	1.094	14	3.057	4	0.876	23	5.028
		26	3	0.771	17	4.349	—	—	20	5.120
		28	4	1.192	10	2.980	3	0.894	17	5.066
		計	13	3.242	61	14.052	14	3.051	88	20.345
	G ₁	22	2	0.368	23	4.225	3	0.552	28	5.145
		24	5	1.095	13	2.847	5	1.095	23	5.037
		26	—	—	15	3.855	5	1.285	20	5.140
		28	4	1.180	12	3.576	1	0.298	17	5.054
		計	11	2.643	63	14.503	14	3.230	88	20.376
	G ₂	22	2	0.368	21	3.857	5	0.920	28	5.145
		24	—	—	21	4.581	2	0.438	23	5.019
		26	5	1.285	13	3.331	2	0.514	20	5.130
		28	3	0.882	12	3.540	2	0.596	17	5.018
		計	10	2.535	67	15.309	11	2.468	88	20.312
樹種	方式	径級	本数	材積						
エ ゾ ト ド	B ₁	22	10	1.840						
		24	10	2.190						
		26	10	2.570						
		28	10	2.980						
	計	40	9.580							
B ₂	22	10	1.840							
	24	10	2.190							
	26	10	2.570							
	28	10	2.980							
計	40	9.580								



註=B.S. - 帯鋸盤
G.S. - 縦鋸盤
C.S. - 丸鋸盤
第1図 製材方式別の作業の流れ

後者のうちでも、中心部で角類を木取りする場合 - (G₁) と、割類を木取りする場合 - (G₂) とに2区分した。なお比較の目的で、B方式の中でも帯鋸盤でフリッチを挽材した後、心部で角どりする場合 - (B₁)、ダラ挽きする場合 - (B₂) の2種に区分した。製材方式別の作業の流れを第1図に示す。

3) 使用機械

a) 大割用帯鋸盤は48"自働送材車式帯鋸盤 (MY式)、タイヤの径×幅は48"×6"、回転数710r.p.m. (鋸速度は2718m/min) 総馬力数40.5+13HP、小割用は42"テーブル式帯鋸盤 (秋木) タイヤの径×幅は42"

×4 1/2", 940r.p.m. 20HPである。

b) 縦鋸盤 (西独エステラー社SS56vh)

フレーム幅、開口高とも56cm、ストローク:50cm
回転数:340r.p.m. 平均鋸速度:5.6m/sec, 最大送り速度:10m/min, クランク回転動力は100HPでダブルクランク方式の連続送りである。使用鋸厚は19B.W. G.6 幅、アサリはスウエーヂセットで、アサリの出は0.5~0.6m/m。腰入れは30のテンションゲージに合わせた。

4) 木取り基準

縦鋸盤で挽材する前に、帯鋸盤で丸太の2面をおとしてフリッチにしたが、このときのフリッチの大きさは、原木径級別に第2表のとおり決めた。なおこのとき背板のほかに1.25mm板を1~2枚両面より採材したが、これの採材枚数をいくらにするかは、大割用帯鋸盤と縦鋸盤の両者の作業能率のバランス、および背板の大きさが、テーブルで無理なく板挽き出来る程度におさまるという2点を考慮して、適当に調整した。製材の材種別寸法は第3表のとおりである。

第2表 フリッチの寸法

丸太の径級 (cm)	フリッチの厚さ (cm)
22	15
24	15 ~ 18
26	18 ~ 21
28	21 ~ 24

5) 縦鋸盤使用上の条件

G₁, G₂方式別の鋸枚数, 鋸掛けの状態は第2図の通り。また送材速度は挽材精度すなわち挽曲り, 挽肌に関係するが, 帯鋸盤の場合と余り変わらない程度で, しかも作業時間において大割りとのバランスという点も考え, 挽高の大小により変更したが, 2~4 m/minの範囲に規正した。

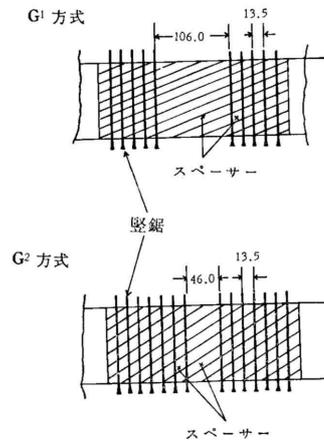
第3表 製品寸法

材種	製品寸法					
	正角, 平角	正割	平割	板	厚板	小巾板
寸法	10.5×10.5	4.5×4.5	2.7×3.4	1.25×12上	3.0×21上	1.25×7.5上
厚×巾 (cm)	(10.5×15)		3.4×4.5	1.8×18上	3.4×21上	0.9×4.5
	(10.5×18)		3.4×5.5	2.4×21上		1.25×4.5
	(10.5×21)		3.4×6.0			1.8×10.5
	() 縦鋸盤 G ₁		4.5×10.5			
	のみ		5.5×10.5			
長さの制限	小舞	(1.25×4.5, 0.9×4.5) は0.91m上				
	建具材	(2.7×3.4, 3.4×4.5, 5.5, 6.0,) は0.46m上				
	ヌキ	(1.8×10.5) は2.73m上				
	胴縁	(1.8×4.5) は0.91m上				
	垂木	(4.5×4.5) は1.82m上				

2. 試験結果と考察

1) 形量歩止り

第4表に製材方式別の, 製品の材種別歩止りを示した。丸太をフリッチにして縦鋸で挽材する製材方式 (G方式) を既述した如く, 中心部を角どりする場合 (G₁) と割どりする場合 (G₂) に区分したがその結果形量歩止りはG₁方式が平均73%, G₂方式が64.9%となった。縦鋸では材種別比率において角類が大きい場合, あるいは板類が多く角類をとらないというように, 初めの鋸掛けによって, その木取りが同左してしまうので, しぜん木取り方式によって形量歩止りも上記の如く増減するが, 板, 角, 割の比率を適当に採材



第2図 縦鋸の鋸掛けの状態

第4表 製材方式別の製品歩止り (%)

製材方式	原木径級	製品									
		板	小幅板	厚板	正角	平角	正割	平割	建具材	短尺材	計
B	22	18.4	9.6		22.5		9.0	5.1	0.9	3.4	68.9
	24	19.2	9.0		28.2		4.0	6.6	1.6	2.5	71.1
	26	13.8	8.3	3.4	31.7		6.0	3.3	2.6	2.4	71.5
	28	15.1	6.6	5.0	28.9		6.6	4.5	2.4	2.5	71.6
	平均	16.8	8.4	2.1	27.8		6.4	4.9	1.8	2.7	70.9
G ₁	22	24.4	12.1			32.5		1.4		3.7	74.1
	24	26.9	11.5			32.8		1.0		2.8	75.0
	26	28.1	8.1			32.3		0.6	0.3	3.0	72.4
	28	30.1	8.2		5.8	23.1		0.4	0.3	2.8	70.7
	平均	27.4	10.0		1.4	30.2		0.8	0.1	3.1	73.0
G ₂	22	29.5	14.4				10.6	2.3		3.4	60.2
	24	40.3	12.3				9.9	4.1	0.1	4.1	70.8
	26	39.3	7.2				11.2	1.8		4.7	64.2
	28	37.3	7.4				12.3	1.0		4.5	62.5
	平均	36.8	10.4				11.1	2.3	0.1	4.2	64.9

G₁: 角どり, G₂: 割どり

したB方式の70.9%に比べ、総体的には形量歩止りは大差がないと言える。径級別にみると、B方式では径級が大きくなるにつれ、歩止りも僅か乍ら増加する傾向を示したが、G方式では何れも24cmを最大として、その前後では若干低い結果となった。

2) 価値歩止り

製材方式別に、原木1m³当りの製材および背板を含めた生産高を第5表に示した。これらの結果、製材生産高および背板を合わせた生産高、いずれもB、G₁、G₂方式の順となった。形量歩止りは、G₁>B>G₂

第5表 製材方式別の価値歩止り(円/原木m³)

製材方式	製 品											背板	合 計
	板	小巾板	厚板	正, 平角	正割	平割	又キ, 胴縁	小舞	建 具 材	短尺材	計		
B	2,990	419	431	5,049	1,141	693	1,004	166	282	186	12,361	727	13,088
G ₁	4,937	675	—	5,352	—	—	843	69	24	211	12,111	759	12,871
G ₂	6,853	815	—	—	1,957	149	985	153	12	282	11,203	842	12,048

であったが、価値歩止りではB>G₁>G₂と従来の帯鋸盤による大割作業の方式が高い。これは、縦鋸盤では機能上原木の形質に応じた適当な木取りが出来ないことに基づくもので、中小径級木といえども、生産価値を上げるには、廻し挽きが出来る帯鋸盤による挽材方式が有利なことを示している。しかしその差は200円/m³程度であった。なお縦鋸盤ではG₂よりG₁方式が形量歩止り同様、価値歩止りでも有利であった。

3) 作業能率

各製材方式の供試材の形質を、なるべく均一にし、それぞれの工程における挽材時間、材扱い時間を含めた作業時間(運転時間)を測定し、作業能率を比較検討した。

i) フリッチを対象とした木取り時における、製材機種、木取り別の作業能率

フリッチ材を縦鋸盤で挽材し、その能率を検討したが、比較の意味でフリッチを48"の帯鋸盤で同様の木取りを実施した。試験方法で述べたとおりB₁、B₂、G₁、G₂は木取り方の区分である。縦鋸盤での挽材時の送材速度の基準を一応フリッチの厚さ、すなわち挽幅別に区分した。厚さ15cmのものは毎分4.0m、18cmは3.5m、21cmは3.0m、24cmは2.5mと定めたが、実際挽材した結果では第6表の如く、平均送り速度が各径級とも若干低い値を示した。これは、油圧式の材送り機構のため、一応無負荷では所定の速度でローラーが回転するが、切削時では負荷の大小、鋸の切味低下により多

第6表 縦鋸盤における送り速度(m/min)

原木径級	G ₁		G ₂	
	範 囲	平 均	範 囲	平 均
22	3.7~4.1	3.9	3.8~4.1	3.9
24	2.7~3.3	3.1	2.6~3.5	3.2
26	2.6~3.2	2.9	2.4~2.9	2.6
28	2.1~2.4	2.3	1.6~2.4	2.0

少ローラーの回転速度が抑制されることに基づいている。

第7表に製材機種、木取り別の作業能率を示した。

これらの結果、単位原木材積当り正味鋸断時間は縦鋸盤では5.4~5.8分のところが、帯鋸盤では5.8~7.4分と縦鋸盤より0.4~1.6分多い。作業時間は、縦鋸盤で7.6~8.1分が帯鋸盤で15.4~17.3分と、縦鋸盤の能率が帯鋸盤の約2倍と開いた。これは表で見る如く、作業時間に対する正味鋸断時間の比率において、帯鋸盤の37.8~43%に比し、縦鋸盤の73~74%の影響が大きいことに基づいている。このことは縦鋸の挽材作業の特色として、帯鋸盤のように送材車を挽材毎にバックする必要がなく、フリッチを次から次へと連続して送材することが出来る、有利性を明らかに示している。正味鋸断時間の比率は、縦鋸盤の場合、特に原木径級の影響が大きく、径級大きくなるにつれこの比率が大となる。従って、単位原木材積当り正味鋸断時間の径級による差は余り明らかでないが、作業能率の径級による影響は顕著である。木取り別における作業能率をみた場合、帯鋸盤、縦鋸盤何れも中心部角どりしたB₁、G₁方式がB₂、G₂より高い。縦鋸盤でG₁がG₂より正味鋸

第7表 フリッチを対象とした木取り時における製材機種別の作業能率の比較

径 級 (cm)	正味鋸断時間(分)/原木m ³				作業時間(分)/原木m ³				正味鋸断時間/作業時間(%)			
	B ₁	B ₂	G ₁	G ₂	B ₁	B ₂	G ₁	G ₂	B ₁	B ₂	G ₁	G ₂
	22	5.8	7.7	5.3	5.4	16.4	19.0	8.5	9.9	35.6	40.7	62.1
24	5.7	7.4	5.4	5.7	15.7	17.8	8.4	8.6	36.2	41.5	63.7	66.1
26	5.8	7.3	5.5	5.7	15.1	16.4	7.7	7.4	38.2	44.4	72.7	77.7
28	5.8	7.2	5.6	6.2	14.5	15.9	5.8	6.6	41.1	45.4	97.0	94.0
平均	5.8	7.4	5.4	5.8	15.4	17.3	7.6	8.1	37.8	43.0	73.8	73.1

第8表 製材方式別の作業能率の比較

(1) 48"帯鋸盤にて挽材時の能率

径 級 cm	正味鋸断時間(分)/原木m ³		作業時間(分)/原木m ³		正味鋸断時間/作業時間(%)		1通し平均鋸断時間(秒)	
	B	G	B	G	B	G	B	G
	22	9.3	2.3	27.1	10.2	34.3	20.0	6.7
24	9.2	2.1	25.2	9.0	36.5	23.5	6.8	7.3
26	8.0	1.7	21.8	6.2	37.0	27.5	7.5	7.9
28	7.9	1.6	20.1	5.2	39.2	31.6	7.9	8.6
平均	8.6	2.0	23.5	7.6	36.8	25.7	7.2	7.6

(但しG方式ではフリッチ木取りまで)

(2) 42"テーブル式帯鋸盤による小割り時の能率

径 級 cm	正味鋸断時間(分)/原木m ³			作業時間(分)/原木m ³			正味鋸断時間/作業時間(%)		
	B	G ₁	G ₂	B	G ₁	G ₂	B	G ₁	G ₂
	22	7.6	7.8	10.5	19.5	18.6	22.8	33.8	42.0
24	7.2	7.4	10.3	18.3	17.9	22.5	39.3	41.3	45.8
26	6.8	7.0	9.8	16.5	16.3	21.5	41.2	43.0	45.6
28	6.5	6.8	9.5	14.8	15.8	20.5	43.8	43.1	46.3
平均	7.0	7.2	10.0	17.3	17.1	21.8	40.8	42.3	45.9

(3) 大割(但しG方式に於いてはフリッチ挽材が加わる),小割作業の合計

径級	正味鋸断時間(分)/原木m ³			作業時間(分)/原木m ³		
	B	G ₁	G ₂	B	G ₁	G ₂
	22	16.9	15.4	18.2	46.6	37.3
24	16.4	14.9	18.1	43.5	35.3	40.1
26	14.8	14.2	17.2	38.3	30.2	35.1
28	14.4	14.0	17.3	34.9	26.8	32.3
平均	15.6	14.6	17.8	40.8	32.3	37.5

断時間が短いのは、木取り方式による鋸掛け枚数の差による、送り速度の影響と考えられる。

ii) 丸太よりの一貫製材における、製材方式別の作業能率

a) 48"帯鋸盤で挽材した時の確率

第8表(1)に製材方式別の径級別に48"帯鋸盤で挽材したときの作業能率を示した。B方式では普通言うところの大割作業にあたるが、G方式では、この工程は次の縦鋸盤による挽材工程の前処理として、丸太をフ

リッチ状にするのが目的である。従ってこの表でB、G方式を比較することは出来ない。G方式では、フリッチに挽材するのに2面について1~2枚の板挽きをしただけであるが、原木1m³当りの作業時間が、平均7.6分と案外大きい値となった。これは作業時間に対する正味鋸断時間の比率が低いこと、すなわち材扱い時間が多いことによる。従って単に丸太をフリッチに挽材する場合、自動送材車式帯鋸盤のような、かなり精度の高い製材機を使用することは不適當で、もっ

と簡単にして能率のよい専用機を検討すべきであろう。なお径級と作業能率の関係は、径級に比例して能率も増大する。

b) 42"テーブル式帯鋸盤による小割り時の作業時間

第8表(2)に製材方式別に小割り時における挽材時間を示した。基準値を原木材積としたが、単位原木材積あたりの所要作業時間は、G₁方式はB方式と余り変わらないが、G₂方式では可なり大きい。これは単位原木材積あたり正味鋸断時間が大きいことによる。すなわち縦鋸盤で板挽きした場合は、小割作業を要する背板、耳付板の生産量が多いことに基づいている。G方式における小割作業時間は第1図作業の流れに示した、丸太をフリッチにしたとき生じた耳付板、背板の処理時間と、縦鋸で挽立後生産される背板、耳付板、角、割類の処理時間を合計したものである。縦鋸盤を採用した方式において、小割作業に要する挽材時間が可なり大きいことは、仮りに縦鋸盤自体の挽材性能が高くて問題である。この小割作業時間を少なくするには、縦鋸の鋸数を多くしたり、耳すり専用のエッジャーの使用が考えられるが、それよりも製材寸法の余り小さいものまで採材せず、多少歩止りを犠牲にして縦鋸盤導入の主眼である能率本位に徹すべきかも知れない。G₁、G₂の木取り別の所要作業時間は当然のことながら、角どりのG₁方式が少い。径級の影響は径級大となるにつれ、作業時間も小さくなる。

c) 単位材積あたり延べ作業時間

G方式は、従来の大割、小割機の上に縦鋸盤を導入した形で、その分だけ機械台数が多くなり、作業員数も増す。従って、簡単にB、G方式の作業能率を比較するわけにはいかないが、丸太の大割作業から小割作

業に至るまでの、単位原木材積あたり延べ作業時間を比較することにし、第8表(3)に示した。これらの結果作業能率は、G₁、G₂、B方式の順と一応G方式がB方式に比べて高いが、その開きは初め予想したほどでなく7~20%程度にすぎない。このように縦鋸盤をとり入れたG方式が、B方式に比べ、全体として余り変わらない結果を示したのはi)、ii)で述べた如く、丸太をフリッチにするために、帯鋸盤で挽材したときの作業時間、および小割作業での所要時間が大きすぎたため、フリッチを板挽きする場合の、縦鋸盤の折角の高能率が減殺された恰好となった。

3. むすび

針葉樹材を対象とした製材で、どのような形で縦鋸盤を導入すべきかは、原木の形質、採材製品の材種、縦鋸盤の形式、附帯設備によって検討する必要がある。欧州では少し小規模の工場では、縦鋸盤とエッジャーを組合せたレイアウトで、半日は縦鋸で丸太をフリッチ状に大割りし、半日は同じく縦鋸盤でフリッチを板挽きするという使い分けをして、高い生産能率をあげている例もあり、このような縦鋸盤の利用法も材の流れを工夫すれば、我国にも適用の可能性は十分にある。本試験では歩止りの点も考え、建築用材種を採材することを目的として、帯鋸盤と併用したレイアウトの想定のもとで、挽材試験を実施した。従って試験結果では、歩止りは比較的高い値を示したが、反面、能率の点では総体的にみて、従来の製材工場のレイアウトに比し飛躍的な向上を期待しえなかった。この点更に縦鋸盤の性能を十分に生かすような、前後の設備検討が今後の課題となる。