

日本産主要樹種の性質

回転鉋における被削性について（第4報）
北海道地方産材の回転鉋における被削性試験星 通⁽¹⁾Tooru Hoshi: Properties of the Important Japanese Woods
Cutting Properties by Rotating Knife (IV)
Cutting properties of the woods grown in Hokkaidô district

要 旨: 北海道産 22 樹種について回転鉋の被削性として、切削抵抗試験および切削面の良否から判定する適正切削条件の試験を実施した。その結果を検討し、要約すると次のようになる。カツラ (50D)、ホノノキ (51D) およびアサダ (35D) の縦切削の場合は、単位幅あたりの切削抵抗 P (kg/cm) と 1 刃あたりの送り量 f (cm) の関係は $P = a + af^\beta$ の実験式において $\beta \approx 1$ となり、曲線式で表わされる。この 3 樹種の横切削および木口切削と他の 19 樹種は、 $P = a + af^\beta$ の実験式において $\beta = 1$ の直線式が認められた。適正切削条件は、ブナ (38E) では切削角 (θ) $56 \sim 86^\circ$, 56° , $76 \sim 86^\circ$ および 86° に対し 1 刃あたりの送り量 (f) 0.7, 1.4, 1.4 および 2.1~3.0mm, ミズナラ (45D) では θ が $56 \sim 66^\circ$ および 76° に対し f は 0.7~3.0mm および 0.7~2.1mm, ミズナラ (45C) では θ が 56° および 66° に対し f は 0.7~1.4mm および 1.4mm, ヤチダモでは θ が 56° , 66° , 76° および 86° に対し f は 0.7~1.4mm, 0.7~1.4mm, 1.4~3.0mm および 2.6mm, エゾマツ (10C) では θ が 56° に対し 0.7mm であることが認められた。

1. ま え が き

本報は日本産主要樹種の性質に関する研究の一部として、北海道地方産材について、さきに発表した試験法¹⁾により切削抵抗および切削面の良否から判定する適正切削条件の試験を実施したものである。その結果をとりまとめて報告する。なお、この試験は主要樹種の採材計画²⁾に定めた地区ごとに試験を実施し、そのつど報告するが、総まとめは試験完了後に行なう予定である。

本試験を実施するにあたり、ご協力をいただいた加工研究室、乾燥研究の各位、応用研究室多田芳太郎技官に謝意を表する。

2. 試 験 方 法

2-1. 供 試 材

今回の供試材は、日本産主要樹種第 4, 5 回採材および補足採材の一部を含め、北海道地方 (函館、札幌、帯広および北見管林局管内) から採材した Table 1 に示す 22 樹種である。

これらの原木を、主要樹種の木取り法³⁾により樹心を中心に厚さ 60 mm のだうびき板とし、そのなかから切削面が追まきとなるものを選び供試ひき板とした。このひき板を含水率 20%前後まで天然乾燥してから、熱による材質の影響をさけるために、最高温度 50°C により含水率 10%以下に人工乾燥を行なった。

Table 1. 供 試 樹 種
Species tested

産 地 Growing place	グループ Group	樹 種 Species	記 号 Mark	学 名 Scientific name
函館営林 局 管 内 Hakodate	A	ブ ナ Buna	38E	<i>Fagus crenata</i> BLUME
札幌営林 局 管 内 Sapporo	A	ミ ズ ナ ラ Mizunara	45D	<i>Quercus crispula</i> BLUME
	B	ヤ チ ダ モ Yachidamo	67D	<i>Fraxinus mandshurica</i> RUPRECHT
	C'	ト ド マ ツ Todomatsu	7D	<i>Abies sachalinensis</i> FR. SCHMIDT
		マ カ ン バ Makanba	33D	<i>Betula Maximowicziana</i> REGEL
		カ ツ ラ Katsura	50D	<i>Cercidiphyllum japonicum</i> SIEBOLD et ZUCCARINI
		ホ オ ノ キ Hônoki	51D	<i>Magnolia obovata</i> THUNBERG
		イ タ ヤ カ エ デ Itayakaede	59D	<i>Acer mono</i> MAXIMOWICZ
		セ ン Sen	64D	<i>Kalopanax ricinifolium</i> MIQUEL
	C''	ア サ ダ Asada	35D	<i>Ostrya japonica</i> SARGENT
帯広営林 局 管 内 Obihiro	A	ミ ズ ナ ラ Mizunara	45C	<i>Quercus crispula</i> BLUME
	B	エ ゾ マ ツ Ezomatsu	10C	<i>Picea jezoensis</i> CARRIERE
	C'	ド ロ ノ キ Doronoki	25C	<i>Populus Maximowiczii</i> A. HENRY
		ハ ル ニ レ Harunire	47C	<i>Ulmus propinqua</i> KOIZUMI
		シ ナ ノ キ Shinanoki	61C	<i>Tilia japonica</i> SIMONKAI
		ア オ ダ モ Aodamo	68C	<i>Fraxinus Sieboldiana</i> BLUME var. <i>serrata</i> NAKAI
	C''	ア カ エ ゾ マ ツ Akaezomatsu	11C	<i>Picea Glehnii</i> MASTERS
		ヤ マ ナ ラ シ Yamanarashi	26C	<i>Populus Sieboldi</i> MIQUEL
		オ オ バ ボ ダイ ジュ Ôbabodaiju	62C	<i>Tilia Maximowicziana</i> SHIRASAWA
		オ オ バ ヤ ナ ギ Ôbayanagi	71C	<i>Toisusu Urbaniana</i> KIMURA
北見営林 局 管 内 Kitami	C''	バ ッ コ ヤ ナ ギ Bakkoyanagi	27C	<i>Salix Bakko</i> KIMURA
		シ ラ カ ン バ Shirakanba	32B	<i>Betula platyphylla</i> SUKATCHEV

注) A, B, C', C'' : 採材計画による区分

2-1-1. 切削抵抗試験片

前述の乾燥したひき板から切削面が追まさ面（切削面と年輪の接線のなす角度が $45 \pm 20^\circ$ ）となるものを選び、試験法に示す形状および寸法（切削幅 40 mm，切削材長 200 mm，木口切削の場合は針葉樹の切削幅 20 mm，広葉樹切削幅 10 mm）の縦切削，横切削および木口切削の3種類の試験片を作った。各樹種の試験片は，採材計画に定められた A，B，C' の3グループおよび C'' グループの一部（アカエゾマツ，ヤマナラシ，オオバボダイジュ，オオバヤナギ）については，3種類の試験片をそれぞれ3枚ずつ計9枚，残りの C'' グループ（アサダ，シラカンバ，バッコヤナギ）については，縦切削試験のみ3枚とした。なお，アオダモ（68C）は，縦切削試験のみとなったが総まとめの時期までに他の2種類の試験を補足する予定である。

なお，各試験材ごとに，切削試験する木理と同じ木理の部分から $20 \text{ mm} \times 50 \text{ mm} \times 40 \text{ mm}$ の寸法に木取った試験片を作り，切削抵抗試験片と同時に室温 20°C ，湿度 60% の恒温恒湿室内で含水率 $12 \pm 2\%$ を目標に調湿を行ってから年輪幅，切削時容積重および全乾容積重をその順序で測定した。

切削時の含水率は切削試験直前と試験終了直後に，各試験片から 5 mm 幅程度の切片を採り全乾法（ 105°C ，48 時間）で測定した。これらの測定結果を Table 2～4 に示す。

2-1-2. 切削面の良否から判定する適正切削条件の試験片

採材計画の A および B グループのブナ（38E），ミズナラ（45D），ヤチダモ（67D），ミズナラ（45C），エゾマツ（10C）の5樹種のひき板を前項の切削抵抗試験片と同様に人工乾燥し，厚さ $30 \text{ mm} \times$ 幅 $60 \text{ mm} \times$ 長さ 500 mm の試験片に仕上げ，そのなかから切削面が追いまさとなるものを，木表および木裏面切削用試験片をそれぞれ50枚選んで調湿した。また，同時に厚さ $30 \text{ mm} \times$ 幅 $55 \text{ mm} \times$ 長さ 50 mm の切片を作り，上記の試験片と同様に調湿し，切削時容積重（ g/cm^3 ）を測定した。木理傾斜角は試験片の側面において，切削面と木理方向のなす角度として測定した。

含水率は試験実施直前に Kett-M 8 型含水率計の針状電極を用いて測定した。測定結果を Table 6 に示す。

2-2. 切 削 試 験

切削試験の方法は，本試験の第1報¹⁾に報告したが，その概要は次のとおりである。

2-2-1. 切削抵抗試験

前記の縦切削，横切削および木口切削用試験片を試験機により切削し，刃先に加わる切削抵抗（主分力）をトルクの形でトルクメーター，ストレンメーター，アンプを通してペン書きオシログラフに記録させる。

この試験を各試験片について各 f ごとに3回ずつ行ない，1回ごとに20個のトルク値を求め，計60個の平均値（木口切削試験は2回，1回について20個ずつ計40個の平均値）を切削抵抗に換算し，1刃あたりの送り量 f （cm）と単位切削幅あたりの切削抵抗 P （ kg/cm ）の実験式 $P = a + \alpha f^\beta$ の a ， α および β を決定した。なお，この場合の切削条件は次のとおりである。

カッターヘッドの回転数；900 rpm，切削円直径；170 mm，切削角； 56° ，刃先角； 40° ，刃数；4枚セットのうち有効刃数1枚，ナイフの材質；SKH 3，切削深さ；2.0 mm，1刃あたりの送り量；3.3，4.4，5.5，6.6，7.7 mm の5条件。

2-2-2. 切削面の良否から判定する適正切削条件の試験

この試験は採材計画⁶⁾の A, B のグループの樹種についてのみ行ない、前記の試験片を自動一面鉋盤により切削し、その切削面から無欠点率 Y (無欠点切削面数 ÷ 切削面全数 × 100) を求めた。この無欠点率が最大、または、90%以上となる切削条件を、適正条件と認めることにした。なお、この場合の自動一面鉋盤の切削条件は次のとおりである。

主軸の回転数; 6,180 rpm, 切削円直径; 130 mm, ナイフの材質; SKH 3, 刃数; 4 枚セットのうち有効刃数 1 枚, 切削角; 56°, 66°, 76° および 86° (刃先角: 40°, 50°, 60° および 70°) の 4 条件, 1 刃あたりの送り量; 0.7, 1.4, 2.1, 2.6, 3.0 mm の 5 条件。

3. 試験結果

3-1. 切削抵抗試験

前記の試験法により、前述の 18 樹種、ブナ (38E), ミズナラ (45D), トドマツ (7D), ヤチダモ (67D), マカンバ (33D), カツラ (50D), ホオノキ (51D), イタヤカエデ (59D), セン (64D), エゾマツ (10C), アカエゾマツ (11C), ドロノキ (25C), ヤマナラシ (26C), ミズナラ (45C), ハルニレ (47C), シナノキ (61C), オオバボダイジュ (62C), オオバヤナギ (71C) について縦、横および木口の 3 切削抵抗試験を、4 樹種、アサダ (35D), アオダモ (68C), バッコヤナギ (27B), シラカンバ (32B) について縦切削抵抗試験のみを行なった。これらの試験結果を Fig. 1~22 に、実験式 $P = a + \alpha f^\beta$ における定数 a , α および指数 β を Table 2~4 に示す。また、各供試樹種の各切削方向ごとの 2~3 試験片の平均値から求めた実験式の定数および指数を、Table 5 に示す。なお、本文の () は樹種記号である。

以上の結果を要約すると、

- 1) カツラ (50D), ホオノキ (51D), およびアサダ (35D) の 3 樹種では、縦切削の場合 f (cm) と P (kg/cm) とは直線的関係にならなかった ($\beta \neq 1$)。
- 2) 前記 3 樹種の縦切削および木口切削と、他の供試 19 樹種では $P = a + \alpha f$ の直線的関係が認められた ($\beta = 1$)。
- 3) 平均容積重 (g/cm^3) と定数 α とは、Fig. 23 にみるごとく一定の関係にあるようである。
- 4) f (cm) と P (kg/cm) の関係で $\beta \approx 1$ となった既報の樹種は、国産材では九州産のイスノキ⁶⁾ (切削時容積重 0.84~0.92), モチノキ⁵⁾ (切削時容積重 0.84~0.88), およびタブノキ⁵⁾ (切削時容積重 0.68~0.72) の 3 種類。南洋材では、カンボジア産 Rong leang²⁾ (切削時容積重 1.12~1.16) やカリマンタン産 Teraling⁴⁾, Merawan⁴⁾ などであった。容積重の非常に高い材や、容積重は低いが繊維の横方向にはがれにくい材においてこのような傾向がみられ、本試験結果は後者に該当するものと思われる。

3-2. 切削面の良否から判定する適正切削条件の試験結果

前記のブナ (38E), ミズナラ (45D) および (45C), ヤチダモ (67D), およびエゾマツ (10C) の 5 樹種について試験を行なった。その結果を Fig. 24~28 に示す。

これらの結果を要約すると、

- 1) ブナ (38E) の適正切削条件は、切削角 56~86°, 56°, 76~86° および 86° における 1 刃あたりの送り量 0.7 mm, 1.4 mm, 1.4 mm および 2.1~3.0 mm であった。この場合にそれぞれ 99~100%, 92%, 96~100% および 95~97% の無欠点率を示した。Fig. 24-2 にみられるごとく、切削角 86° においては、1 刃あたりの送り量 0.7~2.6 mm の間で無欠点率 100~95%, 2.6~3.0 mm の間で無欠点率 95

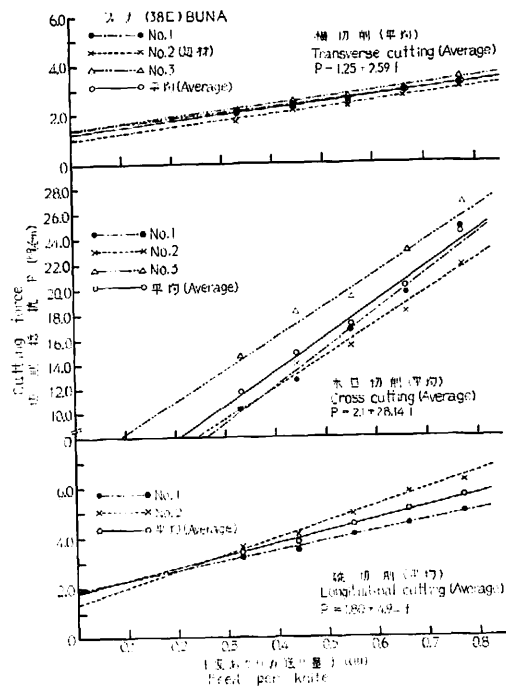


Fig. 1 ブナにおける1刃あたりの送り量 (f) と切削抵抗 (P) の関係
Relation between cutting force (P) and feed per knife (f) (Buna).

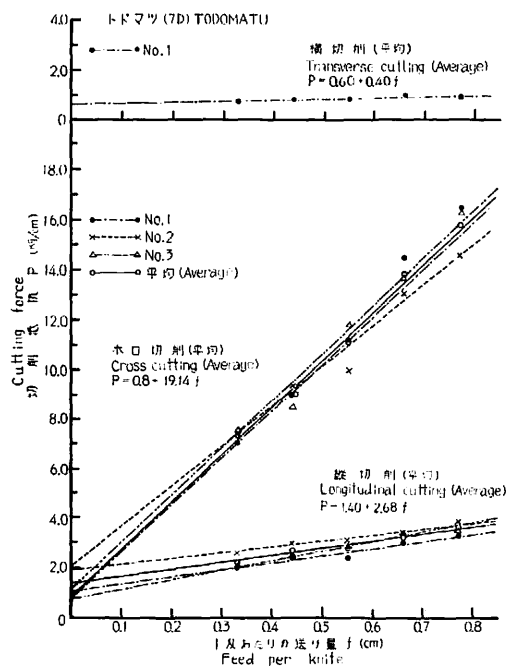


Fig. 2 トドマツにおける1刃あたりの送り量 (f) と切削抵抗 (P) の関係
Relation between cutting force (P) and feed per knife (f) (Todomatsu).

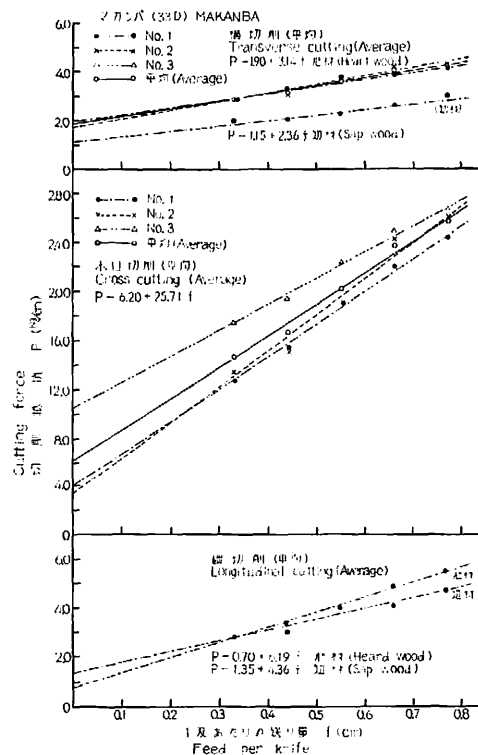


Fig. 3 マカンバにおける1刃あたりの送り量 (f) と切削抵抗 (P) の関係
Relation between cutting force (P) and feed per knife (f) (Makanba).

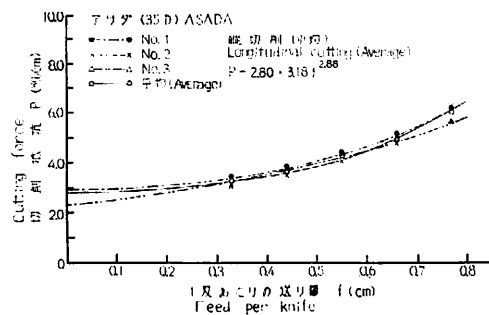


Fig. 4 アサダにおける1刃あたりの送り量 (f) と切削抵抗 (P) の関係
Relation between cutting force (P) and feed per knife (f) (Asada).

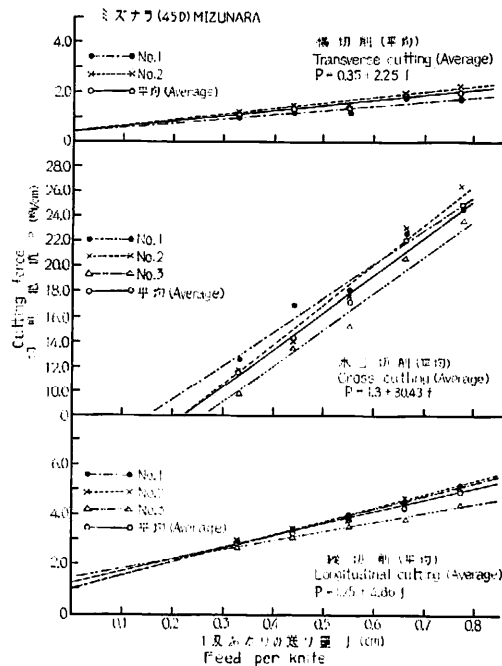


Fig. 5 ミズナラにおける1刃あたりの送り量 (f) と切削抵抗 (P) の関係
Relation between cutting force (P) and feed per knife (f) (Mizunara).

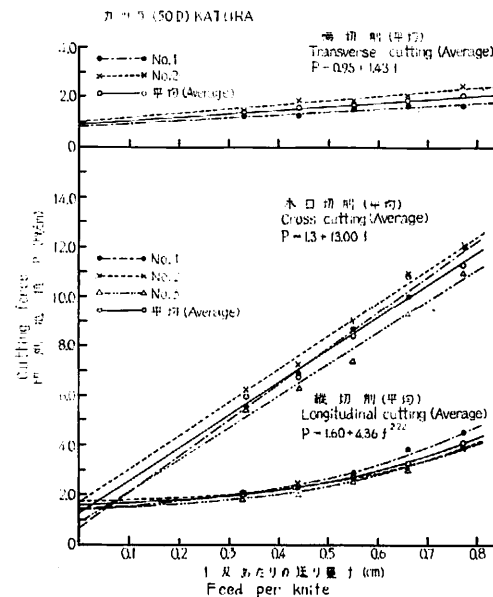


Fig. 6 カツラにおける1刃あたりの送り量 (f) と切削抵抗 (P) の関係
Relation between cutting force (P) and feed per knife (f) (Katsura).

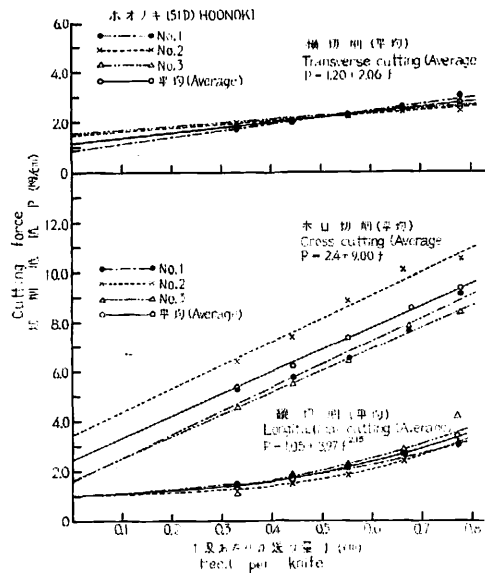


Fig. 7 ホオノキにおける1刃あたりの送り量 (f) と切削抵抗 (P) の関係
Relation between cutting force (P) and feed per knife (f) (Hónoki).

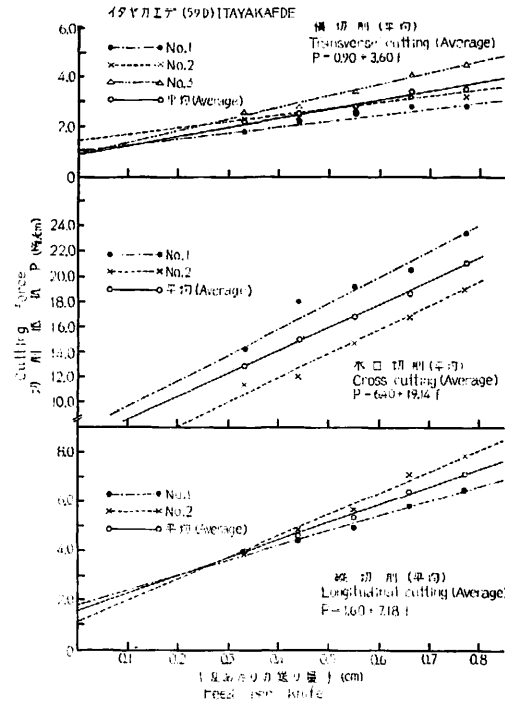


Fig. 8 イタヤカエデにおける1刃あたりの送り量 (f) と切削抵抗 (P) の関係
Relation between cutting force (P) and feed per knife (f) (Itayakaede).

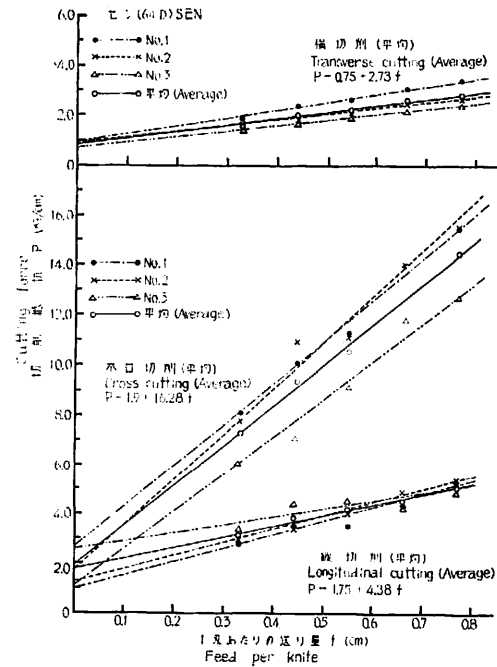


Fig. 9 センにおける1刃あたりの送り量 (f) と切削抵抗 (P) の関係
Relation between cutting force (P) and feed per knife (f) (Sen).

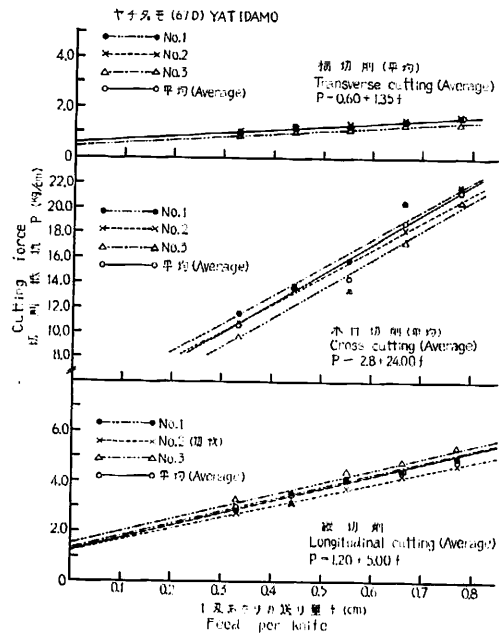


Fig. 10 ヤチダモにおける 1 刃あたりの送り量 (f) と切削抵抗 (P) の関係
Relation between cutting force (P) and feed per knife (f) (Yachidamo).

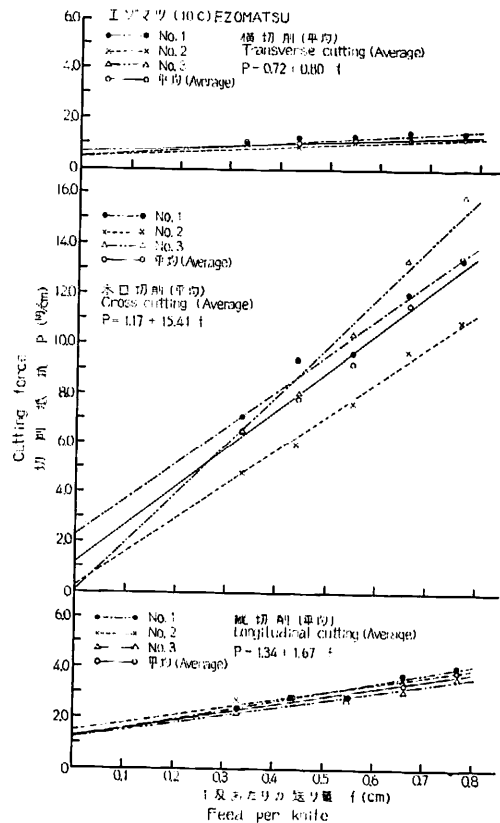


Fig. 11 エゾマツにおける 1 刃あたりの送り量 (f) と切削抵抗 (P) の関係
Relation between cutting force (P) and feed per knife (f) (Ezomatsu).

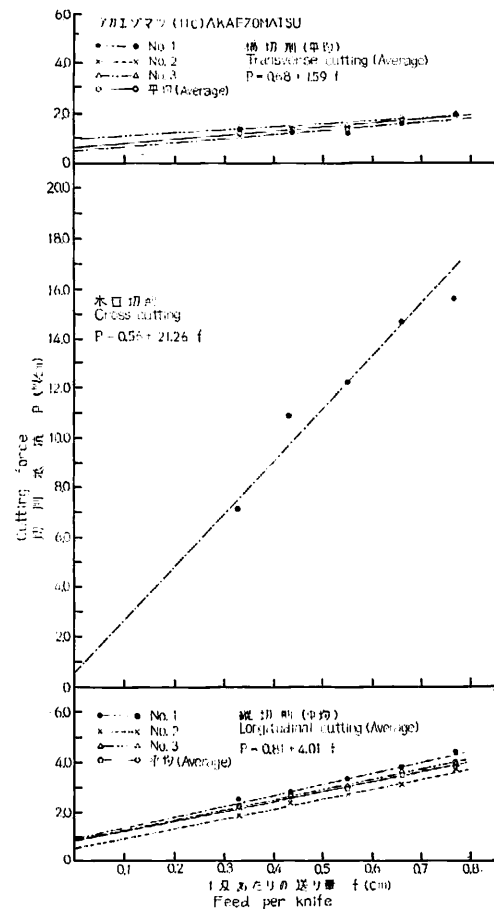


Fig. 12 アカエゾマツにおける 1 刃あたりの送り量 (f) と切削抵抗 (P) の関係
Relation between cutting force (P) and feed per knife (f) (Akaczomatsu).

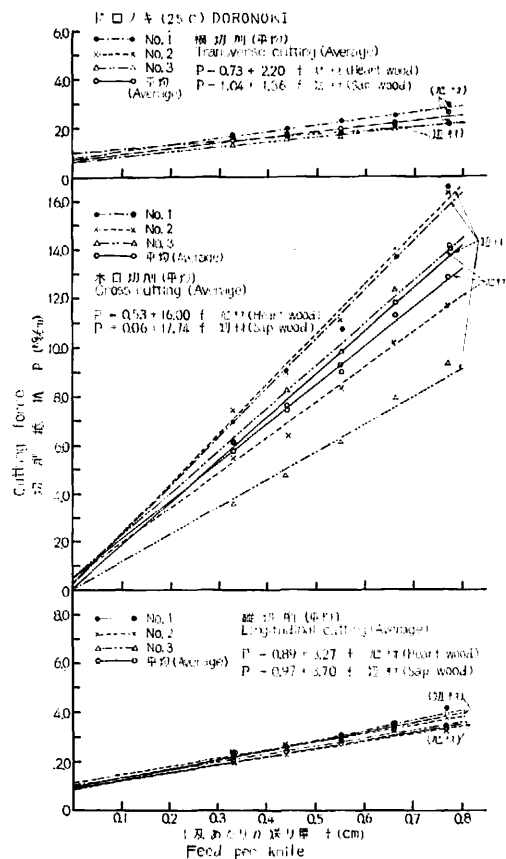


Fig. 13 ドロンキにおける1刃あたりの送り量 (f) と切削抵抗 (P) の関係
 Relation between cutting force (P) and feed per knife (f) (Doronoki).

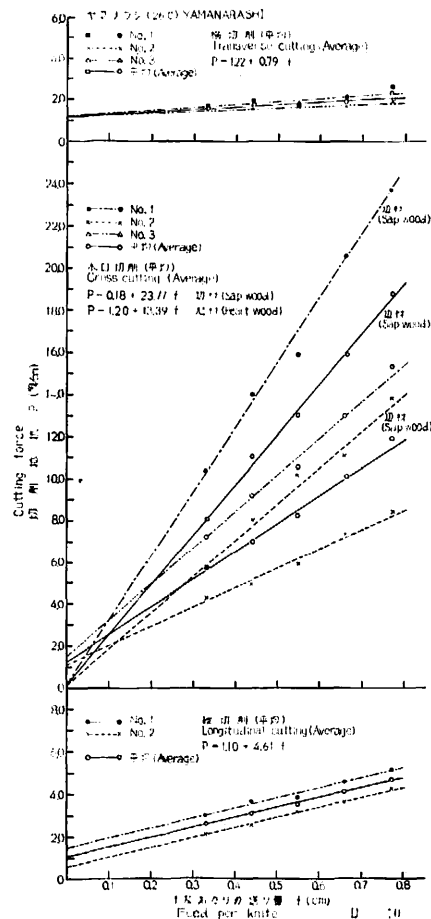


Fig. 14 ヤマナラシにおける1刃あたりの送り量 (f) と切削抵抗 (P) の関係
 Relation between cutting force (P) and feed per knife (f) (Yamanarashi).

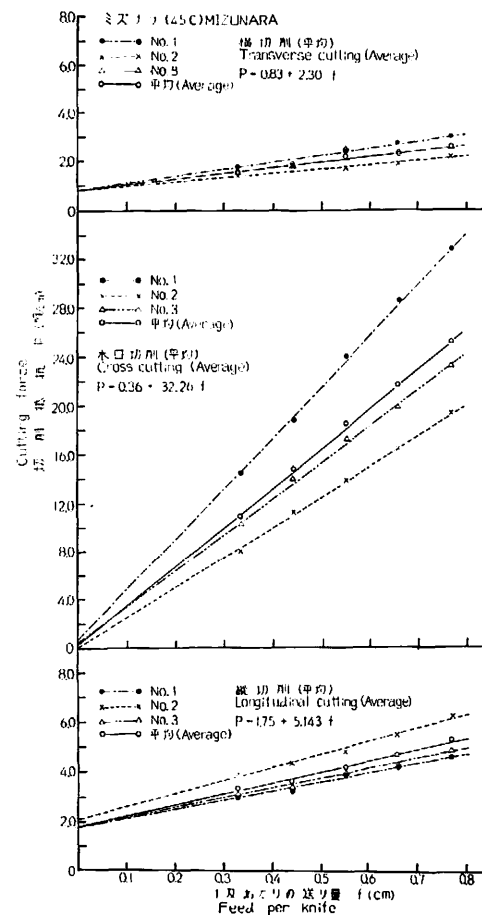


Fig. 15 ミズナラにおける1刃あたりの送り量 (f) と切削抵抗 (P) の関係
 Relation between cutting force (P) and feed per knife (f) (Mizunara).

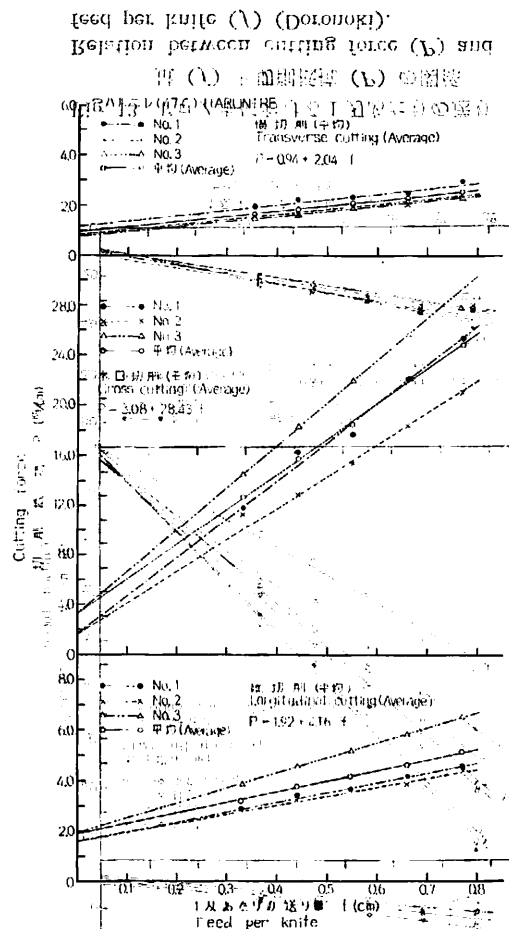


Fig. 16 ハルニレにおける1刃あたりの送り量 (f) と切削抵抗 (P) の関係
Relation between cutting force (P) and feed per knife (f) (Harunire).

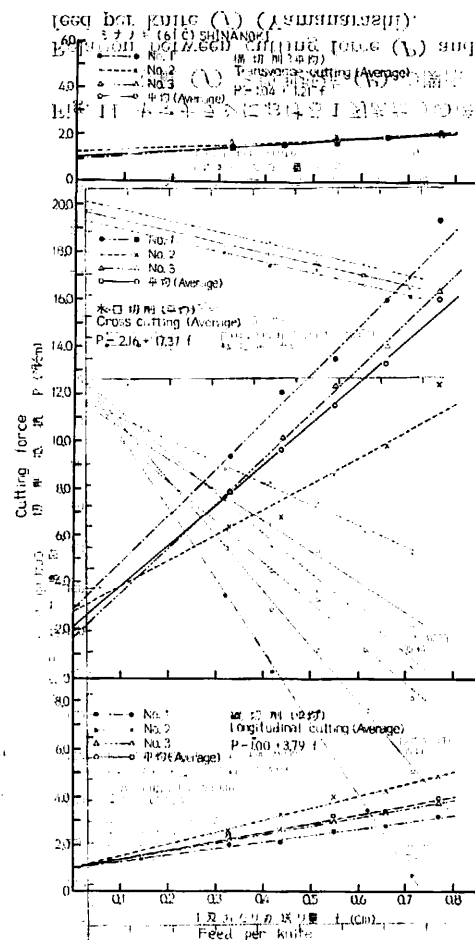


Fig. 17 シナノキにおける1刃あたりの送り量 (f) と切削抵抗 (P) の関係
Relation between cutting force (P) and feed per knife (f) (Shinanoki).

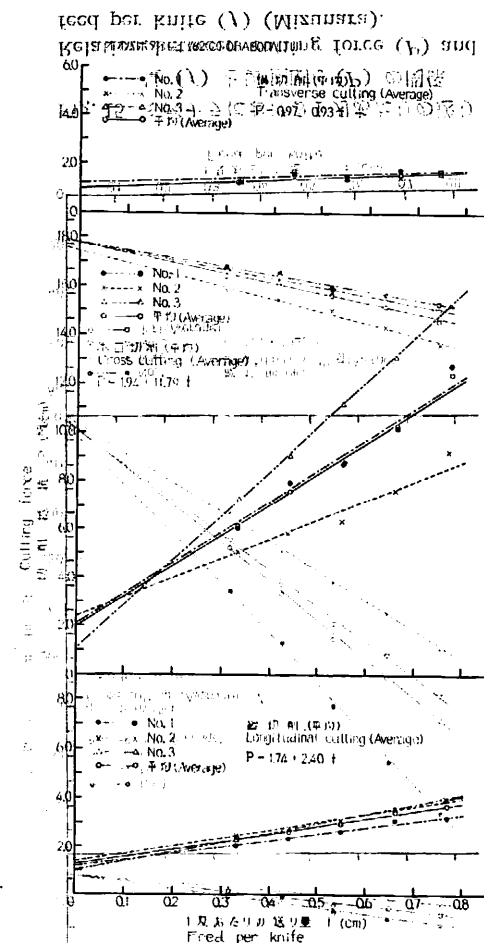


Fig. 18 オオバボダイジュにおける1刃あたりの送り量 (f) と切削抵抗 (P) の関係
Relation between cutting force (P) and feed per knife (f) (Ôhabodaiju).

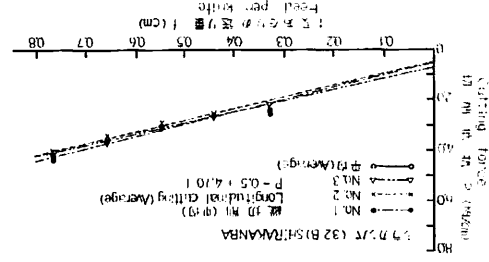
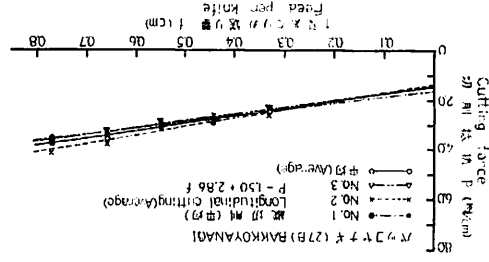


Fig. 22 シラカバにおける1刃あたりの送り量 (f) と切削抵抗 (P) の関係
Relation between cutting force (P) and feed per knife (f) (Shirakanba).

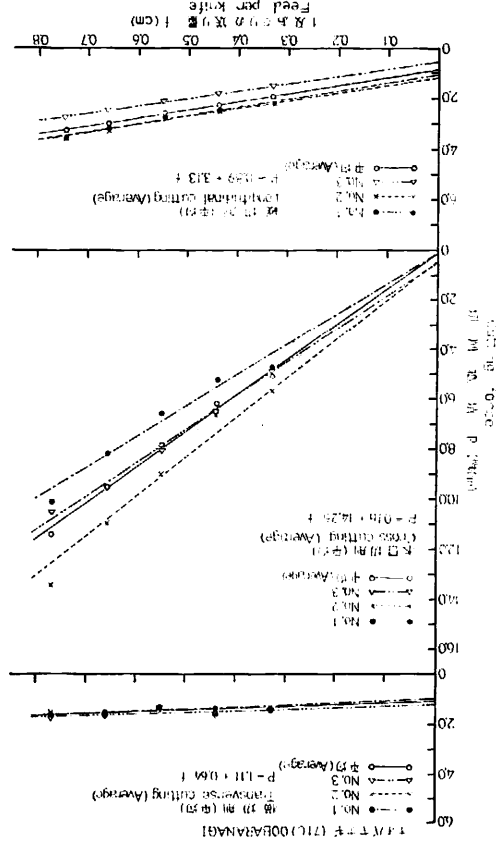


Fig. 20 オオバヤナギにおける1刃あたりの送り量 (f) と切削抵抗 (P) の関係
Relation between cutting force (P) and feed per knife (f) (Obayanagi).

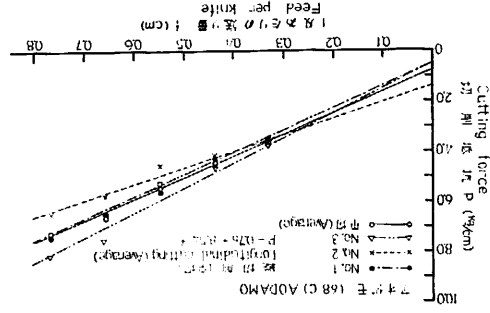


Fig. 19 アオダモにおける1刃あたりの送り量 (f) と切削抵抗 (P) の関係
Relation between cutting force (P) and feed per knife (f) (Adamo).

Table 2. 縦切削における含水率, 材質および測定結果
The a , α and β in cutting force formula (Longitudinal cutting)

樹種 Species	挽板番号 Sawn board No.	試験片 No. Test piece No.	切削時含水率 Moisture content at cutting (%)			年輪幅 Width of annual ring (mm)		容積重 (g/cm ³) Apparent specific gravity		a	α	β
			切削前 Before cut- ting	切削後 After cut- ting	平均 Average			切削時 At cut- ting	全乾時 In oven dry			
ブナ Buna	ナ 38E-79A-02 " 29A-12	1	10.1	10.3	10.2	1.8~3.2	2.5	0.60	0.56	1.85	4.06	
		2	10.1	10.4	10.3	1.0~2.8	2.2	0.61	0.58	1.35	5.57	
ミズナラ Mizunara	ラ 45D-9B-01 " -12A-02 " -13B-01	1	11.2	11.6	11.4	0.8~1.3	1.2	0.70	0.66	1.25	5.06	
		2	11.5	11.8	11.7	0.7~3.7	2.0	0.76	0.73	1.00	5.50	
		3	11.3	11.6	11.5	0.8~2.2	1.3	0.65	0.63	1.45	3.75	
トドマツ Todomatsu	ツ 7D-5C-01 " -5C-11 " -5C-12	1	10.9	10.5	10.7	2.7~4.8	3.6	0.43	0.41	1.10	2.79	
		2	10.5	10.9	10.7	2.8~5.0	3.9	0.41	0.37	1.95	2.31	
		3	10.8	10.4	10.6	3.0~5.0	4.0	0.40	0.37	0.75	3.86	
ヤチダモ Yachidamo	モ 67D-1A-11 " -6A-11 " -15A-01	1	11.7	12.6	12.2	1.4~2.2	1.5	0.63	0.59	1.30	4.93	
		2	11.2	12.6	11.9	1.5~3.5	2.5	0.65	0.61	1.20	4.50	
		3	11.9	12.6	12.3	2.4~4.7	2.7	0.71	0.66	1.50	4.93	
マカンバ Makanba	バ 33D-1A-13 " -1A-13	1	11.1	11.8	11.5	0.5~1.7	1.1	0.73	0.68	0.70	6.19	
		1(辺)	13.2	13.0	13.1	0.7~0.7	1.7	0.72	0.69	1.35	4.36	
アサダ Asada	ダ 35D-1A-01 " -1A-12(左) " -1A-12(右)	1	12.7	13.1	12.9	2.0~5.5	4.0	0.70	0.65	2.90	2.93	2.68
		2	12.8	13.1	13.0	1.8~4.6	2.5	0.73	0.70	2.80	3.18	2.68
		3	12.8	13.1	13.0	0.7~4.5	3.1	0.71	0.69	2.30	2.41	1.48
カツラ Katsura	ラ 50D-1B-01 " -1A-02 " -4A-01	1	10.7	10.8	10.8	0.7~3.4	2.0	0.49	0.46	1.40	4.89	1.82
		2	10.8	10.8	10.8	0.7~2.3	1.5	0.49	0.46	1.80	3.74	2.35
		3	10.2	10.3	10.3	1.0~2.8	1.9	0.47	0.45	1.40	3.94	1.91
ホノキ Hōnoki	キ 51D-3B-11 " -3B-01 " -3B-02	1	10.9	10.8	10.9	0.5~1.6	1.3	0.45	0.42	1.05	3.11	1.61
		2	10.9	11.2	11.1	0.8~1.7	1.3	0.45	0.43	1.05	4.92	3.24
		3	10.5	10.8	10.7	0.7~2.7	1.3	0.45	0.42	1.00	3.72	1.67
イタヤカエデ Itayakaede	デ 59D-2A-11 " -3A-12	1	10.7	10.4	10.6	0.9~2.3	1.3	0.62	0.58	1.80	6.00	
		2	11.1	10.4	10.8	1.4~3.0	2.2	0.68	0.64	1.15	9.93	
セン Sen	ン 64D-3B-00 " -3B-02 " -3B-	1	10.4	11.5	11.0	0.9~3.0	2.0	0.52	0.49	1.00	5.38	
		2	10.4	11.5	11.0	1.3~3.7	2.9	0.56	0.52	1.25	5.38	
		3	10.4	11.4	10.9	0.9~3.0	2.1	0.49	0.46	2.60	3.22	
エゾマツ Ezomatsu	ツ 10C-6B-12 " -11B-02 " -15A-12	1-1	11.6	12.0	11.8	0.5~1.2	1.0	0.42	0.39	1.34	2.10	
		2-1	11.9	12.3	12.1	1.4~3.4	2.0	0.44	0.40	1.34	1.67	
		3-2	11.3	12.5	11.9	3.0~4.5	4.1	0.36	0.33	1.24	1.54	
アカエゾマツ Akaezomatsu	ツ 11C-1A-13 " -2A-02 " -3A-12	1	11.5	12.1	11.8			0.46	0.39	0.93	4.30	
		2	11.5	11.8	11.7			0.45	0.39	0.54	3.89	
		3	11.6	12.4	12.0	1.1~2.2	1.4	0.42	0.39	0.86	4.06	
ドロノキ Doronoki	キ 25C-7A-11 " -7A-12	4-1	10.2	11.3	10.8	3.1~6.0	4.6	0.35	0.33	0.98	3.26	
		4-2	10.1	11.1	10.6	3.0~8.6	4.6	0.32	0.30	0.89	3.16	
ドロノキ Doronoki	キ 25C-2A-11 " -5A-12	2(辺材)	10.3	11.1	10.7	2.2~4.5	3.2	0.41	0.37	0.85	4.15	
		3	10.4	11.0	10.7	1.5~3.8	2.2	0.40	0.37	1.15	3.31	
ヤマナラシ Yamanarashi	シ 26C-1A-01 " -3A-01	1	10.9	11.1	11.0	1.7~3.6	2.4	0.51	0.48	1.49	4.69	
		2	11.0	11.4	11.2	0.5~3.5	2.2	0.46	0.42	0.58	4.64	

樹種 Species	挽板番号 Sawn board No.	試験片 No. Test piece No.	切削時含水率 Moisture content at cutting (%)			年輪幅 Width of annual ring (mm)		容積重 (g/cm ³) Apparent specific gravity		a	α	β
			切削前 Before cutting	切削後 After cutting	平均 Average			切削時 At cutting	全乾時 In oven dry			
ミズナラ Mizunara	45C-4B-02	1	12.0	11.9	12.0	0.5~1.2	0.7	0.58	0.55	1.75	4.16	
	" -19A-02	2	12.5	11.9	12.2	0.6~1.4	0.9	0.73	0.70	2.15	5.89	
	" -21A-11	4	12.1	12.2	12.2	0.5~2.1	1.2	0.63	0.61	1.75	4.63	
ハルニレ Harunire	47C-1A-13	1	11.1	10.7	10.9	2.5~4.6	3.5	0.62	0.58	1.60	3.90	
	" -2B-11	2	10.6	11.0	10.8	1.2~2.7	1.5	0.52	0.46	1.60	3.61	
	" -5A-02	3	11.0	11.1	11.1	—	—	0.67	0.64	1.96	5.91	
シナノキ Shinanoki	61C-1A-02	1	11.1	11.4	11.3	※	※	0.42	0.40	0.98	2.83	
	" -2A-12	2	9.8	11.0	10.4	※	※	0.49	0.46	1.04	5.00	
	" -5A-13	3	9.6	10.5	10.1	0.8~2.4	1.5	0.52	0.50	1.00	3.79	
ホオバボダイジュ Obabodaiju	62C-2A-11	1	10.1	11.2	10.7	1.2~2.0	1.5	0.49	0.47	1.67	1.91	
	" -4A-11	2	11.0	11.3	11.2	1.0~3.5	1.7	0.45	0.42	1.03	3.67	
	" -5A-11	3	10.4	11.1	10.8	0.9~2.4	1.4	0.49	0.47	1.87	2.54	
アオダモ Aodamo	68C-3A-01	1	12.7	12.5	12.1	1.5~3.6	0.4	0.73	0.68	0.53	8.73	
	" -27A-01	2	12.2	11.9	12.1	1.0~2.7	1.6	0.70	0.67	1.37	6.90	
	" -30A-01	3	12.1	12.3	12.2	1.6~3.1	2.1	0.69	0.65	0.48	9.93	
オオバヤナギ Obayanagi	71C-1A-11	1	11.0	11.7	11.4	2.0~4.0	3.4	0.36	0.33	1.07	3.16	
	" -3A-11	2	11.3	11.4	11.4	1.5~4.3	3.5	0.43	0.40	1.20	3.03	
	" -4A-01	3	11.1	12.1	11.6	1.0~1.8	1.2	0.37	0.35	0.53	2.93	
バッコヤナギ Bakkoyanagi	27B-5	1	12.0	11.9	12.0	2.0~5.8	4.3	0.44	0.40	1.67	2.39	
	" -6	2	12.3	12.3	12.3	4.0~9.0	5.0	0.44	0.40	1.39	3.33	
	" -7	3	11.8	12.2	12.0	2.0~6.0	3.9	0.52	0.49	1.50	2.63	
シラカンバ Shirakanba	32B-5-01	1	13.0	13.3	13.2	1.0~3.5	2.0	0.55	0.53	0.50	4.86	
	" -6-01	2	13.2	13.4	13.3	0.8~3.0	2.0	0.57	0.53	0.50	4.59	
	" -7-01	3	13.2	13.6	13.4	1.5~3.0	4.5	0.59	0.54	0.70	4.41	

注) $a, \alpha, \beta; P=a+\alpha f^{\beta}$ における実験定数および指数。The constants in experimental formula $P=a+\alpha f^{\beta}$.
 β の空欄のものは $\beta=1$. β in blank space is 1.

※; 年輪幅が小さいため正確に測定できなかったもの。Accurate values were not obtained because of narrow annual rings.

() 内は平均値。() is average.

Table 3. 横切削における含水率, 材質および測定結果
 The a, α and β in cutting force formula (Transverse cutting)

樹種 Species	挽板番号 Sawn board No.	試験片 No. Test piece No.	切削時含水率 Moisture content at cutting (%)			年輪幅 Width of annual ring (mm)		容積重 (g/cm ³) Apparent specific gravity		a	α	β
			切削前 Before cutting	切削後 After cutting	平均 Average			切削時 At cutting	全乾時 In oven dry			
ブナ Buna	38E-79A-02	1	10.3	10.5	10.4	1.6~2.9	2.0	0.61	0.59	1.40	2.31	
	" -79A-12	2	10.1	10.5	10.3	1.2~2.8	2.3	0.61	0.58	1.00	2.56	
	" -117A-11	3	10.4	10.7	10.6	1.4~2.9	2.1	0.70	0.66	1.40	2.56	
ミズナラ Mizunara	45D-9B-01	1	11.2	11.6	11.4	0.8~1.5	1.1	0.69	0.65	0.45	1.73	
	" -2A-02	2	11.6	11.8	11.7	1.3~2.7	2.0	0.77	0.74	0.45	2.31	
	" -13B-01	3	11.3	11.6	11.5	0.8~2.5	1.2	0.70	0.65	0.35	2.23	

樹種 Species	挽板番号 Sawn board No.	試験片 No. Test piece No.	切削時含水率 Moisture content at cutting (%)			年輪幅 Width of annual ring (mm)	容積重 (g/cm³) Apparent specific gravity		a	α	β
			切削前 Before cut- ting	切削後 After cut- ting	平均 Average		切削時 At cut- ting	全乾時 In oven dry			
トドマツ Todomatsu	7D-5C-12	3	11.4	10.7	11.1	2.9~4.9	4.4	0.41	0.38	0.60	0.40
ヤチダモ Yachidamo	67D-1A-11	1	11.4	12.0	11.7	1.0~2.2	1.5	0.66	0.62	0.60	1.38
	"-6A-11	2	11.3	12.9	12.1	1.4~3.3	1.8	0.63	0.58	0.60	1.38
	"-15A-01	3	11.1	12.6	11.9	1.9~3.7	2.7	0.69	0.65	0.45	1.31
マカンバ Makanba	33D-1A-13	1	11.0	12.6	11.8	0.7~1.6	1.2	0.68	0.64	2.00	2.86
	"-1A-13	2	13.3	13.4	13.4	2.5~5.5	3.4	0.73	0.69	1.78	3.50
	"-1A-13	1(辺)	11.6	12.5	12.1	0.8~1.4	1.1	0.73	0.68	1.15	2.36
カツラ Katsura	50D-1B-01	1	10.6	10.1	10.4	0.8~2.8	1.6	0.46	0.43	0.90	1.17
	"-1A-02	2	10.2	10.1	10.2	0.6~3.5	2.0	0.50	0.45	1.05	1.71
ホオノキ Hōnoki	51D-3B-11	1	10.4	9.9	10.2	0.7~2.0	1.3	0.45	0.42	0.90	2.65
	"-3B-01	2	10.4	10.1	10.3	0.7~1.5	1.3	0.44	0.42	1.50	1.38
	"-3B-02	3	10.3	10.2	10.3	0.8~1.6	1.3	0.45	0.42	1.52	1.66
イタヤカエデ Itayakaede	59D-2A-11	1	10.3	10.8	10.6	0.7~2.4	1.6	0.69	0.65	1.10	2.29
	"-2A-02	2	10.2	10.9	10.6	0.7~2.3	1.5	0.68	0.65	1.50	2.50
	"-3A-12	3	10.2	11.2	10.7	1.1~2.4	1.5	0.62	0.59	0.95	3.56
セ Sen	64D-3B-01	1	10.7	10.4	10.6	1.0~2.8	1.7	0.51	0.49	0.95	3.13
	"-3B-02	2	10.6	10.1	10.4	1.1~4.4	2.9	0.55	0.52	0.90	2.29
	"-3B-11	3	10.5	10.4	10.5	0.9~2.6		0.49	0.47	0.75	2.14
エゾマツ Ezomatsu	10C-6B-02	1	10.6	12.8	11.7	0.7~1.6	1.1	0.41	0.39	0.53	1.27
	"-11B-02	2	11.8	12.7	12.3	1.3~2.5	1.8	0.43	0.40	0.48	1.00
アカエゾマツ Akaezomatsu	11C-1A-13	1	11.6	12.6	12.1	1.1~2.1	1.2	0.46	0.44	0.53	1.60
	"-2A-02	2	12.0	12.6	12.3	0.8~1.2	1.0	0.45	0.39	0.53	1.60
	"-3A-12	3	12.5	13.3	12.9	1.1~2.0	1.5	0.43	0.41	0.98	1.19
ドロノキ Doronoki	25C-1A-12	1	10.8	10.6	10.7	1.5~3.2	2.2	0.37	0.35	0.80	2.59
	"-5A-02	2	10.4	10.9	10.7	※	※	0.37	0.35	0.73	2.20
	"-7A-01	4	10.6	10.8	10.7	1.7~6.3	4.1	0.34	0.31	0.44	2.26
ドロノキ Doronoki	25C-2A-01	2(辺)	10.5	10.8	10.7	2.5~4.7	3.6	0.44	0.41	1.04	1.36
ヤマナラシ Yamanarashi	26C-1A-01	1	11.8	11.8	11.8	1.7~3.6	2.4	0.52	0.48	1.22	1.43
	"-3A-01	2	11.4	11.9	11.7	0.5~3.5	2.2	0.50	0.47	1.22	1.11
ミズナラ Mizunara	45C-4B-11	1	11.9	11.0	11.5	0.8~1.5	1.1	0.63	0.60	0.83	2.86
	"-19A-12	2	11.6	11.4	11.5	0.8~1.7	1.3	0.77	0.75	0.83	1.74
	"-21A-01	3	11.3	11.4	11.4	0.5~2.1	1.1	0.60	0.57	0.83	2.30
ハルニレ Harunire	47C-1A-01	1	11.3	11.1	11.2	2.5~5.8	3.6	0.60	0.58	1.16	2.09
	"-2B-12	2	10.6	11.1	10.9	1.2~1.8	1.3	0.47	0.45	0.82	2.01
	"-5A-01	3	10.9	11.5	11.2	1.5~3.6	2.3	0.58	0.54	0.77	1.96
シナノキ Shinanoki	61C-1A-02	1	9.7	10.7	10.2	1.3~2.4	1.7	0.52	0.49	0.88	1.63
	"-2A-02	2	9.5	11.4	10.5	0.5~2.0		0.49	0.45	1.22	1.43
	"-5A-02	3	10.1	12.5	11.3	0.8~3.4	1.6	0.48	0.43	1.04	1.21
オオバボダイジュ Obabodaiju	62C-4A-11	1	9.5	10.4	10.0	1.0~3.4	1.7	0.45	0.42	1.17	0.76
	"-5A-01	2	9.9	11.4	10.7	0.9~2.4	1.4	0.49	0.47	0.97	0.93
	"-2A-11	3	10.3	10.7	10.5	0.9~1.4	1.3	0.48	0.46	0.97	0.93

樹種 Species	試片番号 Sawn board No.	試験片 Test piece No.	切削時含水率 Moisture content at cutting (%)			年輪幅 Width of annual ring (mm)	容積重 (g/cm ³) Apparent specific gravity		a	α ₁	β
			切削前 Before cut-ting	切削後 After cut-ting	平均 Average		切削時 At cut-ting	全乾時 In oven dry			
オオバヤナギ Obayanagi	71C-1A-11	1	10.8	11.7	11.3	2.0~4.0	0.37	0.34	1.03	0.70	
	" - 2A-11	2	10.9	11.7	11.3	1.0~5.0	0.45	0.42	1.11	0.64	
	" - 4A-11	3	11.1	11.7	11.4	0.8~2.1	0.37	0.35	1.24	0.57	

注) $a, \alpha, \beta: P=a+\alpha f^{\beta}$ における実験定数, $\beta=1$. The constants in experimental formula $P=a+\alpha f^{\beta}$, $\beta=1$.

※: 年輪幅が小さいため正確に測定できなかったもの。 Accurate values were not obtained because of narrow annual rings.

() 内は平均値。 () is average.

Table 4. 木口切削における含水率、材質および測定結果
The a, α and β in cutting force formula (Cross cutting)

樹種 Species	挽板番号 Sawn board No.	試験片 Test piece No.	切削時含水率 Moisture content at cutting (%)			年輪幅 Width of annual ring (mm)	容積重 (g/cm ³) Apparent specific gravity		含水率 Moisture content (%)		
			切削前 Before cut-ting	切削後 After cut-ting	平均 Average		切削時 At cut-ting	全乾時 In oven dry	a	α	β
ブナ Buna	38E-79A-12	1	10.7	11.5	11.1	2.8~7.4	0.62	0.59	0.1	30.43	
	" -79A-12	2(辺)	11.9	12.2	12.1	2.7~5.8	0.64	0.62	1.8	25.71	
	" -177A-11	3	11.8	11.6	11.7	2.6~6.9	0.70	0.68	5.7	25.86	
ミズナラ Mizunara	45D-9B-01	1	11.8	12.2	12.0	1.6~3.9	0.72	0.68	3.6	27.71	
	" -12A-02	2	12.2	11.9	12.1	2.2~7.7	0.78	0.73	1.8	30.86	
	" -13B-01	3	11.5	11.4	11.5	1.5~4.9	0.70	0.66	0.2	29.71	
トドマツ Todomatsu	7D-5C-01	1	10.3	10.9	10.6	5.2~9.2	0.42	0.39	0.75	18.93	
	" -5C-11	2	10.5	11.1	10.8	4.9~9.6	0.41	0.38	2.05	16.35	
	" -5C-12	3	10.3	11.0	10.7	5.7~11.1	0.41	0.39	1.1	19.14	
ヤチダモ Yachidamo	67D-1A-11	1	12.5	13.7	13.1	1.0~2.9	0.64	0.59	1.7	26.00	
	" -6A-11	2	12.1	11.9	12.0	2.1~5.8	0.63	0.58	3.4	22.29	
	" -15A-01	3	11.7	12.3	12.0	4.3~7.1	0.68	0.64	4.0	20.57	
マカンバ Makanba	33D-1A-13	1	12.0	11.4	11.7	2.0~4.0	0.71	0.67	3.9	26.80	
	" " "	2	11.7	11.5	11.6	1.9~3.7	0.72	0.68	3.3	28.93	
	" -2A-12	3	12.5	13.2	12.9	1.1~5.0	0.74	0.68	10.5	21.29	
カツラ Katsura	50D-1B-01	1	10.7	10.8	10.8	2.2~4.7	0.50	0.47	0.70	14.33	
	" -1A-02	2	10.8	10.8	10.8	2.0~6.0	0.48	0.45	1.70	13.38	
	" -4A-01	3	10.2	10.3	10.3	1.4~4.7	0.48	0.45	0.90	12.71	
ホオノキ Hônoki	51D-3B-11	1	10.9	10.8	10.9	1.6~4.5	0.46	0.43	1.3	9.43	
	" "	2	10.9	11.2	11.1	1.0~5.5	0.45	0.43	3.4	9.57	
	" "	3	10.5	10.8	10.7	2.9~6.7	0.47	0.45	1.6	18.89	
イタヤカエデ Itayakaede	59D-2A-11	1	10.7	10.4	10.6	1.8~4.2	0.69	0.67	7.6	20.57	
	" -3A-12	2	11.1	10.4	10.8	0.4~1.2	0.62	0.52	4.4	27.28	
セ Sen	64D-3B-01	1	12.5	13.7	13.1	1.6~5.5	0.50	0.47	2.7	16.57	
	" -3B-02	2	12.1	11.9	12.0	1.8~7.0	0.55	0.52	1.8	18.42	
	" -3B-11	3	11.7	12.7	12.2	1.3~4.2	0.49	0.47	1.1	15.14	

樹種 Species	挽板番号 Sawn board No.	試験片 No. Test piece No.	切削時含水率 Moisture content at cutting (%)			年輪幅 Width of annual ring (mm)			容積重 (g/cm ³) Apparent specific gravity		a	α	β
			切削前 Before cutting	切削後 After cutting	平均 Average				切削時 At cutting	全乾時 In oven dry			
エゾマツ Ezomatsu	10C-3A-01	1	11.8	12.1	12.0	0.9~2.4	1.7	0.41	0.39	2.30	14.50		
	"-6B-12	2	10.6	11.8	11.2	0.7~2.6	1.5	0.41	0.39	0.23	13.79		
	"-11B-11	3	11.5	12.2	11.9	1.5~3.1	2.1	0.43	0.41	0.04	19.70		
アカエゾマツ Akaezomatsu	11C-2A-02	1	10.3	12.2	11.3	0.5~1.5	1.0	0.45	0.42	0.56	21.20		
ドロノキ Doronoki	25C-5A-11	3	11.6	11.3	11.5	2.0~13.5	7.4	0.37	0.35	0.53	14.44		
	"-7A-02	4	11.5	11.1	11.3	2.6~10.0	4.3	0.32	0.30	0.53	17.43		
ドロノキ Doronoki	25C-2A-02	2	11.8	11.2	11.5	1.6~8.1	3.7	0.39	0.36	0.24	20.29		
	"-5A-11	3	11.6	11.3	11.5	2.0~13.5	7.4	0.37	0.35	0.24	20.06		
	"-7A-02	4	11.5	11.1	11.3	2.6~10.0	4.3	0.32	0.30	0.05	11.37		
ヤマナラシ Yamanarashi	26C-1A-01	1	11.7	13.3	12.5	1.4~4.8	2.9	0.52	0.48	1.45	17.54		
	"-3A-01	2	11.5	11.4	11.5	0.5~3.5	2.2	0.44	0.41	1.08	8.61		
ヤマナラシ Yamanarashi	26C-1A-01	1	11.7	13.3	12.5	—	—	—	—	0.25	29.77		
	"-3A-01	2	11.5	11.4	11.5	—	—	—	—	0.17	17.21		
ミズナラ Mizunara	45C-19A-11	1	10.2	12.0	11.1	0.8~1.8	1.2	0.77	0.73	0.88	41.39		
	"-21A-02	2	10.4	12.1	11.3	※~2.4	※	0.62	0.57	0.02	24.94		
	"-43B-04	3	10.7	11.9	11.3	0.5~1.6	1.0	0.64	0.60	0.54	29.66		
ハルニレ Harunire	47C-1A-12	1	10.0	11.4	10.7	1.6~4.3	2.8	0.60	0.58	1.59	30.96		
	"-2B-01	2	10.3	15.5	12.9	1.0~2.5	1.4	0.54	0.50	1.52	25.69		
	"-5A-11	3	10.5	11.8	11.2	1.6~3.7	2.4	0.61	0.58	3.38	34.71		
シナノキ Shinanoki	61C-1A-11	1	10.3	9.5	9.9	0.6~2.3	1.3	0.50	0.48	2.90	20.57		
	"-2C-03	2	10.4	9.9	10.2	※	※	0.47	0.45	2.78	11.09		
	"-5A-12	3	9.9	9.9	9.9	※	※	0.48	0.46	1.70	19.19		
オオバゴダイジュ Obabodaiju	62C-02A-11	1	9.8	10.5	10.2	※	※	0.47	0.44	2.08	11.84		
	"-4A-11	2	9.6	10.2	9.9	2.0~3.5	2.5	0.44	0.41	2.38	8.03		
	"-5A-01	3	10.5	10.4	10.5	1.1~2.5	1.9	0.51	0.49	1.03	18.50		
オオバヤナギ Obayanagi	71C-1A-11	1	10.4	11.2	10.8	2.0~6.0	3.7	0.36	0.34	0.16	12.27		
	"-2A-11	2	10.1	10.8	10.5	1.1~4.9	2.8	0.41	0.39	0.49	15.86		
	"-4A-01	3	11.0	11.5	11.3	1.0~4.5	1.8	0.38	0.36	0.49	13.50		

注) $a, \alpha, \beta: P=a+\alpha f^{\beta}$ における実験定数, $\beta=1$. The constants in experimental formula $P=a+\alpha f^{\beta}$, $\beta=1$.

※: 年輪幅が小さいため正確に測定できなかったもの。Accurate values were not obtained because of narrow annual rings.

() 内は平均値。() is average.

~85% と低下している。この傾向は各切削角にもみられ1刃あたりの送り量が0.7mmより大きくなるにしたがって逆目ぼれにより、無欠点率は低下し、その低下の程度は86°から56°と切削角が小さくなるほど大きいようである。

2) ミズナラ(45D)の適正条件は、切削角56~66°および76°における1刃あたりの送り量0.7~3.0mmおよび0.7~2.1mmであった。この場合に、95~100%および97~100%の無欠点率を示した。Fig. 25-2にみると、56°, 66°の切削角においては、1刃あたりの送り量が大きくなるにしたがって、若干ではあるが無欠点率は逆目ぼれのために低下する。76°および86°の切削角では1刃あたりの送

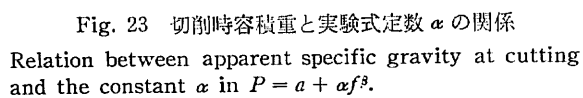


Table 5. 切 削 抵 抗 試 験 結 果

Result of cutting force test

樹 種 Species	切削 方向 Cutting direction	切 削 時 含 水 率 Moisture content at cutting (%)			年 輪 幅 Width of annual ring (mm)		容 積 重 (g/cm ³) Apparent specific gravity		α	α	β
		切 削 前 Before cutting	切 削 後 After cutting	平均 Average			切 削 時 At cutting	全 乾 時 In oven dry			
ブ ナ Buna 38E	L	10.1 (10.1)	10.3~10.4 (10.4)	10.3	1.0~3.2	2.4	0.60~0.61 (0.61)	0.56~0.58 (0.57)	1.80	4.94	
	T	10.1~10.4 (10.3)	10.5~10.7 (10.6)	10.4	1.2~2.9	2.1	0.61~0.70 (0.64)	0.58~0.66 (0.61)	1.25	2.59	
	C	10.7~11.9 (11.5)	11.5~12.2 (11.8)	11.6	2.6~7.4	4.5	0.62~0.70 (0.65)	0.59~0.68 (0.63)	2.10	29.14	
ミズナラ Mizunara 45D	L	11.2~11.6 (11.4)	11.6~11.8 (11.7)	11.5	0.7~3.7	1.6	0.65~0.76 (0.70)	0.63~0.73 (0.67)	1.25	4.86	
	T	11.2~11.6 (11.4)	11.6~11.8 (11.7)	11.5	0.8~2.7	1.4	0.69~0.77 (0.72)	0.65~0.74 (0.68)	0.35	2.25	
	C	11.5~12.2 (11.8)	11.5~12.2 (11.8)	11.9	1.5~7.7	4.2	0.70~0.78 (0.73)	0.66~0.73 (0.69)	1.30	30.43	
トドマツ Todomatsu 7D	L	5.~10.9 (10.7)	10.4~10.9 (10.6)	10.7	2.7~5.0	3.8	0.40~0.43 (0.41)	0.37~0.41 (0.38)	1.40	2.68	
	T	11.4 (11.4)	10.7 (10.7)	11.1	2.9~4.9	4.4	0.41 (0.41)	0.38 (0.38)	0.60	0.40	
	C	10.3~10.5 (10.4)	10.9~11.1 (11.0)	10.7	4.9~11.1	7.6	0.41~0.42 (0.41)	0.38~0.39 (0.39)	0.80	19.14	
ヤチダモ Yachidamo 67D	L	11.2~11.9 (11.6)	12.6 (12.6)	12.1	1.4~4.7	2.2	0.63~0.71 (0.66)	0.59~0.66 (0.62)	1.20	5.00	
	T	11.1~11.4 (11.3)	12.0~12.9 (12.5)	11.9	1.0~3.7	2.0	0.63~0.69 (0.66)	0.58~0.65 (0.62)	0.60	1.35	
	C	11.7~12.5 (12.1)	11.9~13.7 (12.6)	12.4	1.0~7.1	3.0	0.63~0.68 (0.65)	0.58~0.64 (0.60)	2.80	24.00	
マカンバ Makanba 33D	L	11.1 (11.1)	11.8 (11.8)	11.5	0.5~1.7	1.1	0.73 (0.73)	0.68 (0.68)	0.70	6.19	
	T	11.0~13.3 (12.2)	12.6~13.4 (13.0)	12.6	0.7~5.5	2.3	0.68~0.73 (0.71)	0.64~0.69 (0.67)	1.90	3.14	
	C	11.7~12.5 (12.1)	11.4~13.2 (12.0)	12.1	1.1~5.0	3.0	0.71~0.74 (0.72)	0.67~0.68 (0.68)	6.20	25.71	
マカンバ Makanba 33D (辺材)	L	13.2 (13.2)	13.0 (13.0)	13.1	0.7~0.7	0.7	0.72 (0.72)	0.69 (0.69)	1.35	4.36	
	T	11.6 (11.6)	12.5 (12.5)	12.1	0.8~1.4	1.1	0.73 (0.73)	0.68 (0.68)	1.15	2.36	
	C										
アサダ Asada 35D	L	12.7~12.8 (12.8)	13.1 (13.1)	13.0	0.7~5.5	3.2	0.70~0.73 (0.71)	0.65~0.70 (0.68)	2.80	3.18	2.88
カツラ Katsura 50D	L	10.2~10.8 (10.6)	10.3~10.8 (10.6)	10.6	0.7~3.4	1.8	0.47~0.49 (0.48)	0.45~0.46 (0.46)	1.60	4.36	2.223
	T	10.2~10.6 (10.4)	10.1 (10.1)	10.3	0.6~3.5	1.8	0.46~0.50 (0.48)	0.43~0.45 (0.44)	0.95	1.43	
	C	10.2~10.8 (10.6)	10.3~10.8 (10.6)	10.6	1.4~6.0	3.3	0.48~0.50 (0.49)	0.45~0.47 (0.46)	1.25	13.00	
ホノノキ Hōnoki 51D	L	10.5~10.9 (10.8)	10.8~11.2 (10.9)	10.9	0.5~2.7	1.3	0.45 (0.45)	0.42 (0.42)	1.05	3.97	2.151
	T	10.3~10.4 (10.4)	9.9~10.2 (10.1)	10.3	0.7~2.0	1.3	0.44~0.45 (0.45)	0.42 (0.42)	1.20	2.00	
	C	10.5~10.9 (10.8)	10.8~11.2 (10.9)	10.9	1.0~6.7	3.3	0.45~0.47 (0.46)	0.43~0.45 (0.44)	2.40	9.00	

樹種 Species	切削方向 Cutting direction	切 削 時 含 水 率 Moisture content at cutting			年 輪 幅 Width of annual ring (mm)	容 積 重 (g/cm³) Apparent specific gravity		a	α	β
		切 削 前 Before cutting	切 削 後 After cutting	平均 Average		切 削 時 At cutting	全 乾 時 In oven dry			
イタヤカエデ Itayakaede 59D	L	10.7~11.1 (10.9)	10.4 (10.4)	10.7	0.9~3.0	1.8	0.62~0.68 (0.65)	0.58~0.64 (0.61)	1.60	7.18
	T	10.2~10.3 (10.3)	10.8~11.2 (11.0)	10.6	0.7~2.4	1.5	0.62~0.69 (0.66)	0.59~0.65 (0.63)	0.90	3.60
	C	10.7~11.1 (10.9)	10.4 (10.4)	10.7	0.4~4.2	1.7	0.62~0.69 (0.66)	0.58~0.67 (0.63)	6.40	19.14
セ ン Sen 64D	L	10.4 (10.4)	11.4~11.5 (11.5)	11.0	0.9~3.7	2.3	0.49~0.56 (0.52)	0.46~0.52 (0.49)	1.75	4.38
	T	10.5~10.7 (10.6)	10.1~10.4 (10.3)	10.5	0.9~4.4	2.3	0.49~0.55 (0.52)	0.47~0.52 (0.49)	0.75	2.73
	C	11.7~12.5 (12.1)	11.9~13.7 (12.8)	12.4	1.3~7.0	3.5	0.49~0.55 (0.51)	0.47~0.52 (0.49)	1.90	16.28
エゾマツ Ezomatsu 10C	L	11.3~11.9 (11.6)	12.0~12.5 (12.3)	11.9	0.5~4.5	2.4	0.36~0.44 (0.41)	0.33~0.40 (0.37)	1.34	1.67
	T	10.6~11.8 (11.2)	12.7~12.8 (12.8)	12.0	0.7~2.5	1.5	0.41~0.43 (0.42)	0.39~0.40 (0.40)	0.72	0.80
	C	10.6~11.8 (11.3)	11.8~12.2 (12.0)	11.7	0.7~3.1	1.8	0.41~0.43 (0.42)	0.39~0.41 (0.40)	1.17	15.41
アカエゾマツ Akaezomatsu 11C	L	11.5~11.6 (11.5)	11.8~12.4 (12.1)	11.8	1.1~2.2	1.4	0.42~0.46 (0.44)	0.39 (0.39)	0.81	4.01
	T	11.6~12.5 (12.0)	12.6 (12.6)	12.4	0.8~2.1	1.2	0.43~0.46 (0.45)	0.39~0.44 (0.41)	0.68	1.59
	C	10.3 (10.3)	12.2 (12.2)	11.3	0.5~1.5	1.0	0.45 (0.45)	0.42 (0.42)	0.56	21.20
ドロノキ Doronoki 25C	L	10.1~10.2 (10.2)	11.1~11.3 (11.2)	10.7	3.0~8.6	4.6	0.32~0.35 (0.34)	0.30~0.33 (0.32)	0.89	3.27
	T	10.4~10.8 (10.6)	10.6~10.9 (10.8)	10.7	※ ~6.3	※	0.34~0.37 (0.36)	0.31~0.35 (0.34)	0.73	2.20
	C	11.5~11.6 (11.6)	11.1~11.3 (11.2)	11.4	2.0~13.5	5.9	0.32~0.37 (0.35)	0.30~0.35 (0.33)	0.53	16.00
ドロノキ Doronoki 25C (辺材)	L	10.3~10.4 (10.4)	11.0~11.1 (11.1)	10.7	1.5~4.5	2.7	0.40~0.41 (0.41)	0.37 (0.37)	0.97	3.70
	T	10.5 (10.5)	10.8 (10.8)	10.7	2.5~4.7	3.6	0.44 (0.44)	0.41 (0.41)	1.04	1.36
	C	11.5~11.8 (11.6)	11.1~11.3 (11.2)	11.4	1.6~13.5	5.1	0.32~0.39 (0.36)	0.30~0.36 (0.34)	0.06	17.74
ヤマナラシ Yamanarashi 25C	L	10.9~11.0 (11.0)	11.1~11.4 (11.3)	11.1	0.5~3.6	2.3	0.46~0.51 (0.49)	0.42~0.48 (0.45)	1.10	4.61
	T	11.4~11.8 (11.6)	11.8~11.9 (11.9)	11.8	0.5~3.6	2.3	0.50~0.52 (0.51)	0.47~0.48 (0.48)	1.22	0.79
	C	11.5~11.7 (11.6)	11.4~13.3 (12.4)	12.0	0.5~4.8	2.6	0.44~0.52 (0.48)	0.41~0.48 (0.45)	1.20	13.39
ヤマナラシ Yamanarashi 26C (辺材)	L	()	()	—	—	—	()	()	—	—
	T	()	()	—	—	—	()	()	—	—
	C	11.5~11.7 (11.6)	11.4~13.3 (12.4)	12.0	—	—	()	()	0.18	23.77
ミズナラ Mizunara 45C	L	12.0~12.5 (12.2)	11.9~12.2 (12.0)	12.1	0.5~2.1	0.9	0.58~0.73 (0.65)	0.55~0.70 (0.62)	1.75	5.14
	T	11.3~11.9 (11.6)	11.0~11.4 (11.3)	11.5	0.5~2.1	1.2	0.60~0.77 (0.67)	0.57~0.75 (0.64)	0.83	2.30
	C	10.2~10.7 (10.4)	11.9~12.1 (12.0)	11.2	※ ~2.4	※	0.62~0.77 (0.68)	0.57~0.73 (0.63)	0.36	32.26

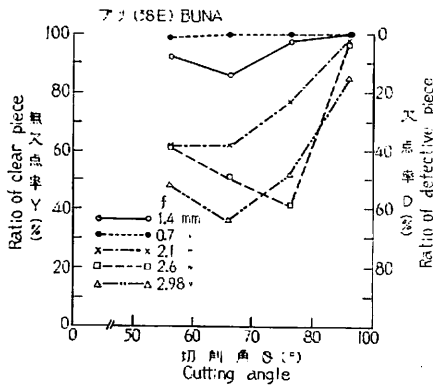
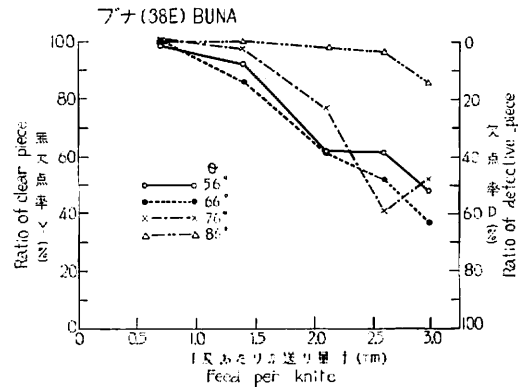
樹種 Species	切削方向 Cutting direction	切 削 時 含 水 率 Moisture content at cutting (%)			年 輪 幅 Width of annual ring (mm)		容 積 重 (g/cm ³) Apparent specific gravity		α	α	β
		切 削 前 Before cutting	切 削 後 After cutting	平均 Average			切 削 時 At cutting	全 乾 時 In oven dry			
ハ ル ニ レ Harunire 47C	L	10.6~11.1 (10.9)	10.7~11.1 (10.9)	10.9	1.2~4.6	2.5	0.52~0.67 (0.60)	0.46~0.64 (0.56)	1.92	4.16	
	T	10.6~11.3 (10.9)	11.1~11.5 (11.2)	11.1	1.2~5.8	2.4	0.47~0.60 (0.55)	0.45~0.58 (0.52)	0.94	2.04	
	C	10.0~10.5 (10.3)	11.4~15.5 (12.9)	11.6	1.0~4.3	2.2	0.54~0.61 (0.58)	0.50~0.58 (0.55)	3.08	28.43	
シ ナ ノ キ Shinanoki 61C	L	9.6~11.1 (10.2)	10.5~11.4 (11.0)	10.6	※ ~2.4	※	0.42~0.52 (0.48)	0.40~0.50 (0.45)	1.00	3.79	
	T	9.5~10.1 (9.8)	10.7~12.5 (11.5)	10.7	0.5~3.4	1.7	0.46~0.52 (0.49)	0.43~0.49 (0.46)	1.04	1.21	
	C	9.9~10.4 (10.2)	9.5~9.9 (9.8)	10.0	※ ~2.3	※	0.47~0.50 (0.48)	0.45~0.48 (0.46)	2.16	17.37	
オ オ バ ボ ダイ ジ ュ Obabodaiju 62C	L	10.1~11.0 (10.5)	11.1~11.3 (11.2)	10.9	0.9~3.5	1.5	0.45~0.49 (0.48)	0.42~0.47 (0.45)	1.74	2.40	
	T	9.5~10.3 (9.9)	10.4~11.4 (10.8)	10.4	0.9~3.4	1.5	0.45~0.49 (0.47)	0.42~0.47 (0.45)	0.97	0.93	
	C	9.6~10.5 (10.0)	10.2~10.5 (10.4)	10.2	※ ~3.5	※	0.44~0.51 (0.47)	0.41~0.49 (0.45)	1.94	11.78	
ア オ ダ モ Aodamo 68C	L	12.1~12.7 (12.3)	11.9~12.5 (12.2)	12.3	1.0~3.6	2.0	0.69~0.73 (0.71)	0.65~0.68 (0.67)	0.76	8.54	
	T	()	()	—	—	—	—	—	—	—	
	C	()	()	—	—	—	—	—	—	—	
オ オ バ ヤ ナ ギ Obayanagi 71C	L	11.0~11.3 (11.1)	11.4~12.1 (11.7)	11.5	1.0~4.3	2.7	0.36~0.43 (0.39)	0.33~0.40 (0.36)	0.89	3.13	
	T	10.8~11.1 (10.9)	11.7 (11.7)	11.3	0.8~5.0	2.2	0.37~0.45 (0.40)	0.34~0.42 (0.37)	1.11	0.64	
	C	10.1~11.0 (10.5)	10.8~11.5 (11.2)	10.9	1.0~6.0	2.8	0.36~0.41 (0.38)	0.34~0.39 (0.36)	0.16	14.29	
バ ッ コ ヤ ナ ギ Bakkoyanagi 27B	L	11.8~12.3 (12.0)	11.9~12.3 (12.1)	12.1	2.0~9.0	4.4	0.44~0.52 (0.47)	0.40~0.49 (0.43)	1.52	2.78	
シ ラ カ ン バ Shirakanba 32B	L	13.0~13.2 (13.1)	13.3~13.6 (13.4)	13.3	0.8~3.5	2.8	0.55~0.59 (0.57)	0.53~0.54 (0.53)	0.57	4.62	

注) L; 縦方向 Longitudinal

T; 横方向 Transvers

C; 木口方向 Cross

a, α, β ; $P=a+\alpha f^{\beta}$ における実験定数および指数。 The constants in experimental formula, $P=a+\alpha f^{\beta}$. () 内は平均値。 () is average. β の空欄のものは $\beta=1$. β in blank space is 1.

Fig. 24-1 ブナにおける切削角 (θ) と無欠点率 (Y) の関係Relation between ratio of clear piece (Y) and cutting angle (θ) (Buna).Fig. 24-2 ブナにおける1刃あたりの送り量 (f) と無欠点率 (Y) の関係Relation between ratio of clear piece (Y) and feed per knife (f) (Buna).Table 6. 切削面の良否判定を基準とする適正切削条件試験結果
Suitable cutting conditions for the best cut surface

樹種 Species	適正条件 Suitable cutting condition			含水率 Moisture content at cutting (%)	切削時容積重 Apparent specific gravity at cutting (g/cm ³)	木理傾斜角 Slope of grain (°)
	切削角 Cutting angle (°)	1刃あたりの送り量 Feed per knife (mm)	無欠点率 Ratio of clear piece (%)			
ブナ (38E) Buna	56~86	0.7	97~100	98~11.8 (10.3)	0.60~0.71 (0.64)	1~12 (3.9)
	56	1.4	92			
	76~86	1.4	96~100			
	86	2.1~2.6	95~97			
ミズナラ (45D) Mizunara	56~66	0.7~3.0	95~100	9.1~11.2 (10.1)	0.44~0.75 (0.61)	0~16 (4.2)
	76	0.7~2.1	97~100			
ヤチダモ (67D) Yachidamo	56	0.7~1.4	91~100	10.5~12.5 (11.4)	0.62~0.74 (0.67)	1~14 (3.9)
	66	0.7~1.4	97~100			
	76	1.4~2.1	97~100			
	86	2.6	97			
エゾマツ (10C) Ezomatsu	56	0.7	79	8.9~9.7 (9.3)	0.42~0.46	0~5 (1.8)
ミズナラ (45C) Mizunara	56	0.7~1.4	91~96	8.9~10.5 (9.7)	0.58~0.78	0~9 (4.0)
	66	1.4	98			

注) 適正条件は無欠点率の最大および90%以上の条件とした。

Cutting conditions at maximum or above 90% of clear ratio in Figs. 24~28.

()は平均値。() is average.

り量が小さいときは毛羽立ちによる欠点が多く発生し、送り大になるにしたがってその発生量が小さくなる傾向が目立ち、76°においては、 $f = 2.1$ mm 以上では無欠点率が最大となった。

3) ミズナラ (45C) の適正条件は、切削角 56° および 66° における1刃あたりの送り量 0.7~1.4 mm および 1.4 mm であった。この場合に 91~96% および 98% の無欠点率を示した。札幌管林局管内産の前記ミズナラ材に比べると本試料は逆目ばれ、および毛羽立ちによる欠点が若干、多く発生した。

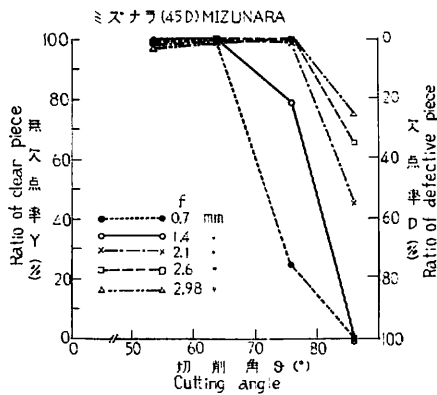


Fig. 25-1 ミズナラにおける切削角 (θ) と無欠点率 (Y) の関係
Relation between ratio of clear piece (Y) and cutting angle (θ) (Mizunara).

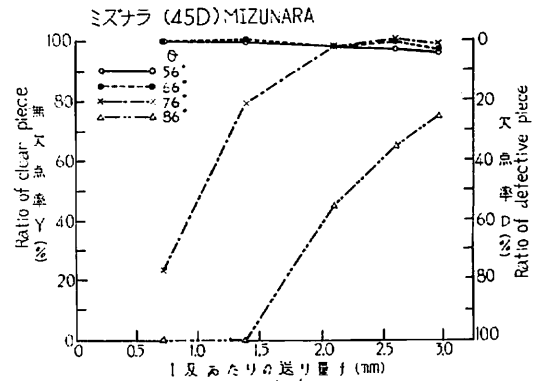


Fig. 25-2 ミズナラにおける1刃あたりの送り量 (f) と無欠点率 (Y) の関係
Relation between ratio of clear piece (Y) and feed per knife (f) (Mizunara).

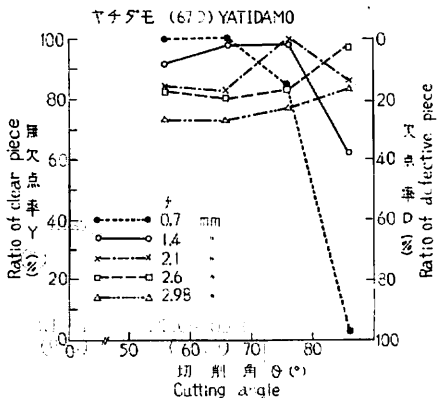


Fig. 26-1 ヤチダモにおける切削角 (θ) と無欠点率 (Y) の関係
Relation between ratio of clear piece (Y) and cutting angle (θ) (Yachidamo).

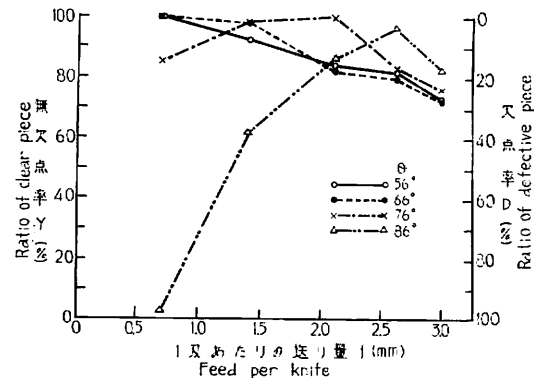


Fig. 26-2 ヤチダモにおける1刃あたりの送り量 (f) と無欠点率 (Y) の関係
Relation between ratio of clear piece (Y) and feed per knife (f) (Yachidamo).

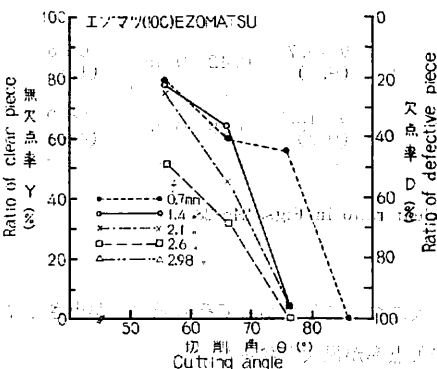


Fig. 27-1 エゾマツにおける切削角 (θ) と無欠点率 (Y) の関係
Relation between ratio of clear piece (Y) and cutting angle (θ) (Ezomatsu).

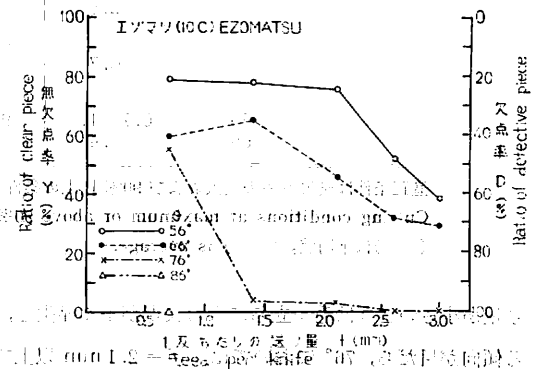


Fig. 27-2 エゾマツにおける1刃あたりの送り量 (f) と無欠点率 (Y) の関係
Relation between ratio of clear piece (Y) and feed per knife (f) (Ezomatsu).

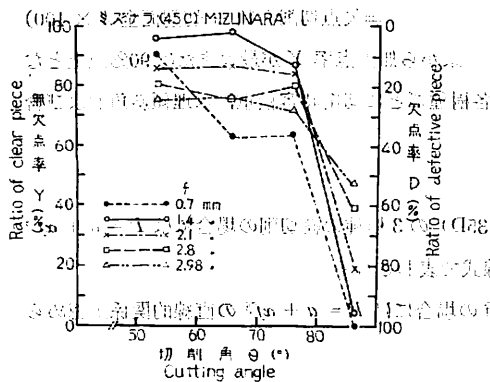


Fig. 28-1 ミズナラにおける切削角(θ)と無欠点率(Y)の関係
Relation between ratio of clear piece (Y) and cutting angle (θ) (Mizunara).

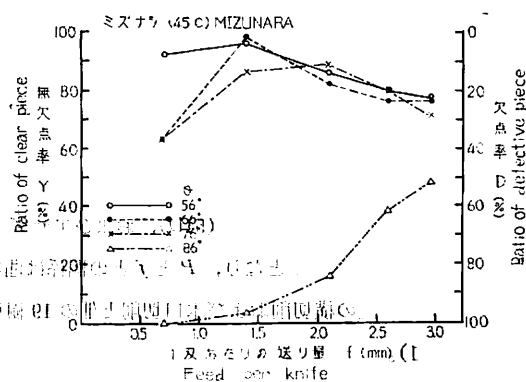


Fig. 28-2 ミズナラにおける1刃あたりの送り量(f)と無欠点率(Y)の関係
Relation between ratio of clear piece (Y) and feed per knife (f) (Mizunara).

4) ヤチダモ (67D) の適正切削条件は、切削角 56° , 66° , 76° および 86° において、1 刃あたりの送り量が $0.7 \sim 1.4$ mm, $0.7 \sim 1.4$ mm, $1.4 \sim 2.1$ mm および 2.6 mm であった。この場合に 91~100%, 97~100%, 97% および 97% の無欠点率を示した。Fig. 26-2 にみるとく切削角 56° , 66° においては、送り量が 0.7 mm より大きくなるにしたがって、逆目づれにより無欠点率は低下する。 76° および 86° の切削角においては、 0.7 mm の送り量のときには、85% および 5% と無欠点率は毛羽だちによる欠点のために低下するが、送り量が大きくなるにしたがって毛羽だちの発生が減少し、前者は 2.1 mm、後者は 2.6 mm の送り量において最大の無欠点率となり、より、以上の送り量では逆目づれによる欠点のために低下した。

5) エゾマツ (10C) の適正切削条件は、切削角 56° において 1 刃あたりの送り量 0.7 mm であった。この場合に 79% の無欠点率を示した。Fig. 27-2 にみるとく切削角 56° においては送り量 $0.7 \sim 2.1$ mm の間の無欠点率は大きな差はないので、切削能率を考慮すれば実質上の使用条件というであろう。

4. 摘 要

日本産主要樹種の性質に関する研究の一部として、さきに報告した試験法により、北海道産材 22 樹種について、切削抵抗試験および切削面の良否から判定する適正切削条件の試験を実施した。

切削抵抗試験の供試材は Table 1 に示す 22 樹種である。アサダ (35D), アオダモ (68C), バッコヤナギ (27B) およびシラカンバ (32B) の 4 樹種では縦切削試験、他の 18 樹種では縦切削、横切削および木口切削試験を行ない、1 刃あたりの送り量 f (cm) と切削抵抗 P (kg/cm) の関係を求めた。その結果を Fig. 1~22 に示す。この結果から実験式 $P = a + af^\beta$ の定数 a , α および指数 β を求め、Table 2 に示す。各試験材について、切削時および全乾時の容積重、年輪幅ならびに切削時含水率を測定し、同表に付記した。

切削面の良否から判定する適正切削条件の試験には、採材計画の A, B グループのブナ (38E), ミズナラ (45C および 45D), ヤチダモ (67D), エゾマツ (10C) の 5 種類を供試材として、1 刃あたりの送り量 $0.7 \sim 3.0$ mm の 5 条件、切削角 $56^\circ \sim 86^\circ$ の 4 条件の組合せ 20 条件の切削試験を行なった。切削面

の良否判定は実用上の立場から行なった。切削条件と無欠点率 Y (無欠点切削面数 ÷ 切削面全数 × 100) の関係を求めた。その結果を Fig. 24~28 に示す。この結果から無欠点率 Y が最大または 90% 以上となる条件を適正切削条件とし、Table 6 に示す。なお、各樹種ごとに切削時容積重、木理傾斜角および含水率を測定し、同表に付記した。

以上の結果を要約すると、

1) カツラ (50D), ホオノキ (51D), およびアサダ (35D) の 3 樹種の縦切削の場合には $P = a + \alpha f^{\beta}$ の実験式において $\beta \approx 1$ となり、 P と f との関係は曲線式で表わされる。

2) 前記 3 樹種の横切削および木口切削と他の 19 樹種の場合には $P = a + \alpha f^{\beta}$ の直線関係が認められた ($\beta = 1$)。

3) ブナ (38E) では、切削角 56° 、 56° 、 76° および 86° に対する適正な 1 刃あたりの送り量は、それぞれ 0.7 mm, 1.4 mm, 1.4 mm および 2.1~3.0 mm となり、99~100%, 92%, 96~100% および 95~97% の無欠点率を示した。

4) ミズナラ (45D) では切削角 56° および 76° に対する適正な 1 刃あたりの送り量は、それぞれ 0.7~3.0 mm および 0.7~2.1 mm となり、95~100% および 97~100% の無欠点率を示した。

5) ミズナラ (45C) では、切削角 56° および 66° に対する適正な 1 刃あたりの送り量はそれぞれ 0.7~1.4 mm および 1.4 mm となり、91~96% および 98% の無欠点率を示した。

6) ヤチダモ (67D) では切削角 56° 、 66° 、 76° および 86° に対する適正な 1 刃あたりの送り量は、それぞれ 0.7~1.4 mm, 0.7~1.4 mm, 1.4~2.1 mm および 2.6 mm となり、91~100%, 97~100%, 97% および 97% の無欠点率を示した。

7) エゾマツ (10C) では、切削角 56° に対する適正な 1 刃あたりの送り量は 0.7 mm となり、79% の無欠点率を示した。なお、切削能率を考慮した実用上の使用条件を考えると、Fig. 27-2 にみるごとく切削角 56° 、1 刃あたりの送り量 0.7~2.1 mm の条件も一応の作業基準といいうるであろう。

文 献

- 1) 星 通：日本産主要樹種の性質、回転鉋における被削性について（第 1 報）、中国、四国および東北地方産材の回転鉋における被削性試験、林試研報、189, 161~182, (1966)
- 2) 星 通：南洋材の性質 3、カンボジア産材 8 樹種の回転鉋における被削性（南洋材の回転鉋における被削性試験 第 2 報）、林試研報、194, 39~49, (1966)
- 3) 星 通：日本産主要樹種の性質、回転鉋における被削性について（第 2 報）、長野および名古屋地方産材の回転鉋における被削性試験、林試研報、200, 185~194, (1967)
- 4) 星 通：南洋材の性質 12、カリマンタン産材 13 樹種における被削性試験（南洋材の回転鉋における被削性試験 第 7 報）、林試研報、218, 203~215, (1968)
- 5) 星 通：日本産主要樹種の性質、回転鉋における被削性について（第 3 報）、九州地方産材の回転鉋における被削性試験、林試研報、221, 39~51, (1969)
- 6) 上村 武・梅原 誠：日本産主要樹種の性質、試験計画、林試研報、153, 1~14, (1963)

Properties of the Important Japanese Woods

Cutting Properties by Rotating Knife (IV)

Cutting properties of the woods grown in Hokkaidô district

Tooru HOSHINO⁽¹⁾

Summary

In this report, the cutting properties by rotating knife were investigated for twenty-two species grown in Hokkaidô as a part of the studies on the properties of the important Japanese woods. This experiment is divided into two phases. The first is cutting force measurement in longitudinal, transverse and cross cutting for each species, and the second is evaluation of surface cut with various levels of cutting angle (56° ~ 86°) and feed per knife (0.7~3.0 mm) for the five species of Buna (38 E), Mizunara (45 D), Yachidamo (67 D), Ezomatsu (10 C) and Mizunara (45 C). The measurements were carried out by the same method described in a previous report⁽¹⁾.

The results may be summarized as follows;

1) Excepting longitudinal cutting of Asada (35 D), Katsura (50 D) and Hônoki (51 D), the relation between cutting force per unit cutting width P (kg/cm) and feed per knife f (cm) is expressed as $P = a + \alpha f$. For longitudinal cutting of Asada, Katsura and Hônoki, the relation between P and f is expressed as $P = a + \alpha f^{\beta}$. The constant values a , α and β are shown in Tables 2~5 for each species test.

2) The quality of cut surface was affected by cutting angle and feed per knife as shown in Figs. 24~28.

The optimum cutting conditions to obtain a good cut surface are cutting angle 56° ~ 86° at feed per knife 0.7 mm, cutting angle 56° at feed per knife 1.4 mm, cutting angle 76° ~ 86° at feed per knife 1.4 mm, or cutting angle 86° at feed per knife 2.1~3.0 mm for Buna (38 E); cutting angle 56° ~ 66° at feed per knife 0.7~3.0 mm or cutting angle 76° at feed per knife 0.7~2.1 mm for Mizunara (45 D); cutting angle 56° at feed per knife 0.7~1.4 mm or cutting angle 66° at feed per knife 1.4 mm for Mizunara (45 C); cutting angle 56° and 66° at feed per knife 0.7~1.4 mm, cutting angle 76° at feed per knife 1.4~2.1 mm or cutting angle 86° at feed per knife 2.6 mm for Yachidamo; cutting angle 56° at feed per knife 0.7 mm for Ezomatsu.