

帶鋸刃による挽材に関する研究

(第 1 報) 送り力及び歯振量の挽材に及ぼす影響

杉 原 彦 一

(木材物理第 3 研究室)

Hikoichi SUGIHARA : Studies on Wood-sawing by Bandsaw-blade

(The 1st Report) Effects of Feed-force and Width of
Kerf on Wood-sawing

§ 1 は し が き

丸鋸刃による挽材に関する研究は古くは M. MEYER の総合的研究¹⁾があり、又最近²⁾は福井氏等の研究がある。然し帶鋸刃によるものは筆者寡聞にして未だ之を見ない。依て此度小巾帶鋸刃を用いて実験を行いその結果を報告する次第である。

大中の帶鋸刃による本格的挽材実験は実物試験となり相当な種々の困難が予想される。

今回は主として送り力及び歯振量が挽材に及ぼす影響について、巾 $1\frac{1}{4}$ " の小巾の刃に組歯振を与へてスギの気乾材を用いて実験を行つた。即ち送り力を種々変化せしめた時挽材所要仕事量、所要時間が如何に変化するか、亦歯振量の変化によつて挽減量、挽材能率は如何に変化するかを実験結果によつて考察したものである。

附記： 本研究の一部は文部省科学研究助成補助金の交付を受けた。尙亦筆者の研究に対し常に種々御配慮にあづかつている前所長梶田教授に、更に実験に熱心に協力し手伝つて下さつた本研究所吉田技官及び当時西京大学学生であつた宮崎幸一君に厚く感謝の意を表する。本稿の大要は昭和28年4月5日日本林学会第63回大会に於て発表した。

§ 2 実 験 方 法

1) 供試材

杉の角材(約20cm角)より厚さ90mm長さ1000mmの板(巾は約200mm)を木取りしたもので板目、柾目については区別をしていない。亦辺材心材についても区別をしていない。従つて試材には芯持ちのものもあればしからざるものもあり、心材だけのものもあれば亦両側小部分辺材を有するものもある。

その物理的諸性質を示せば第1表の如くである。

第 1 表

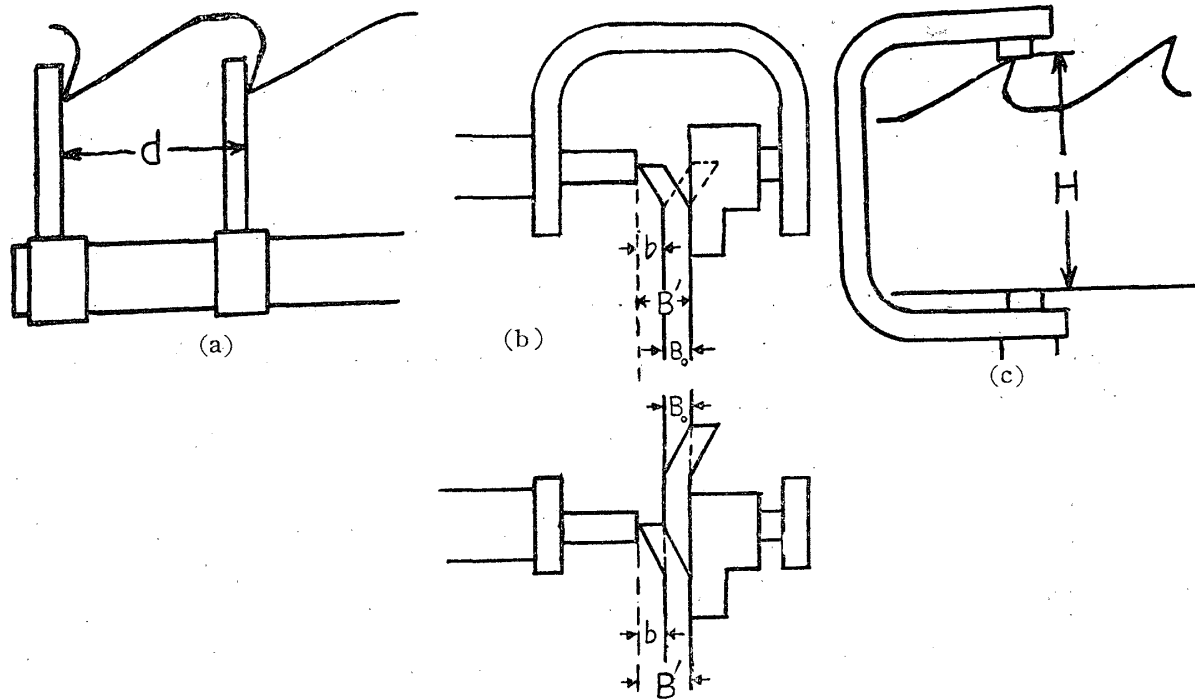
	含水率 % (Moisture Content)	絶乾比重 (Spec. Gravity Oven dry)	平均年輪 幅 mm (Mean Width of Annual Ring)	圧縮強度 kg/mm ² (Compression Strength)
最大 (max)	17.7	0.35	6.9	310
最小 (min)	14.7	0.29	4.3	214
平均値 (mean)	16.1	0.33	5.5	271

2) 供試刃

我国某鋸刃製造会社の巾 $1\frac{1}{4}$ " , 厚さ 21B. W. G. (0.813mm) ピッチ 9mm なる一巻の製品より連続して取った6本の刃を用い, これを No.1, No.2……, No.6 と名付けた。

これ等を小巾自動目立機にかけて同一条件で充分 (各刃共約 1 日) 研磨して先づ歯型を定め, 次に 6 種類の大きさの組歯振を出し更にこれを再び同じ自動目立機にかけて約 2 時間研磨した。かくして得た各刃についてすべての歯の歯高, 歯振量, ピッチ, 厚さを測定した。その結果を示せば第 2 表の如くである。之等各寸法についての測定方法は前に発表したものと同じであるがこれを図示すれば第 1 図 (a), (b), (c) の如くである。

第 1 図

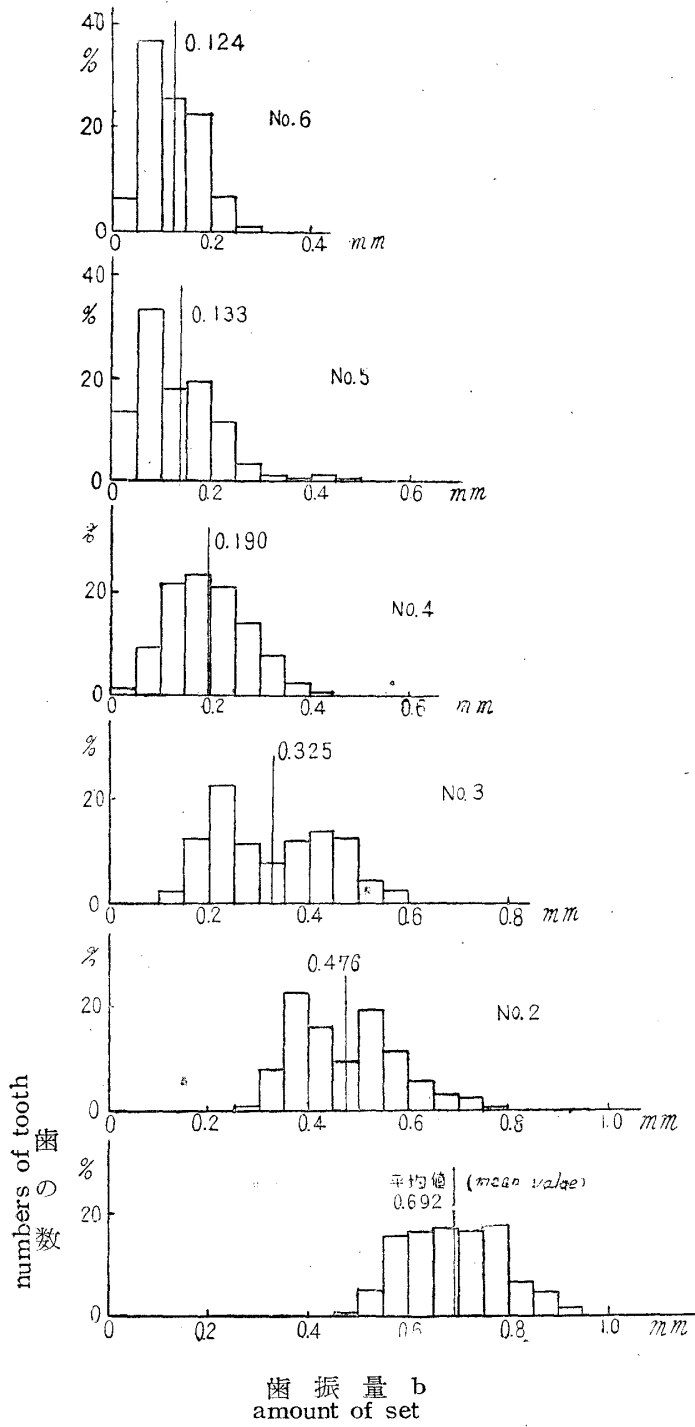


歯振量の分布を区間 0.05mm のヒストグラムにえがけば第 2 図の如くなる。縦軸には歯の数を百分比 % で表してある。図よりわかる如くヒストグラムに山が 2 つ出来ている。かゝることは歯高,

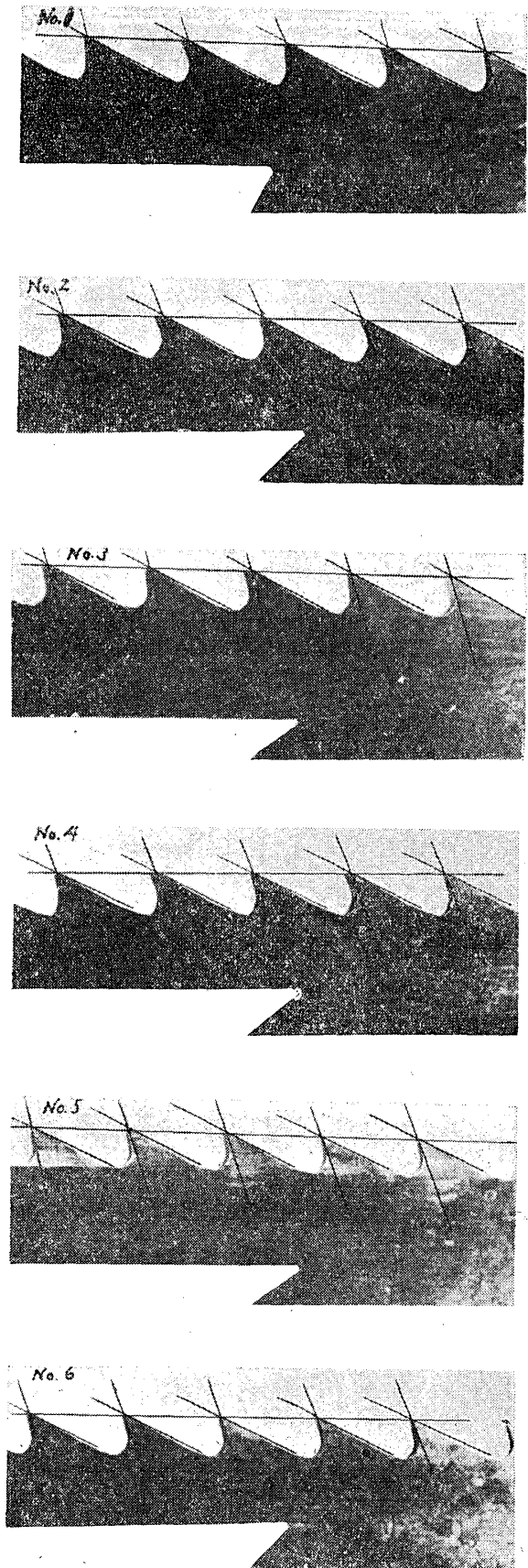
第 2 表

	刃	平 均 値 (mean value)	最 大 値 (mat. value)	最 小 値 (min. value)	変 位 巾 (width of variation)
歯 高 H (mm)	No.1	27.59	27.75	27.33	0.42
	2	27.42	27.58	27.11	0.47
	3	26.56	26.71	26.34	0.37
	4	27.20	27.32	26.93	0.39
	5	27.48	27.64	26.21	0.43
	6	26.88	26.96	26.75	0.21
歯 振 量 B (mm)	No.1	2.25	2.77	1.67	1.10
	2	1.83	2.43	1.31	1.12
	3	1.55	2.05	1.11	0.94
	4	1.26	1.80	0.88	0.92
	5	1.12	1.79	0.88	0.91
	6	1.10	1.46	0.88	0.58
歯 振 量 B 内 外 別 (mm)	No.1	{内 2.40	2.77	1.99	0.78
		{外 2.04	2.43	1.67	0.76
	2	{内 1.95	2.41	1.31	1.10
		{外 1.67	2.43	1.43	1.00
	3	{内 1.84	2.05	1.45	0.60
		{外 1.32	1.67	1.11	0.56
	4	{内 1.35	1.80	1.02	0.78
		{外 1.16	1.62	0.88	0.74
	5	{内 1.18	1.48	1.12	0.36
		{外 1.06	1.18	1.00	0.18
	6	{内 1.18	1.46	0.98	0.48
		{外 1.02	1.24	0.88	0.36
ピ ッ チ p (mm)	No.1	8.92	9.05	8.75	0.30
	2	8.97	9.05	8.75	0.30
	3	8.95	9.05	8.80	0.25
	4	8.92	9.05	8.75	0.30
	5	8.96	9.05	8.80	0.25
	6	8.93	9.00	8.85	0.15
厚 サ B ₀ (mm)	No.1	0.83	0.93	0.79	0.14
	2	0.83	0.90	0.79	0.11
	3	0.81	0.89	0.78	0.11
	4	0.84	0.95	0.79	0.16
	5	0.84	0.96	0.78	0.18
	6	0.84	0.92	0.79	0.13

第 2 図



第 3 図



第 3 表

	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6
歯背角 (Clearance Angle)	25	25	26	26	25	25
歯喉角 (Hook Angle)	20	21	19	21	20	21

ピッチ等では起らない。これは組歯振に特有で内側へ曲げた歯と外側へ曲げた歯とで歯振量 b に差が生じ、内側へ曲げたものは内側のもので一つの分布を示し外側へ曲げたものは外側のもので亦一つの分布を示すために夫々の山がかく2つの山となつて表はれるのであり、而して内側の山が常に歯振量の大きい方に存在している。このことについては別の機会に論ずる積りである。以下歯振量と称するものはこ等内側と外側とを一緒に合せたすべての歯の平均値を言うことにする。

次に歯型の写真を第3図に示す。この歯型より測定した歯脊角、歯端角の各5ヶの平均値を示せば第3表の如くである。

尙腰入、脊盛等全然行なはなかつた。

3) 使用機

上述の帯鋸刃を2H.P.電動機付単独ベルト駆動の30吋木工用テーブル帯鋸盤にかけて挽材を行つた。この機械の空転時に於ける回転数は635 r. p. m. で従つて歯端速度 V は 25.9m/s である。

4) 測定方法

a) 挽材方法

挽材方法は第4図に示す如くである。即ち M の上に二列にローラー R を配置しこの上を挽かんとする材 J をころがせる。端が二又にわかれた定着具 I は各先端に釘を有し、この二又の中に鋸刃 E をはさんで材 J に釘頭をハンマーで軽く打つて固着される。 I はスプリングバランス S と滑車 F_1, F_2 をとほして図の如く他端に荷重 L を吊り下げた細い針金で引張られる。かくして材 J はスプリングバランスに示される引張力 P によつて、送り力としては P なる力で挽かれる。

b) 送り力 P の決定方法

送り力 P は $P = P_0 - \mu(G + Q) \dots \dots \dots (1)$

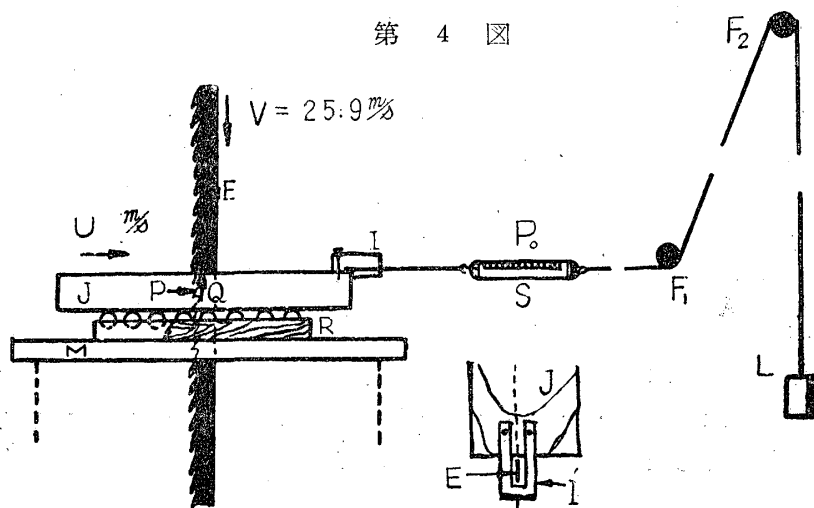
と表はされる。茲に P_0 は上述の如くスプリングバランス S の読みよりわかる引張力であり、 G は挽材の重量で挽材前に秤量しておいて知ることが出来る。 Q は挽材力（テーブル面に垂直に即ち P と直角に作用する力）で後に述べる所要挽材平均動力 K より次の式で求めることが出来る。即ち

$$K = \frac{QV}{102} \dots \dots \dots (2)$$

茲に K : kw V : m/s で本実験では空転の場合 25.9m/s
 μ は材とコロ列との動摩擦係数で、あらかじめ種々の荷重について実験した結果 $\mu = 0.18$ なる値を得た。

c) 仕事量及び所要時間の測定

第 4 図



この測定には図示交流電力計を用いた。測定容量はフルスケール2kwで、採用したチャートの送り速度は240mm/min (=4mm/s) であつた。

所要仕事量は挽材中にチャート上にえがかれる曲線の面積をプランメーターで測つてこれを仕事量 $\text{kw}\cdot\text{s}$ に換算した。換算率は 2.5cm^2 が $1\text{kw}\cdot\text{s}$ である。

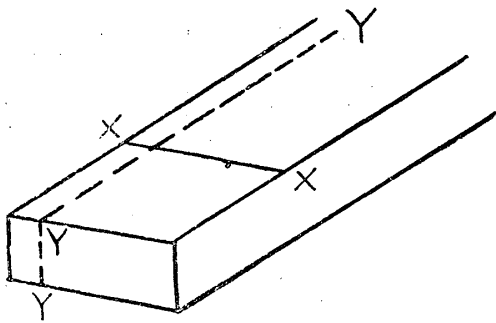
所要時間 T はこのチャート上にえがかれる仕事量を示す曲線図の長さを測定して求める。

尙この図示交流電力計による仕事量の測定法については附録として別に述べる。

d) 挽減量の測定

第5図に於て挽材方向を YY としこれに直角に挽材の一面上に XX なる直線を引いておきこの長さ

第5図 Fig5.



を挽材前と挽材後にノギスで測定しこの差を挽減量とした。測定にあつては両手で強く押し合せて測定した。

§ 3 実験結果

実験結果を各刃について整理をしたものが第4表 No.1 ~ No.6 である。刃 No.1 ~ No.6 は歯振量 B の平均値の大きさの順に番号をつけたものでありそ

の各々の歯振量 B の値を示せば次の如くである。

平均動力 K は所要仕事量 N を所要時間 T で割つたものである。

刃	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6
平均歯振量 (mm)	2.25	1.83	1.56	1.26	1.12	1.10

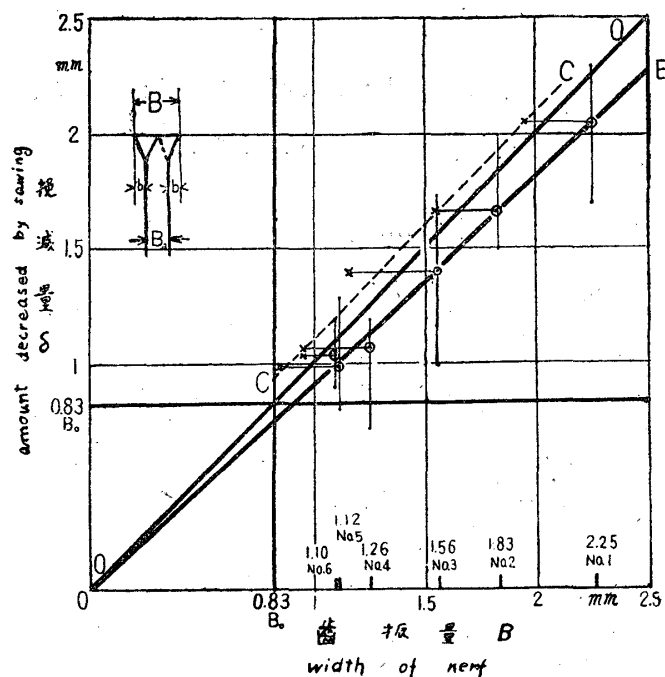
§ 4 実験結果の考察

1) 歯振量と挽減量

歯振量 B の平均値と挽減量 δ との関係を図示したものが第6図である。第6図に於て $\odot$ で示した B の平均値と挽減量 δ との関係を示すものが直線 OB で直線 OO は $\delta=B$ 即ち挽減量と歯振量とが一致した場合を示す。尙縦に細線で示したのは挽減量測定値の変化範囲を示す。

次に δ と B の最小値との関係を示したのが $\times$ 印で示す CC なる直線である。即ち得られた挽減量は挽材両面の最も突出した部分が突合さつた場合のものであるとした場合の関係を示すものである。

第 6 図



第 4 表

No.1

P ₀ (kg)	P (kg)	挽減量 δ (mm)	所要仕事量N (kws)	所要時間T (s)	平均動力K (kw)	平均挽材力Q (kg)
1.20	0.34	2.3	17.2	56.3	0.31	1.22
1.25	0.62	2.2	17.0	30.5	0.56	2.21
1.20	0.56	2.2	16.6	34.8	0.48	1.89
1.25	0.60	2.2	17.2	30.8	0.56	2.21
2.10	1.12	—	19.4	15.5	1.25	4.93
2.00	1.11	2.2	15.8	15.0	1.06	4.18
2.05	1.14	2.0	15.3	13.8	1.11	4.37
2.05	1.12	2.0	15.5	17.3	0.90	3.35
3.20	1.60	1.8	16.4	11.0	1.49	5.87
3.10	1.72	2.1	15.1	9.0	1.68	6.62
2.95	1.56	2.1	13.5	11.5	1.17	4.61
3.00	1.63	1.8	12.2	8.3	1.47	5.79
2.90	1.74	1.7	10.3	7.0	1.47	5.79

No.2

P ₀ (kg)	P (kg)	挽減量 δ (mm)	所要仕事量N (kws)	所要時間T (s)	平均動力K (kw)	平均挽材力Q (kg)
1.20	0.52	0.8	12.5	27.5	0.45	1.77
1.25	0.48	2.0	15.4	42.3	0.36	1.42
1.25	0.55	1.5	13.6	31.3	0.43	1.69
2.05	1.07	1.7	12.0	12.5	0.96	3.78
2.10	1.05	1.7	12.1	12.5	0.97	3.82
2.15	1.10	1.5	10.4	10.3	1.01	3.98
2.10	1.07	1.7	10.9	12.8	0.85	3.35
3.10	1.69	1.6	13.7	10.8	1.27	5.00
3.05	1.65	1.6	13.4	9.8	1.37	5.40
3.00	1.69	1.7	15.6	11.5	1.36	5.36
3.15	1.79	1.6	11.6	8.3	1.41	5.56

No. 3

P ₀ (kg)	P (kg)	挽減量 δ (mm)	所要仕事量N (kws)	所要時間T (s)	平均動力K (kw)	平均挽材力Q (kg)
1.30	0.44	1.3	14.2	40.3	0.35	1.38
1.25	0.46	1.7	12.0	34.0	0.35	1.38
1.20	0.44	1.4	13.3	39.0	0.36	1.42
1.20	0.50	1.6	14.2	41.0	0.35	1.38
2.05	0.98	1.0	12.4	17.5	0.71	2.80
2.05	1.02	1.6	10.4	12.8	0.82	3.23
2.05	1.03	1.6	9.3	13.0	0.73	2.88
2.05	1.01	1.7	11.5	17.0	0.68	2.68
3.10	1.67	1.0	11.0	9.0	1.22	4.81
3.00	1.59	1.1	13.0	11.5	1.13	4.45
3.10	1.61	1.6	12.8	11.0	1.16	4.57
3.85	2.22	1.3	10.5	6.5	1.61	6.34

No. 4

P ₀ (kg)	P (kg)	挽減量 δ (mm)	所要仕事量N (kws)	所要時間T (s)	平均動力K (kw)	平均挽材力Q (kg)
2.10	0.49	1.0	12.4	32.0	0.39	1.54
2.10	0.48	0.5	15.0	28.8	0.52	2.05
2.05	0.49	—	11.4	25.5	0.45	1.77
2.05	0.53	0.7	12.2	31.8	0.38	1.50
1.25	0.60	1.2	10.0	20.3	0.49	1.03
1.30	0.60	1.1	8.6	15.5	0.55	2.17
1.25	0.62	1.2	9.3	19.0	0.49	1.93
1.30	0.62	—	12.6	25.5	0.50	1.97
3.10	1.60	1.1	11.8	8.3	1.44	5.79
3.15	1.64	0.8	11.2	7.8	1.44	5.79
3.10	1.60	1.1	13.4	10.3	1.31	5.17
3.20	1.68	1.1	11.6	9.8	1.19	4.69
3.90	1.61	1.1	14.0	12.0	1.17	4.61
3.80	1.64	1.2	14.0	11.5	1.22	4.81
3.80	1.87	1.1	13.3	9.8	1.36	5.38

杉原：帯鋸刃による挽材に関する研究

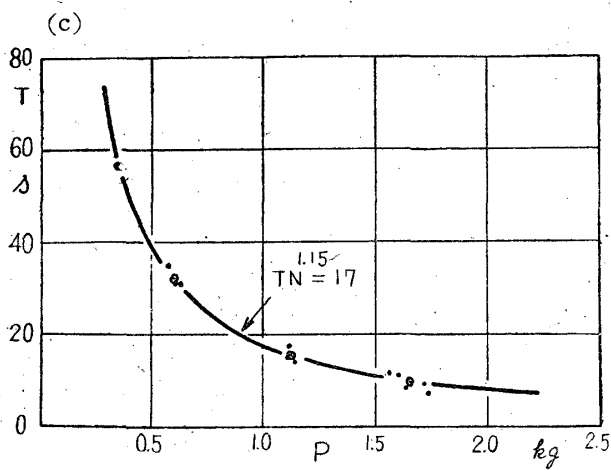
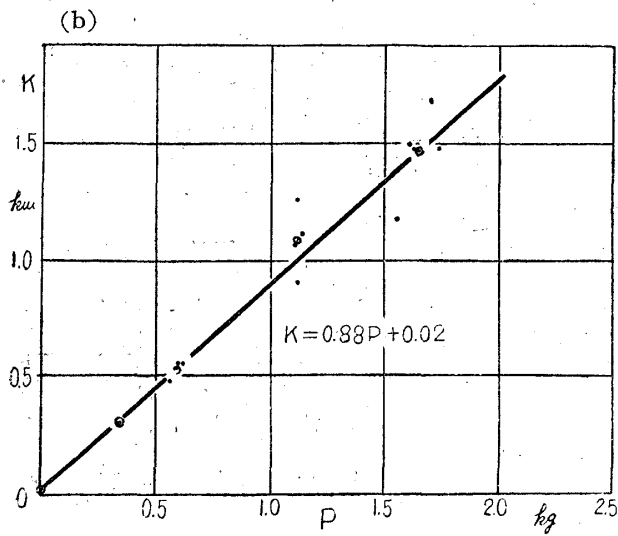
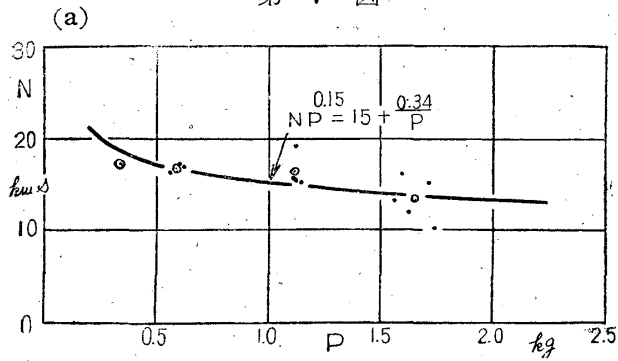
No.5

P ₀ (kg)	P (kg)	挽減量 δ (mm)	所要仕事量 N (kws)	所要時間 T (s)	平均動力 K (kw)	平均挽材力 Q (kg)
2.05	0.75	0.9	29.6	28.0	1.05	4.14
2.05	0.75	0.9	21.2	24.3	0.88	3.47
2.10	0.73	1.0	21.8	24.8	0.88	3.47
2.00	0.76	0.9	16.5	20.0	0.83	3.27
1.20	0.28	0.8	29.3	54.0	0.54	2.13
1.20	0.37	1.1	21.6	37.5	0.65	2.56
1.15	0.50	1.3	18.5	41.8	0.44	1.73

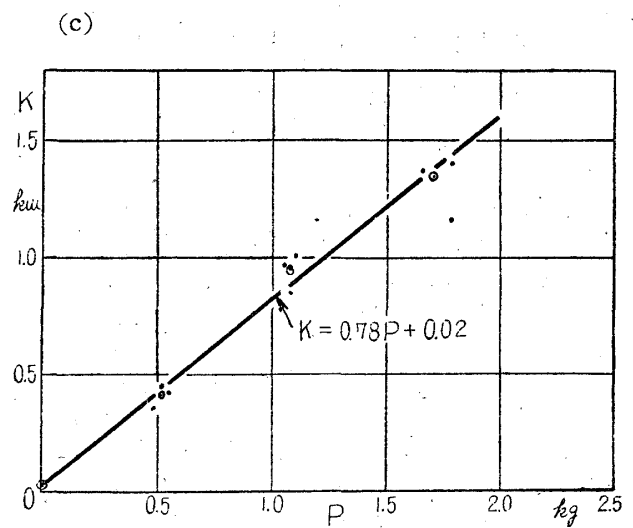
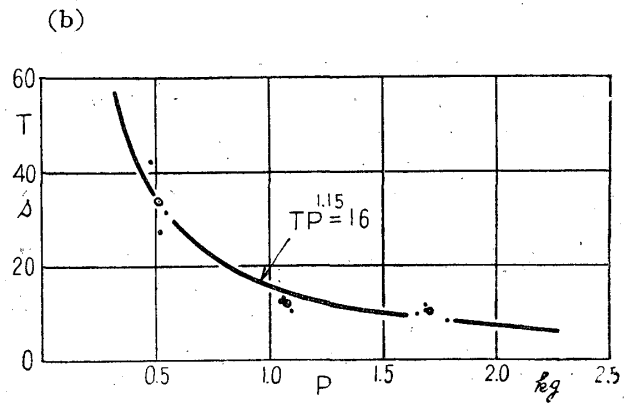
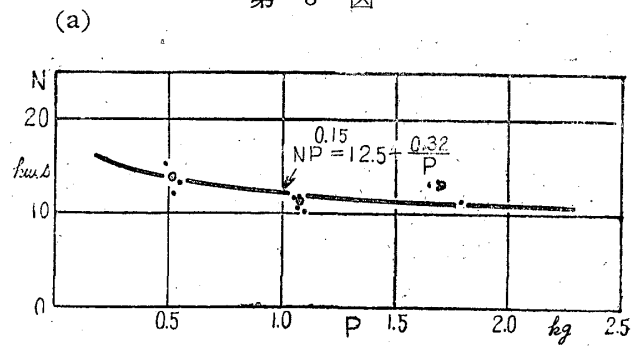
No.6

P ₀ (kg)	P (kg)	挽減量 δ (mm)	所要仕事量 N (kws)	所要時間 T (s)	平均動力 K (kw)	平均挽材力 Q (kg)
1.30	0.68	1.1	10.4	25.5	0.41	1.61
1.30	0.68	1.0	9.0	18.5	0.49	1.93
1.25	0.69	1.0	10.3	24.3	0.42	1.65
1.20	0.63	1.1	10.5	25.8	0.41	1.61
2.10	0.94	0.9	14.8	20.3	0.73	2.88
2.15	0.94	1.2	12.6	17.0	0.74	2.91
2.20	1.01	1.5	12.0	16.3	0.74	2.91
2.10	0.93	1.1	13.9	20.5	0.68	2.65
3.15	1.66	0.9	8.4	6.8	1.24	4.89
3.05	1.62	0.9	11.2	9.8	1.15	4.53
3.10	1.72	1.2	9.1	6.8	1.35	5.32
3.80	2.03	1.1	19.0	12.3	1.55	6.11
3.90	2.10	1.1	17.3	11.8	1.47	5.79
3.90	1.99	1.0	14.2	9.8	1.45	5.72
3.80	2.03	0.9	13.3	9.0	1.48	5.83

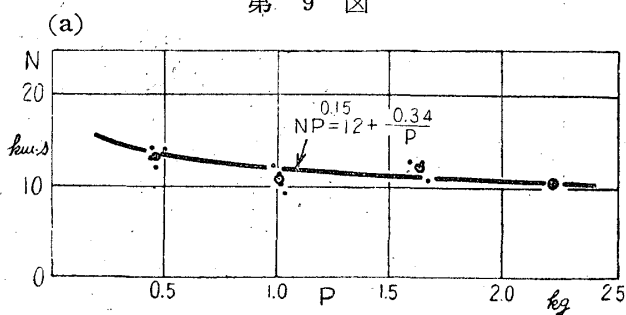
第 7 図



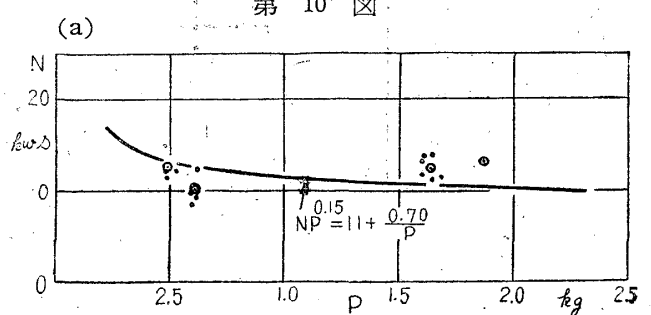
第 8 図



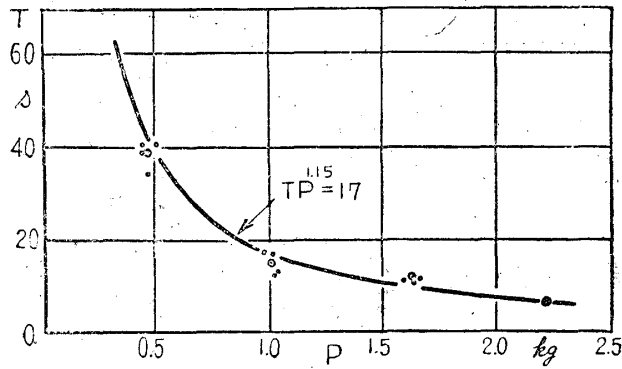
第 9 図



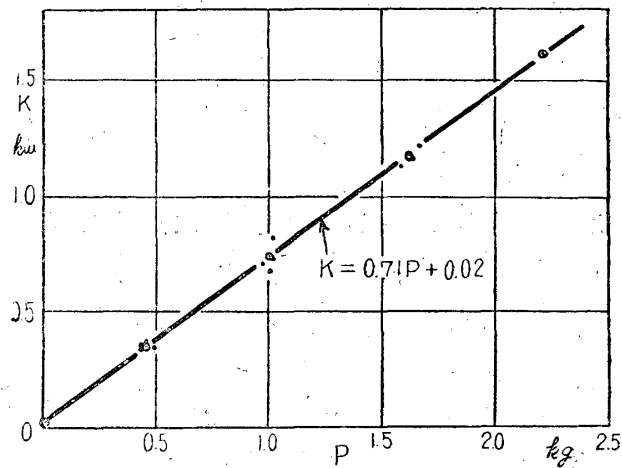
第 10 図



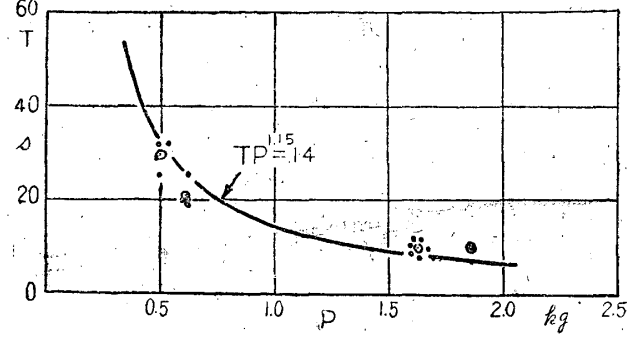
(b) 第 9 図



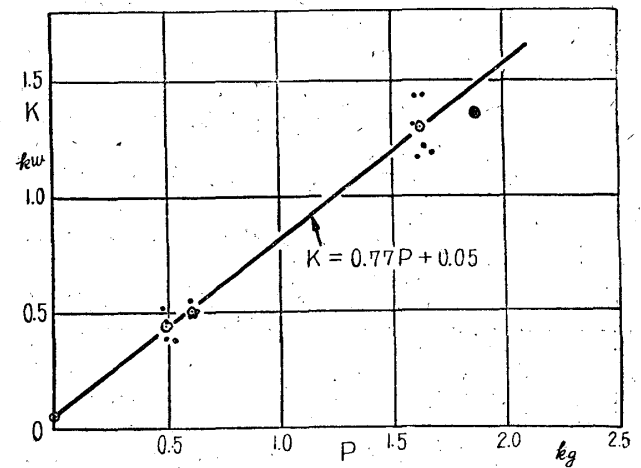
(c)



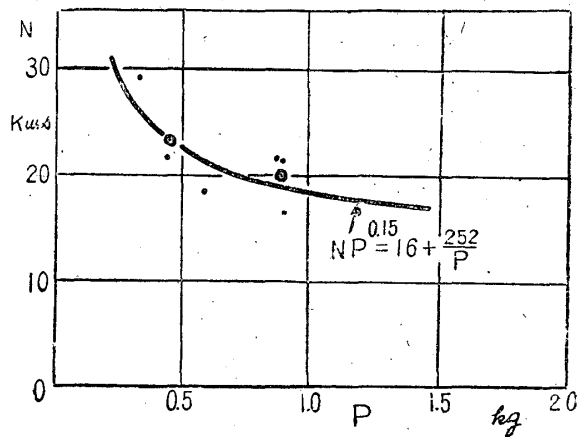
(b) 第 10 図



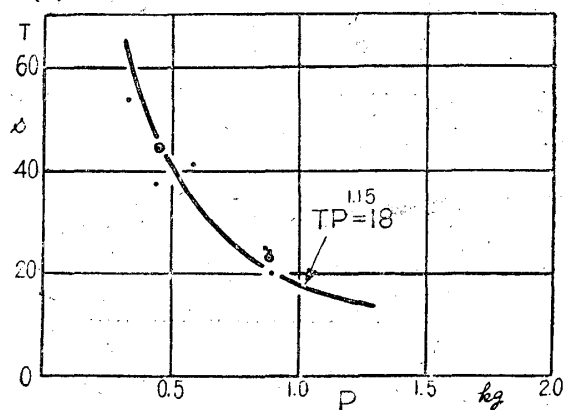
(c)



(a) 第 11 図

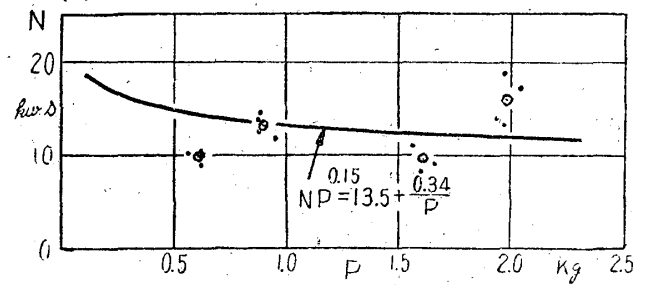


(b)

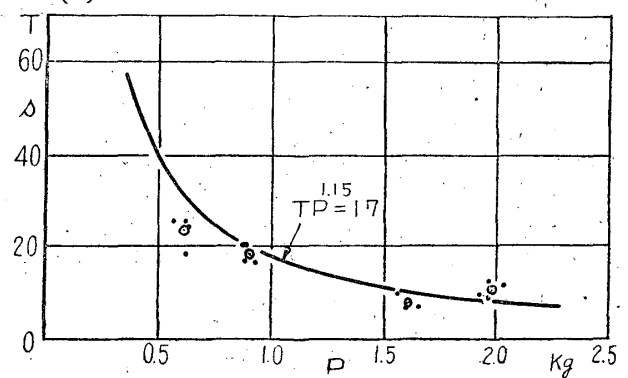


第 12 図

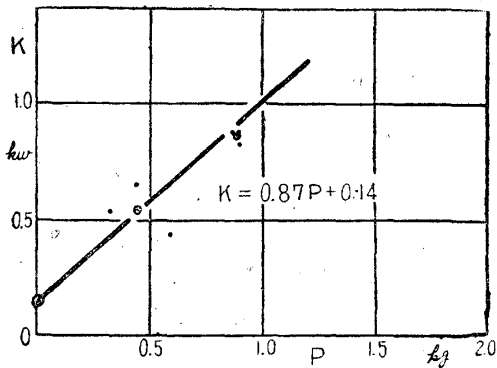
(a)



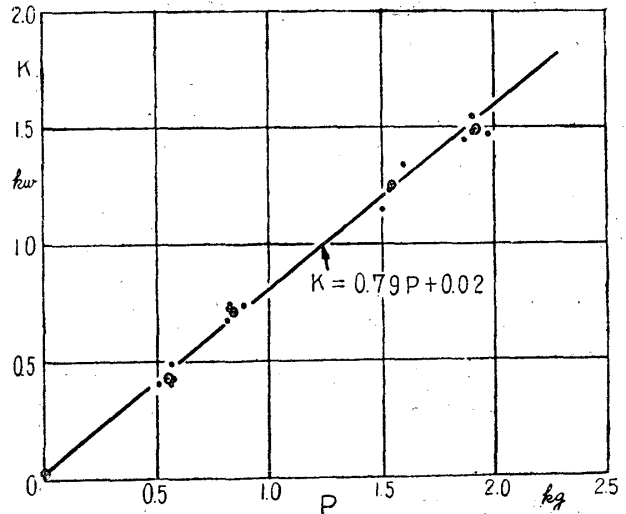
(b)



(c) 第 11 図



(c) 第 12 図



今の場合挽減量の測定の際の材を合せる圧力を如何にすべきかは明らかならず、用いた方法では一定に保つことも困難であり更に挽材によつて、内部応力による変形が現はれたりして正確なことは断定出来ないが挽減量 δ は一般に歯振量の平均値と最小値の間に存在しそして歯振量の増大と共に直線的に増加すると言へるのではないかと考へる。

2) 所要仕事量, 所要時間及び平均所要動力と送り力

第4表にかかげた実験結果を図示すれば第7図～第12図に示す如くで(a)は所要仕事量Nと送り力P, (b)は所要時間Tと送り力P, (c)は平均所要動力Kと送り力Pとの各関係を示すものである。

図に於て・は各1個の実験値を◎は数個の実験値を1団としたものの平均値を示す。

各図(c)に於て $P=0$ に於けるKの値は1度刃を切込ませてから途中で送りを止めた時に、即ち鋸屑を出していない時に示す所要動力(空転動力を差引いたもの)であり所謂側面摩擦動力である。この値をAとしこれについては後述する。

各(c)図よりPとKとの間には次の関係のあることがわかる。

$$K = aP + A \dots\dots\dots (3)$$

次にTとPとの関係は $P=0$ に於て $T=\infty$, $P=\infty$ に於て $T=0$ なる事を考慮して図より

$$TP^n = D \dots\dots\dots (4)$$

D: 定数

なる関係を仮定してnを求めると各刃共に

$$n = 1.15$$

なる値を取ると良く実験値と合うことがわかつた。このnの値は樹種により定まるものと筆者は推定する。本実験スギ材については $n = 1.15$ で

$$TP^{1.15} = D \dots\dots\dots (4)'$$

なる関係を得た。Dは各刃毎に定める常数

従つて所要仕事量 N と P との関係は

$$N = TK = aDP^{-0.15} + ADP^{-1.15}$$

$$\therefore NP^{0.15} = C + \epsilon/P \dots\dots\dots (5)$$

$$C = D \quad \epsilon = AD$$

なる関係があることになる。

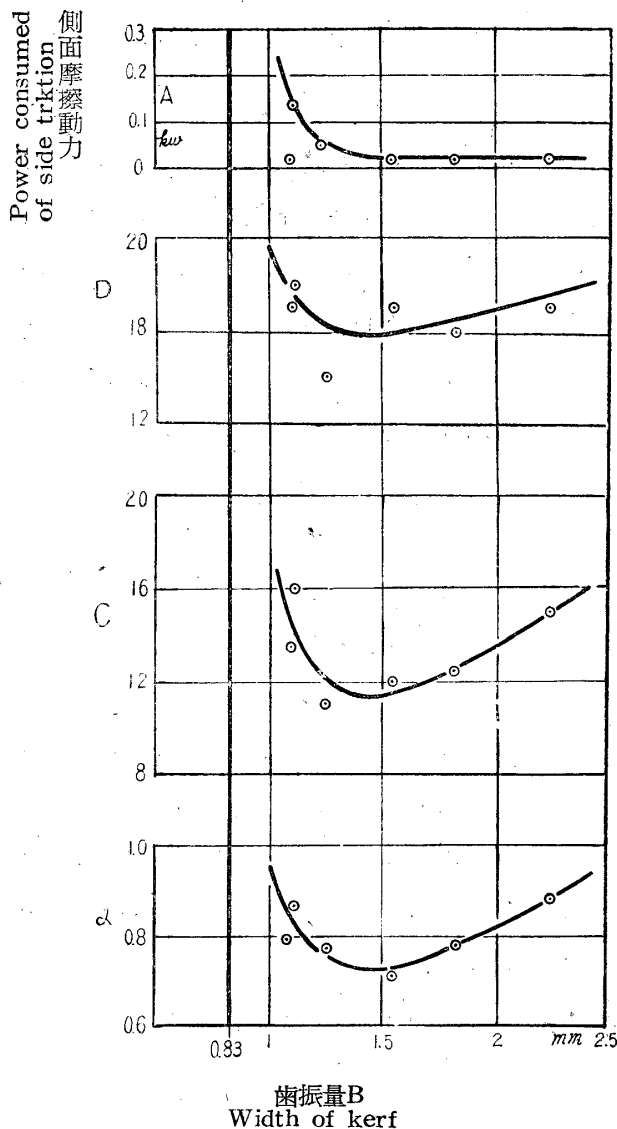
第7図～第12図に示した曲線はこの(3), (4)', (5)式をえがいたものである。

送り力 P と挽材力 $Q = 102K/V$ との関係については K が大となれば電動機のスリップも大となり付録に於て述べる如く回転数 n が減少し従つて V も減少するがその傾向はほぼ直線的であり且その程度もせいぜい5%位であるから(3)と同じく

$$Q = a'P + A' \dots\dots\dots (3)'$$

なる関係がほぼ成立すると言へる。従つて送り力 P に比例して平均挽材力 Q も亦大となる。而して係数 a は樹種、歯型等挽材条件によつて定まるものと考へられる。

第 13 図



式(4) $TP^{1.15} = D$ よりすれば一定の材を挽くに要する時間は送り力 P の1.15乗に逆比例することになり、 D は a と同じく挽材条件によつて変化する所要時間に関する指標と考へられる。

$$\text{亦式(5)} \quad NP^{0.15} = C + \epsilon/P$$

よりすれば $\epsilon = AD$ は C に比して常に非常に少であるから P が非常に小なる範囲を除けば所要の仕事量はほぼ $P^{0.15}$ 乗に逆比例し即ち N は P によつて大して変化せずその特性を示す指標は C と考へられる。然し P が非常に少となると ϵ が小でも ϵ/P が大となり N は P の減少と共に急に大となる。

3) 歯振量 B と所要仕事量 N , 所要時間 T , 平均所要動力 K , 側面摩擦動力 A との関係

歯振量 B と式(3)の a 及び A , 式(4)'の D , 式(5)の C との関係を図示したものが第13図である。

側面摩擦 A は前述の如く鋸屑を出していないときの所要動力であるが丸鋸に於けるときは甚だしく異なり B が或値以上となると非常に少なる一定値をとる。然し B が少となる

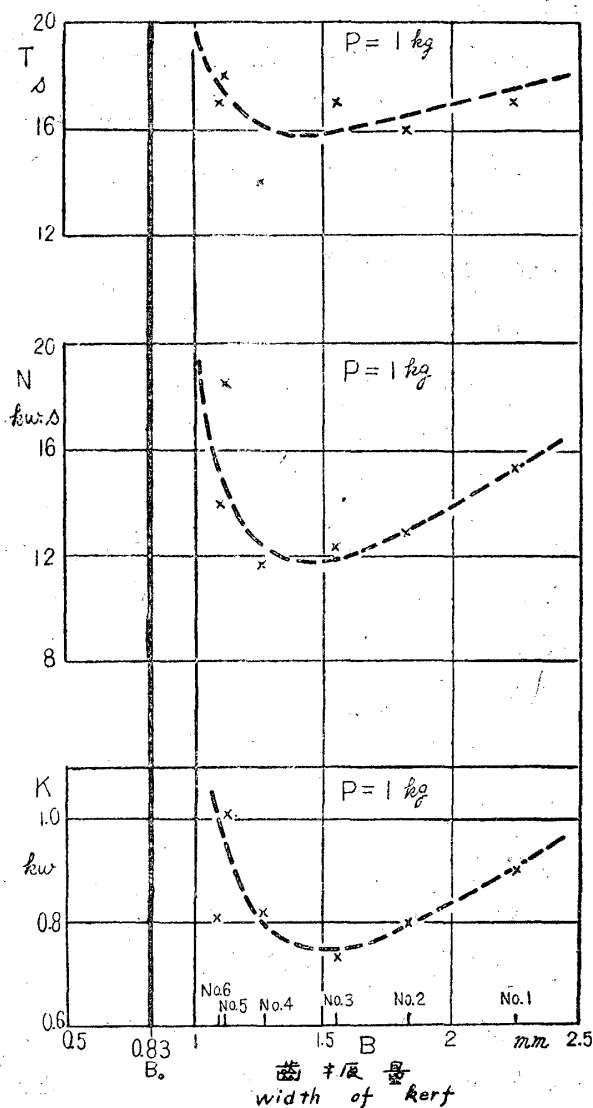
と常然予想される如く急に大となる。これは B が或値以上となれば刃身側面での摩擦はなくなり唯歯端部（歯振のついている部分）のみの摩擦となり、 B が小となれば刃身側面での摩擦も加つて来るからであると考へられる。

D, C, a は図に見る如くいずれも B が大なる部分では B の増大と共に大となるが B の減少と共に或最小値を示し、 B がこの値より少となれば急に逆に増大する。本実験では最小値を示すのは凡そ $B=1.4 \sim 1.5 \text{ mm}$ 従つて $b=0.3 \text{ mm}$ なる時である。

これは歯振が非常に少となると側面摩擦 A が大となる以外に削り出される鋸屑の歯室からこぼれ出てくるものが歯先部分亦鋸身と材との間にはさまつて大きな摩擦抵抗を生じ即ち K が大となり従つて T も N も大となる、即ち a, D, C が大となると考へられる。

因に $P=1 \text{ Kg}$ のときの N, T, K の値を歯振量 B との関係に於て図示すれば第14図の如くなる。

第 14 図



は、第13図と同じ傾向を示す。これは $M. Meyer$ が丸鋸について行つた実験結果とほぼ同じ傾向を示している。

§ 5 む す び

鋸刃の条件は§1に述べた如くであり、特に各歯の歯端に於ける諸角度は目立機の条件を一定にただけで同一条件にあるものと考へ、数個の連続した歯型を写真にとつて確めた程度で、亦焼継部等の条件は出来る限り同じになるやうにと言う程度であり厳密に歯振以外の条件が同一であると言へないけれども、以上の結果によつて大体送り力及び歯振量が挽材に及ぼす影響について次の如く言へるものと考へる。

- 1) 挽減量は常識的に予想される如く歯振量 B の増加と共に直線的に増加する。
- 2) 送り力 P が増せば平均挽材動力 K が従つて亦挽材力 Q がこれと直線的に増加する。
- 3) 側面摩擦抵抗 A は丸鋸の場合と異なり歯振量 B が或程度以上になれば非常に少なる一定値をとる。
- 4) 挽材所要時間 T は送り力 P の1.15乗即ち $P^{1.15}$ と直角双曲線の関係にある。

5) 挽材所要仕事量 N は送り力 P が非常に少なる部分を除いては P が大になると共に漸減するが大して変化しない。

6) 歯振量 B が大なる場合は K , T , N いずれも B が大となるにつれて大となる。然し T は其の割合が非常に少である。そして亦 B が非常に少となると K , N , T はいずれも急に増大する。これは側面摩擦 A そのものが増大するばかりでなく鋸屑の存在のため B が少となれば刃と材との摩擦抵抗が非常に大となるためと考へられる。

7) 式(4)'の n の値は樹種に特有なものと考へられスギの場合 $n=1.15$ となつた。

(以上)

Résumé

In this report the author has published the results of investigation about the effects of feed force P and width of kerf B on ripping by bandsaw.

By six narrow bandsaw-blades — $1\frac{1}{4}$ width and 21 B.W.G. thickness—each of which has respective width of kerf by spring set, are ripped SU-I woods—1000mm length, 90mm thickness—under some kinds of feed force P . And by indicating A.C. wattmeter are measured the amount of work done and time for ripping.

As an appendix the method of measurement by indicating A.C. wattmeter is explained.

The results obtained are showed in table 4 and fig. 7 ~ fig. 14.

N : net work done in ripping kw·s

T : time for ripping s

K : mean power for ripping kw

A : power for side friction kw, indicated when feed is stopped in ripping

D , C , a are coefficients in equations (4)', (5), (3).

The author has come to the conclusions as follows.

- 1). The amount decreased by ripping is proportional to the width of kerf.
- 2). The feed force P is proportional to the mean power for ripping K , or sawing force Q (Lar to P).
- 3). Power for side friction A shows the different appearance in circular saw, that is, very small and constant beyond the certain value of width of kerf B .
- 4). Time for ripping T has the rectangular hyperbolic relation to $P^{1.15}$.
- 5). The amount of work done N decreases gradually, or may be nearly constant in relation to feed force P , if P is not so much small.
- 6). When B is large, K , N and T increase in proportion to B . But the gradient of

T is very small. In the region where B is very small, K, N and T increase very rapidly.

The author presumes that it owes not only to the increasing of power for side friction A itself, but to the very large amount of friction which is attributed to the existence of chip, when B is very small.

7) The author presumes that the exponent n in the equation (4) is peculiar to the species of wood and in case of SUGI 1.15.

文 献

- 1) Max Meyer : Untersuchungen über die den Zerspanungsvorgang mittels Holz-Kreissägen beeinflussenden Faktoren
Ausgewählte Arbeiten des Lehrstuhles für Betriebswissenschaften in Dresden, Dritter Band
S. 90/117
- 2) 斎藤, 福井: 円鋸切削に関する研究
第2報 : 第59回, 日林, 大会講演集 257
第1報 : 日林誌 32 152 (1950)
- 3) 杉原, 梶田: 帯鋸刃の目立仕上寸度に関する一考察
日林誌 33 105 (1951)

付 録

三 相 交 流 図 示 電 力 計 に よ る

仕 事 量 の 測 定 法

§ 1 ま え が き

三相交流図示電力計によつて第1図の如き曲線をチャートにえがかせて面積 $B_2C_1C_2B_3$ を以つて挽材に要した仕事量 $N(kw \cdot s)$ を、距離 B_2B_3' を以つて所要時間 $T(s)$ を求める方法を本実験に採用した。この方法について述べる。

第1図をくわしく説明すると、AAは基線で唯チャートをUmm/sの一定速度で送つているときにえがかれる直線であり、Aに於て電動機のスイッチを入れると針はふれて AB_1 となり機械の空転に要する動力即ち W_0 の高さを保つて B_1B_2 なる直線をえがく。次に B_2 に於て挽材仕事をはじめるとき針は振れて B_2C_1 となり、挽材の力の大きさに応じて C_1C_2 の曲線をえがく。仕事が終われば針は B_3 にもどり B_1B_2 と同じ水準即ち機械の空転に要する動力に相当する B_3B_4 なる直線をえがいて行く、かくして K_1 と K_0 との差 K が即ち全動力から空転動力を差引いたものが純仕事動力として得られるとするのである。

かかる仕事量、動力の測定法は既に19世紀に於て考へられたものであり現在実験研究の手段としては金属切削の方面では過去の遺物となつて全くかへりみられてはいない。しかし木材の切削の場合は切削力が瞬間的に甚だしく変化ししかも切削速度が非常に高速（金属の超高速切削よりも尙1桁、普通の場合よりは2桁も3桁も速度が大である）であるから、その瞬間瞬間の切削力を挽材状態で測定することは非常に困難否殆んど不可能に近い。従つて実際の挽材実験にあたつては挽材の際の瞬間的な切削力をとらへることを断念し或一定の挽材をするに要する仕事量を測定し、これより平均所要動力を更に平均挽材力を求めて木材の挽材を研究して行くと言う手段も亦意味なしとしない。

この方法は前述の如く金属切削の方面では過去に棄てられて来た測定法であり後述の如き欠点を有しているのであるからこの点を明らかにし、注意すべき点を筆者が行つた本実験について具体的に検討してみたい。

§ 2 注 意 す べ き 諸 点

1) $W_1 - W_0 = W$ を以つて純挽材動力としているのであるが、これには機械空転動力 W_0 が挽材時も不変であるとの考へが入つてゐる。しかし W_1 , W_0 共に電動機に於て消費される動力であり刃によつてなされる仕事量を直接表していない。そして機械の運転動力は一般に空転時と仕事時とで

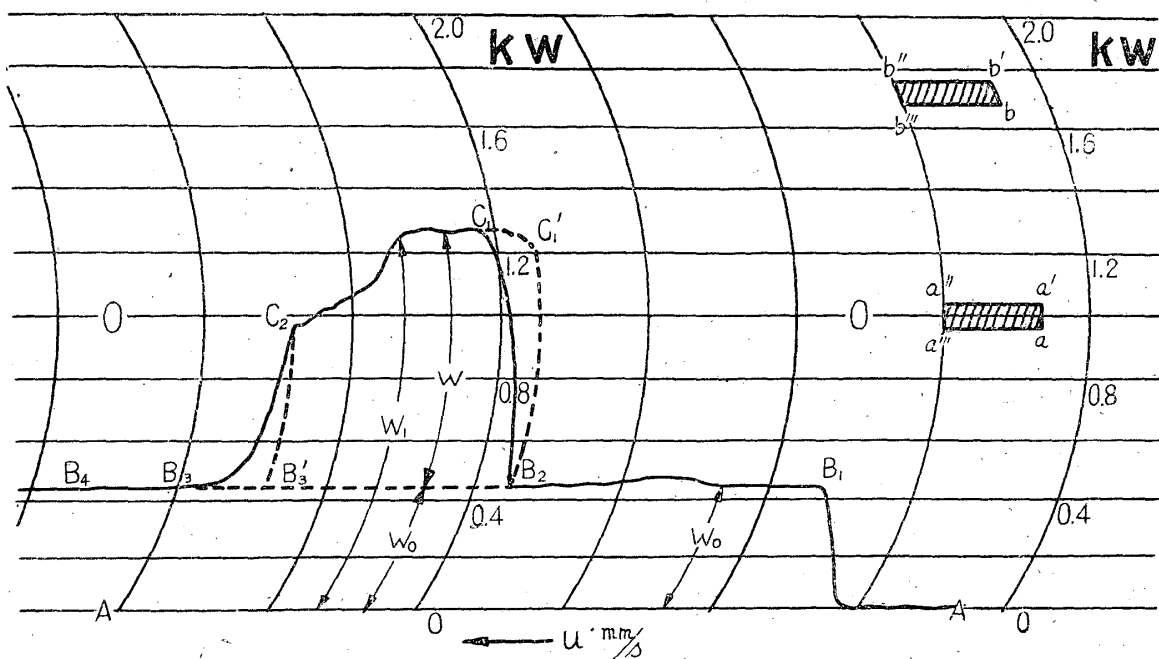
は変化するものであるから厳密には上の考へは正しくない。然しこの変化は普通の場合さして大ではないから W_0 が W_1 に比してそう大でない場合は近似的に $W_1 - W_0 = W$ を以つて挽材動力とすることによつては大きな誤りを起さないと考へられる。従つて丸鋸の如く W_0 が W_1 の相当大なる部分をしめるものでは注意を要する。帶鋸による筆者の実験では大体 W_1 は W_0 の 2 ~ 5 倍であつた。

2) 所要時間の測定については正しくチャートが $U \text{ mm/s}$ の一定速度で送られているとして距離 $B_2B'_3$ を測定して所要時間とする。 B_2B_3 線上で C_2 に相当する点を B'_3 とし B_2B_3 の長さでなく $B_2B'_3$ の長さをとるのは、電力計の針に慣性があるのと、チャートが U なる速度で移動しているため針の尖端は相対的な運動をするため、えがかれた曲線 $B_2C_1C_2B_3$ は正確には $B_2C'_1C_2B'_3$ なる曲線をえがくべきなのであるからである。従つて亦面積も正しくは $B_2C'_1C_2B_3$ を測定すべきであるが C'_1 点を定めることが困難なるため、面積 $B_2C'_1C_1$ と面積 $C_2C'_3B_3$ がが相殺するものと考へて $B_2C_1C_2B_3$ を以つて代用することにする。

3) 電動機はそれぞれ特性が異なるから電動機の消費動力を以つて直ちに機械的出力とすることは出来ないから各使用電動機について校正を要する。

4) プラニメーターで測定した実面積 $B_2C_1C_2B_3$ を以つて実仕事量相当面積とすることは出来ない。なぜならば機器の性質上第1図に於て B_2C_1 , B_3C_2 等は或円弧をえがくのであるからチャート上では同じ $400w \cdot s$ に相当する面積 $b'bb''b'''$ と面積 $aa'a''a'''$ とではあるが実面積即ちプラニメーターで測定した値は異なっている。

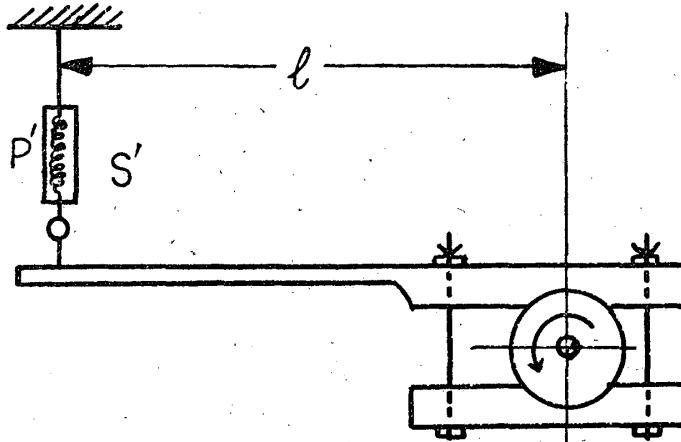
第 1 圖



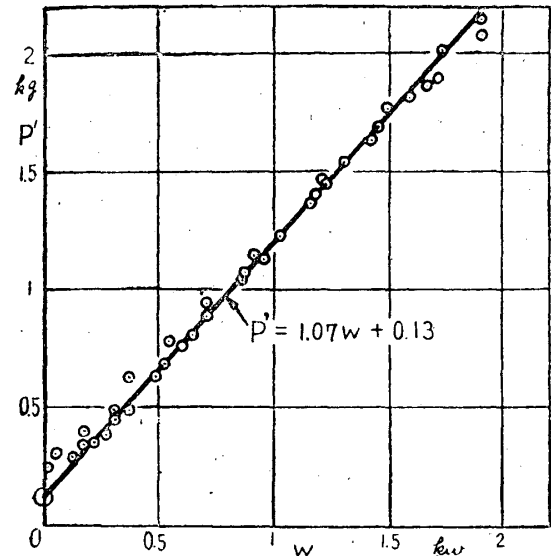
§ 3 電動機特性の校正

校正の方法に種々あるが筆者は制動動力計による方法をとつた。

第 2 図



第 3 図



第 2 図の如く電動機プーリーに制動動力計をつけてばねばかり S' の読み P' (kg) をよむと同時に電力計のチャート上の読み W (kw) をよみとり、亦同時に回転数 n をタコメーターで測定した。その結果を図示すれば第 3 図の如くである。即ち P' と W との間には

$$P' = 1.07W + 0.13$$

なる関係があることがわかる。 $W = 0$ で $P' = 0.13$ の値を示したのは制動動力計のアーム（長さ l ）の重量によるものであるから、電力計のチャート上に示す W と電動機の回転力によつてばね秤 S' に示される力 P との間には

$$P = 1.07W \dots\dots\dots (1)$$

なる関係があるなる関係があることになる。

次に W と n との間係は電動機のスリップを示すもので測定の結果によれば

$$n = 1785 (1 - 0.023W) \dots\dots\dots (2)$$

なる関係を得た。

さて電動機の機械的実出力 K は、電動機軸の回転中心からバネ秤 S' の支点までの距離を l (m) とすれば

$$K = \frac{n l P}{973} \dots\dots\dots (3)$$

と表はされるから、(1) と (2) を (3) に代入して

$$K = 0.981W - 0.023W^2 \dots\dots\dots (4)$$

を得る。即ちこの図示電力計に W (kw) を示すとき実際に電動機の機械的出力 K は (4) 式で表はされることになる。

§ 4 プラニメーターによる面積の較正

第4図に於て電力計の指針は O_0 を中心に半径 r で振れチャートの中心を OO とする。 OO より θ だけ傾いた所での面積 $aa'a''a'''$ を $\triangle s$ とすれば

$$\triangle s = hd$$

しかるに

$$aa' = \triangle a = r d\theta$$

$$h = \triangle a \cos \theta = r \cos \theta d\theta$$

故に

$$\triangle s = d \cdot r \cos \theta d\theta$$

従つてプラニメーターによる実際の面積 s_0 は

$$\begin{aligned} s_0 &= \int_a^\beta d \cdot r \cos \theta d\theta \\ &= d \cdot r (\sin \beta - \sin a) \dots \dots \dots (5) \end{aligned}$$

之に対して実際になされた仕事に相当する面積 s は

$$\begin{aligned} s &= \int_a^\beta d \cdot r d\theta \\ &= d \cdot r (\beta - a) \dots \dots \dots (6) \end{aligned}$$

従つてプラニメーターによつて実測された面積より得られる所要動力 W' と実際チャート上の目盛に示される動力 W との間には

$$\frac{W}{W'} = \frac{\beta - a}{\sin \beta - \sin a} \dots \dots \dots (7)$$

なる関係がある。

筆者の場合実際 W と W' との関係(7)は如何になるかをしらべるに、 $r=109\text{mm}$ で(5)(6)に示せる積分の下限即ち実際の場合の空転動力を示す点では $\theta=20^\circ$ であるから $\theta=a=-0.349$ である。従つて(7)は

$$W = W' \frac{\beta + 0.349}{\sin \beta + 0.342} = W' \rho \dots \dots \dots (8)$$

となる。 β に種々の値を与へて ρ を計算してみる。

$\beta =$	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°
$\rho =$	1.020	1.015	1.015	1.015	1.020	1.025	1.035

となる。しかるにチャートでは指針が最大に振れて大体 $\beta=30^\circ$ であるから、今の場合近似的に

$$\rho = 1.02$$

即ち $W = 1.02W'$ (9)

と考えることが出来る。

従つて(9)を(4)に代入することによりプラニメーターで面積を測定して求めた動力 W' と真の機械的出力 K との間には次の関係を得る。

$$K = 1.00W' - 0.024W'^2 \text{(10)}$$