

帯鋸目立機械の振動について (1)

桜井 敏夫[※]・高橋 徹[※]・藤田 晋輔[※]・伊藤 邦昭^{※※}

Toshio SAKURAI, Akira TAKAHASHI, Shinsuke FUJITA
and Kuniaki ITO.

On the Mechanical Vibration of Band-saw Sharpener (1)

はじめに

本報告は Trnceducer の一つ、非接着加速度変換器を用いて、Band-saw sharpener (以下研磨機と略称) の振動量を計測し、その結果と研磨仕上げられた常鋸の歯振精度との間の関連性について検討を加えるために、岐阜県林業試験場 伊藤邦昭氏と協同でおこなった実験結果である。

被測定研磨機は、振動量の大小二部をまず選定し、その量を計測すると同時に、それぞれの機械によって作られた帯鋸歯の精度との関係を検討することとした。

(選定は機械診断に用いられる触指法により岐阜県飛騨地区内から求めた)

歯振精度は、帯鋸歯の全部を測定し、その標準偏差によって表わすこととし、同場伊藤邦昭氏が担当、振動計測は各工場内で、筆者および田中一字、田中義則君等の

協力によりおこなった。

(本報告の一部は、S.42.4の日本木材学会で発表、また同年の岐阜県林業試験場業務報告においても、伊藤氏等によって一部が発表された。)

I 実験方法

1) 研磨機と帯鋸

被測定機を Table. 1, 帯鋸を Table 3の一部に示す。前表において、Group Iは比較的大きな振動、IIは小さいと感知されたものである。また、木造二階建、板張床に据付けられたものはB₂、D₂として示す。

2) 振動量の測定

研磨軸受部に取付けられた変換器を、Photo. 1, 2に示す。1はRubber tape, 2はシアノアクリレート・モノマーが主成分の接着剤(東亜合成化学KKのアロンアルファ)を使用した。

振動方向は軸方向(//)と、その直角(⊥)の二方向、変換器の容量は、//に対して $\pm 2g$ 、⊥には $\pm 5g$ を用いた。(gは重力加速度)。その仕様をTable. 2

※ 木材加工学研究室 Wood Science and Engineering.
※※ 岐阜県林業試験場

Table. 1 Band-saw sharpeners for vibration test.

Group	Sharpener	Trade name	Power (HP)	Grinding axis (rpm)	Setting floor	Working years
I	C	Kikugawa	0.5 (direct)	2,075	concreat	3
	D ₂	Arakawa	0.5 (indirect)	2,020	boarding (Seco. f)	3
	F	Arakawa	1.0 (direct)	2,650	concreat	2
II	A	Fuji	0.5 (direct)	2,970	concreat	12
	B ₂	Mitsuboshi	1.0 (indirect)	1,930	boarding (Seco. f)	20
	E	Arakawa	0.5 (direct)	2,420	concreat	20

Table. 2 Accelerometers for test

Capacity	Gauge resist.	Input Output resist.	Calibra. factor	Strain/1 g	Natural freu. (%)
± 2 g	120Ω	129.4Ω	GF=2.00	1617×10 ⁻⁶	35
± 5 g	120Ω	120.1Ω	GF=2.00	324×10 ⁻⁶	200

Table. 3 Band-saw blades for test and precision of kerf width.

Band-saw sharpener	Saw brade		Standard deviation of kerf width(×10 ⁻² mm)		
	Thickness (mm)	Width (mm)	Swaging	Shaping	Sharpening
A	0.92	92	6.3	2.2	2.9 (5)
	0.82(1)	94	2.4	3.1	4.7 (5)
B ₂	0.72	70	7.1	6.7	5.9 (5)
	0.71	53	7.4	5.7	5.3 (5)
C	0.91	—	4.7	1.7	3.2 (4)
	0.92	95	8.5	3.7	3.4 (4)
D ₂	0.94	75	8.2	4.4	4.0 (3)
	0.91	—	10.4	4.5	4.2 (3)
E	0.88	56	5.4	5.9	5.7 (4)
	0.94	—	5.4	3.3	3.5 (5)
F	0.65	87	4.8	2.3	2.4 (5)

() : number of grinding

に示す。両器の“g”と“歪”の関係(一部)を、Fig. 1に示す。したがって、1“g”当りの歪量は次の通りである。

Accelerometer ± 2 g、……1.617×10⁻⁶
 “ ” ± 5 g、……324×10⁻⁶

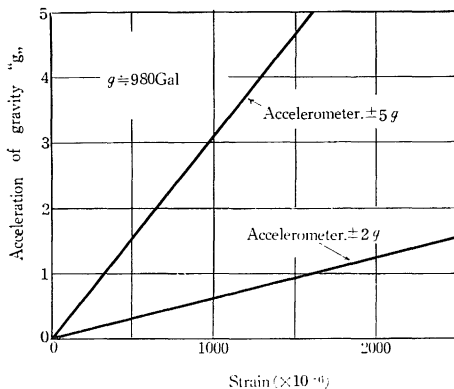


Fig. 1 Relations of load (g) and strain indicated by accelerometers. (capacity ± 2 g, ± 5 g)

床振動は機械基部の床上、Photo. 3はその状態を示す。

動的歪計および電磁オツシロは既報の文献(2)、(3)と同一であるが、後者に使用した Galvanometer の固有振動数は、1000%。電流感度 2.0mm/mA/137mm (±10%)、端子間抵抗 9Ω (±10%) のもの2本を用いた。

3) 歯振精度の測定

各帯鋸ごとに、Swage, Shaper 各処理と研磨仕上後の3工程について、それぞれの全歯(186~250枚)の歯振巾を計測したのち、その標準偏差を求めた。(以下 δsw は swage, δsh は Shaper, δgr は研磨後の各標準偏差を表わすものとする。)

4 記録波形の解析

・gの求め方：記録された波形は、加速度“g”に比例する歪量として画かれたものであるから、次の方法によって歪の大きさを求める。まず基準線を中心として、波形の変位をスケールで求め、これを A_{mm} とする。次にブリッジの出力にしたがって調整され記録紙上にあらかじめ記された較正值を同様にスケールで計り、これを B_{mm} とする。次に歪計の利得調整器(cal)の、その時

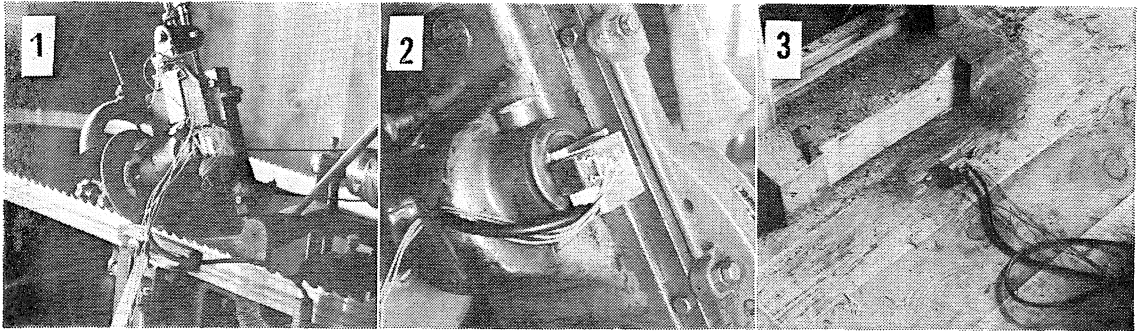


Photo. 1 Position of accelerometer adhered

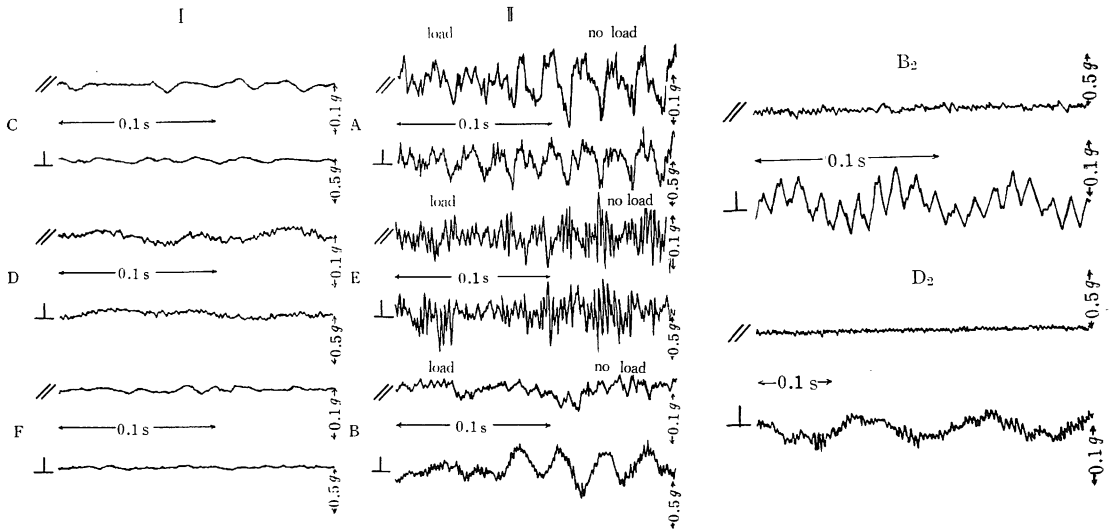


Fig. 2 Same examples of recording wave. (Band saw shapers)

Fig. 3 Examples of recording wave. (Wooden second floor.)

の使用数値が $C \times 10^{-6}$ であるとすれば、使用ゲージのゲージ率が2.00であるとき、求める歪量 ϵ は次式によって求められる。

$$(A \times C) / B = \epsilon$$

次に求められた ϵ を、使用した Accelerometer の $1g$ 当りの歪量即ち 1.617 か、 324×10^{-6} のいずれかで除すれば、重力加速度 g の大きさが求められる。・ a の求め方：振巾 a mm を求めるには、まず得られた重力加速度を、cgs 単位に変えなければならない。重力加速度は地球上で異なるが、本解析では簡単に

$$1g = 9800 \text{ mm/sec}^2 \text{ とした。}$$

次に機械的振動もまた正弦運動の一つであるから正弦運動の加速度もまた同じ周期をもつ一つの単弦運動、したがって 加速度 $(\text{mm/sec}^2) = 4\pi^2 af^2$ (f は振動数%)

で表わされるから、前述の求められた (重力加速度の大きさ) $\times 9800$ を左辺とし、 f は記録波形から直読して求めて、上式に代入すれば、簡単に a mm が求められる。

(附：記録紙上に各条件下で画かれた波形に対応した $\sim 1g$ の実寸を記入すれば、各波形間の比較検討に便である。これは前記の計算式を利用し $B \text{ mm} \times (\text{Accelerometer } 1g \text{ 当りの歪}) / C$ によって、 $1g$ の mm を求めて記入できる。)

II 実験結果

1) 回転軸受部と基礎 (床) の振動

Group I, II (Table. 1 参照) の記録波形例を Fig. 2 に示す。

Table. 4 Vibration level of band-saw sharpeners in working.
(Frequency and amplitude calculated from recording waves)

Fixing material to accel. m.	Band-saw sharpener		Frequency (%)		Amplitude (mm) × 10 ⁻⁴		Setting floor
			<i>f</i> ∥	<i>f</i> ⊥	<i>a</i> ∥	<i>a</i> ⊥	
Aron alpha	A	*noload	53	53	61 (54~67)	273 (270~274)	concreat
		load	53 (52~53)	54 (53~54)	52 (50~53)	271 (264~277)	
	D ₂	*noload	18 (10~18)	13 (11~17)	98 (83~408)	102 (43~149)	boarding (second)
		load	18 (13~29)	17 (14~19)	118 (28~233)	55 (40~83)	
	E	*noload	59 (58~75)	61 (45~83)	30 (17~37)	208 (112~346)	concreat
		load	56 (53~72)	66 (46~77)	25 (22~37)	160 (102~292)	
	F	*noload	42 (42~43)	32 (30~49)	8 (4~15)	33 (20~53)	concreat
		load	43 (31~56)	46 —	9 —	40 (40~41)	
Rubber tape	A	*noload	55 (53~63)	55 (50~72)	41 (30~52)	140 (65~187)	concreat
		load	64 (60~67)	75 (72~83)	27 (24~31)	44 (38~51)	
	B ₂	*noload	77 (52~132)	36 (29~50)	9 —	389 —	boarding (second)
		load	77 (52~132)	36 —	9 (2~21)	389 (143~604)	
	C	*noload	35 (34~36)	34 (33~48)	33 (30~35)	185 (175~193)	concreat
		load	35 (34~35)	35 (34~36)	33 (34~36)	83 (54~125)	

* without grinding

各機の振動数%, および振巾 *mm* を, 加速度計の軸部への緊持別, 研磨後と然らざるものとに分けて, Table. 4 に示す. (load は研磨中, no load はその間で空転)

本結果によると, 研磨中においては振動数は変化しないが, 振巾が小となる傾向を示す. また加速度計は接着剤によって緊持させたものが他の機械的方法によるよりもより正確に記録できることが分った. (A機と比較)

本測定結果から, 振動数%と振巾の最大値は, B機の

振動数…………… 77%

振巾……………0.039mm

また, 木造二階建板張床に機械が据付けられ, 間接的に動力が伝達されている場合の床自体の振動 (Photo. 3 参照) 波形の記録例を Fig. 3 に示す. その振動数と振巾は

	B ₂	D ₂
振動数 (上下方向) %	17.8	7.0
振巾 (水平方向) mm	僅少	僅少
〃 (上下方向) mm	0.04	0.14

2) 歯形成工程別の精度

Swage と Shaper 両器を用いて, 撥型化せられた歯端は, 次に目立機に掛けられ 2~3 回以上の研磨を繰返して仕上げられる. これらの3工程についてしらべた歯振巾の標準偏差を一括して Table. 3 に, またその実測結果のヒストグラムの一例を, Fig. 5 に示す. (2枚の帯鋸をそれぞれ上下に示す.)

本結果によれば, 一般に Swage 工程においては, $\delta_{sw} = 2.4 \sim 10.4 \times 10^{-2} mm$, Shaper 後は $\delta_{sh} = 2.2 \sim 6.7 \times 10^{-2} mm$, 仕上研磨後は $\delta_{gr} = 2.4 \sim 5.9 \times 10^{-2} mm$ と

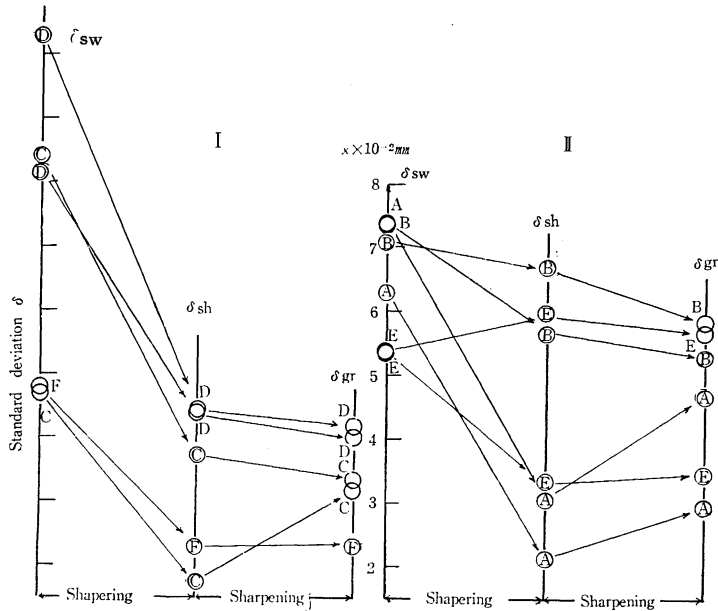


Fig. 4 Variation of standard deviation of kerf width

なる。

また以上の3工程の偏差の推移をみるために、Group IとIIに分類して、Fig. 4に示す。本図から、Group I、即ち振動量の小さなものは、最終工程になる程 δ_{gr} の分散は小となるが、その間係を推定することは難しい。

III 歯振り精度におよぼす機械振動の影響

第一工程とも見はないうる Swage 器による歯振り偏差 δ_{sw} は最終的に決まるであろう精度 δ_{gr} には関係がないと仮定し、ここでは、Shaper 操作後の δ_{sh} と機械研摩後の δ_{gr} との推移について検討を加えることにする。

Fig. 4で推定できることは、 δ_{sh} と δ_{gr} の間には、何れも

$$\delta_{sh} \approx \delta_{gr} \quad (\delta_{gr} \text{ はやや小})$$

$$\delta_{sh} < \delta_{gr}$$

との2傾向があるということである。このことは、両者の工程間では大きな差が生じないものと、逆に大きく精度が低下するものがあることを意味している。よってこの事実を検討するために、(振動数はしばらくおき) 振り2方向の Vector $\sqrt{a_{\parallel}^2 + a_{\perp}^2}$ を各機について求め (Table. 5より)、その大きさと δ_{sh} 、 δ_{gr} との関係を図示したものが Fig. 6である。本図によれば○印で示される δ_{sh} が、×印で示す δ_{gr} に移る(-----

で示す) 方向には、ある一つの傾向があることが分かる。今、試みに直線(V-D)を図中に記入すると、この直線に対する δ_{sh} 、 δ_{gr} 間の移動方向(-----で示す)は、この直線に向って変移することが分かる。今、このV-D線が、機械研摩軸部における振巾の

Vector $\sqrt{a_{\parallel}^2 + a_{\perp}^2}$ と研摩によって決定づけられるであろう精度、即ち歯振巾の標準偏差 δ_{gr} との関係を示すとすれば、V-D線以下の○、即ち精度がよいSwage工程の δ_{sw} は、機械研摩を加えることによって、V-D線にまで下がる(図では上る)これは $\delta_{sh} < \delta_{gr}$ であることを示し、また、この逆にSwage工程の精度が悪い δ_{sw} は、研摩によって多少の精度は改善されうとみても、本質的にはそのままの状態では上げられてしまうと考えるのが妥当のようである。即ちこれは $\delta_{sh} \approx \delta_{gr}$ の場合で、Swage精度は機械研摩では向上させ得ないことを示す。よってV-D線は研摩機の決定する精度直線と仮定できそうである。

以上を要約すれば、仕上げられた帯鋸歯の歯振巾の精度 δ_{gr} は、Shaperか研摩機の何れかのうち、低位の成積(θ の大)を示すであろう。何れか一方の悪いものによって決定されると考えられる。

また Fig. 5のV-Dの直線式は

$$\delta_{gr} \text{ mm} = 0.8V + 0.02 \text{ mm} \text{ 所以して、 } V = \sqrt{a_{\parallel}^2 + a_{\perp}^2} \text{ mm}$$

あるから、各研摩機の $\sqrt{a_{\parallel}^2 + a_{\perp}^2}$ が分かれがShaper

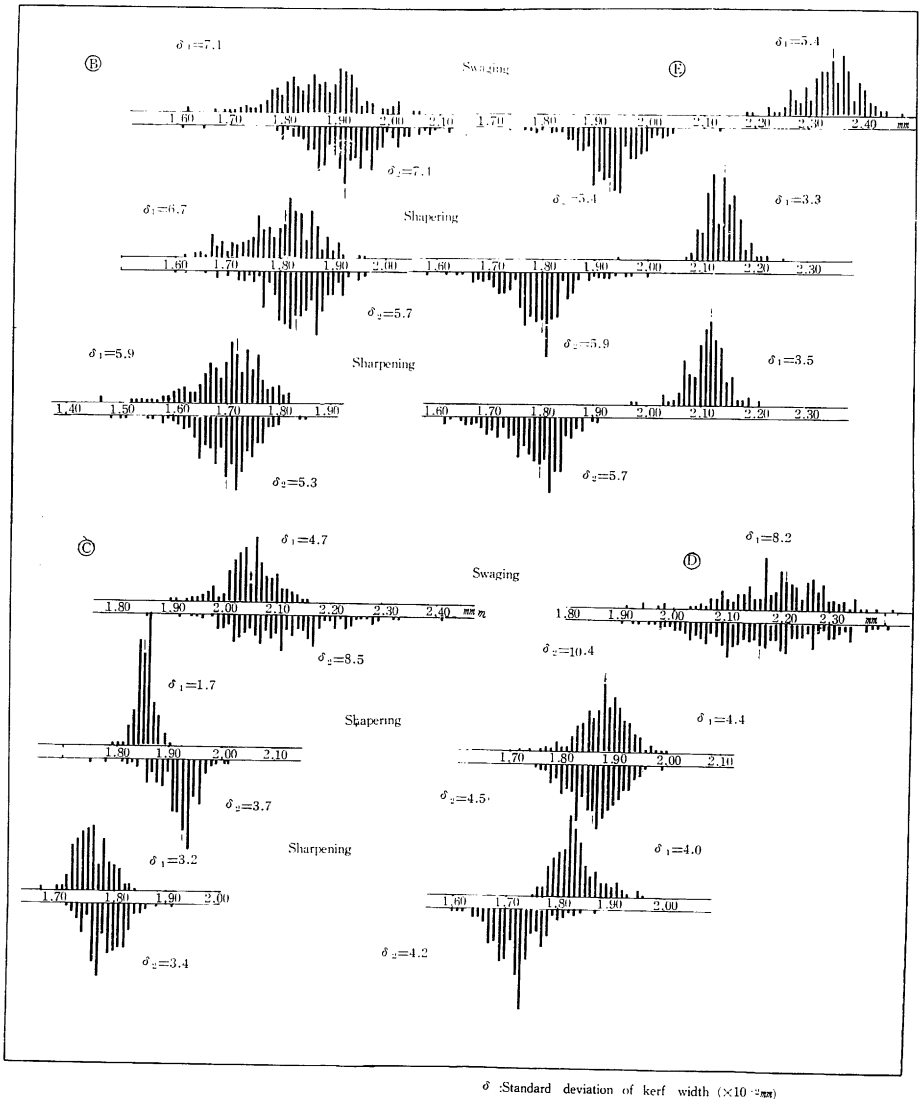


Fig. 5 Histogram of setting spread

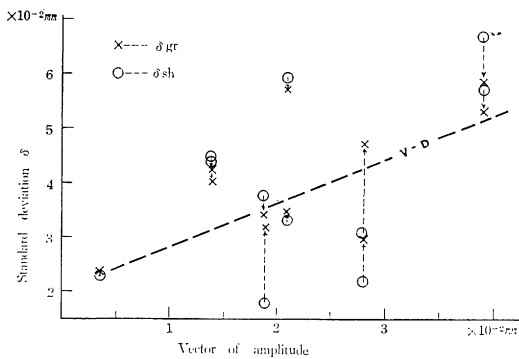


Fig. 6 Relation between amplitude (mm) on reversion axis of sharpener and standard deviation of kerf width.

操作としての一つの許容偏差とも考えられる指標が求められる。

(実験回数が不足であるが、一つの作業指標としての式を求めた、今後の実験により、より正確な関係を求めたい。)

なお、機械が階上に据付けられた場合の影響については、本実験ではよく分らなかった。

IV 結 語

現に使用中の帯鋸目立機を対称として、その機械の研磨軸部の振動量を加速度変換器、動的歪計、電磁オシロ等を用いて測定すると同時に、これらの機によって仕上げられた各帯鋸の歯振巾の精度を調べ、両者の関係をある程度推定することができた。

本測定により、分ったことは、

1. 加速度変換器は、接着剤を用い被測定部に固定する必要がある。
2. 研磨中とその間の空転中との振巾の差は、前者において稍々小となる傾向を示す。測定結果(空転中)によれば、振動数 % は、 $13 \sim 77 \times 10^{-4}$ 、振巾 mm は、 \nearrow : $8 \sim 98 \times 10^{-4}$ 、 \perp : $33 \sim 389 \times 10^{-4}$ の範囲にある。(\nearrow 軸方向、 \perp 直角方向)
3. 木造二階、板張床で、間接駆動の場合の床自体の振動量は、水平方向は何れも微弱であるが、上下方向は 0.04 と $0.14mm$ が実測された。しかし、この量と帯鋸の仕上げにおよぼす影響は、本実験では分からなかった。
4. 歯振巾の標準偏差は区々であるが、最大～最小値を示せば次の通りである。
Shaper 後の $\delta sh \text{ mm}$: $6.7 \sim 1.7 \times 10^{-2}$
研磨後の $\delta gr \text{ mm}$: $5.9 \sim 2.4 \times 10^{-2}$
5. 機械振動量と歯振巾の δ との間には、次のような関係が認められる。即ち、仕上げられた帯鋸歯の最終的な歯振巾の精度は、Shaper か、研磨機のうち、低位の成

積 (δ の大) を示すであろう、何れか一方によって殆んど決定されるということ、すなわち shaper 精度の悪いものを振動量の少ない機械に掛けてもその精度は殆んど良くはならないこと、shaper 精度の良いものを振動量の大きな機械に掛ければ、その精度は振動量に見合った (V-D 線) 程度にまで低下するということである。そして、目立機の振巾の大小によって、定まると考えられる歯振巾の精度 δgr は、V-D 線即ち、次の直線式で示される。

$$\delta gr \text{ mm} \doteq 0.8V \text{ mm} + 0.02 \text{ mm}$$

$$\text{但し } V = \sqrt{a_{\nearrow}^2 + a_{\perp}^2} \quad (a = \text{振巾})$$

この δgr の値はまた、使用機械に対する Shaper 操作の精度 δsh であることが望ましく、 $\delta gr > \delta sh$ のときは、研磨によって δgr に近づき、 $\delta gr < \delta sh$ のときは、研磨によってもよくなると思えられる。

(昭.42.9)

参 考 文 献

1. 枝松信之・大手裕：林試報告 82, 1-20 1955
87, 1-23 1956
93, 52-68 1957
2. 桜井敏夫：島根農大研報 14, 83-87 1965
3. 桜井敏夫・中村正樹・高橋徹：島根農大研報 15, 28-33 1967

Summary

The main purpose of this investigation was to search out a suitable swaging condition of band-saw tooth, by comparing the relations between the standard deviation of swage spread (kerf width) and the mechanical vibration level of band-saw sharpener.

Vibration level of grinding axis were measured by using the following apparatus, and frequency c/s and amplitude mm were calculated from the recording waves.

Accelerometers. (capacity $\pm 2g$, $\pm 5g$)

Dynamic strain amplifier.

Electro magnetic oscillograph.

The position of accelero-meter adheared are shown in photo. 1~3.

Results of our test for each sharpener in six factories are shown in Table 4, and Fig. 4 and main values of vibration level and standard deviations (δ) of setting spread are as follows,

Amplitude $8 \sim 389 \times 10^{-4} \text{ mm}$

Firequency $13 \sim 77 \text{ c/s}$

δ of shaping condition $6.7 \sim 1.7 \times 10^{-2}$ mm

δ of sharpening condition $5.9 \sim 2.4 \times 10^{-2}$ mm

From these results, it was reduced that the final standard deviation of setting spread (kerf width) formed by sharpener would be determined by either δ of shaper condition for the tooth point or vibration level (V) of grinding axis, and the authors determined a next experimental formular for relation between δ and V. (Fig. 6)

$$\delta \text{ mm} = 0.8 V + 0.02 \text{ mm}$$

In this case,

δ : final standard deviation of kerf width.

$$V = \sqrt{a_{\perp}^2 + a_{\parallel}^2} \quad a \text{ is amplitude (mm) of grinding axis}$$