

Chain Saw の機械的振動について (第2報)^{※1}

防振ゴムの効果について

桜井 敏夫^{※2}・高橋 徹^{※2}・藤田 晋輔^{※2}

Toshio SAKURAI^{※2}, Akira TAKAHASHI^{※2}, and Shinsuke FUJITA^{※2}

On the Mechanical Vibration of Chain Saw (II)^{※1}

The Isolating Effects of Rubber Mounts round the Handle

緒 論

往復運動により作動する Chain Saw は、その機関の回転質量と共に往復質量があり、加速度の変化によって大きな慣性力を生ずる。また、機構自体の非対称性によって大きな非平衡力が発生する。

本実験は、Chain Saw の把握部に生ずるこれらの攪乱力—非平衡力—を防振材を用いてどの程度まで減少させられるかという基本的問題を知るために行なった。

機械の振動防止理論によれば、振動伝達率を t とした場合

$$t = \frac{\text{伝えられた力}}{\text{加えられた力}}$$

$$= \frac{\text{基礎に伝わる力の振幅}}{\text{加振力の振幅}}$$

$$= \frac{1}{1 - (\omega/\omega_n)^2}$$

但し ω : 強制力の振動数

ω_n : 系の固有振動数

で表わすことができ、防振は t が 1 より小さくなるほど効果が大きい。しかし、3次元の物体を防振する実際問題になると、その説明は殆んど不可能に近い。

その理由は、互いに直交する X・Y・Z 方向の並進運動と重心のまわりの回転運動との計、6 自由度の振動を少なくとも考えて防振条件を定め、そして、その条件を満足させるような弾性体を、作業性を考慮に入れつつ見出さなければならぬ。したがって、Chain Saw を含む手持工具類への防振材料は当然きびしく限定されるは

ずであるから、実験で検討を重ねる以外に最良の改善方策はないと考えられる。

以上の理由によって、筆者らは Chain Saw の handle 部位に、最も容易に入手できしかも防振効果があると思われる材料(作業に差支えない範囲の厚さ)を Chain Saw のハンドルと手掌部間に介在させて、その振動伝達量の変化から材料の防振効果を検討した。

Table 1. Vibration isolators used for the tests.

Materials	Thickness (mm)			Width×Length (cm)
	1	2	3	
Auto inner tube (B)	1.9~2.0	3.9~4.0	6.0~7.2	7.1×12.3
Auto inner tube (R)	2.7~2.8	5.6~6.9	8.0~8.8	7.0×12.1
Webbing rubber (WR)	2.0~2.4	3.9~4.9	6.0~6.9	5.0×12.4

(B) : Taxi, (R) : Truck.

Table 2. Properties of the vibration isolators

Materials	Tensile strength kg/cm ²	Elongation %
Auto inner tube (B)	⊥ 45~77	390~445
	∕ 37~63	337~445
Auto inner tube (R)	⊥ 59~85	431~520
	∕ 73~90	427~487
Webbing rubber (WR)	⊥ 35~43	155~210

材 料 と 方 法

供試 Chain Saw は Homelite 500 D. 防振材料を Table 1 に示す。なお本表以外 Rubber sponge, Saw

※1 前報 : 高根農科大学研究報告, 15B, 28 (1967)

本報告の一部は日林会関西支部大会 (1967~10) にて発表した。

※2 木材加工学研究室 Laboratory of Wood Science and Engineering

dust, Sand 等も供試してその効果を調べた。供試 Rubber isolator の静的試験結果を Table 2, また Chain Saw の handle を懸垂させて伝達量を検出する装置は Photo. 2 に示す。

加速度変換器は、±20g 3個と±5g 1個。それぞれの1gの歪量は X 軸：137×10⁻⁶, Y 軸：127×10⁻⁶, Z 軸：139×10⁻⁶と5gは325×10⁻⁶である、その他の計器は Dynamic strain amplifier (共和), Rapicodor (共和) 等であり、Galvanometer は1000c/s。記録紙は Lino—Writ, 送り速度は50cm/s, 時刻は 1/100 sec. 振動方向は国際規格によって、X：前後, Y：左右, Z：上下。その他波形からの振動加速度 mm·sec⁻² 振幅 mm 等の算定方法は総て前報と同様。

実験結果

1) 記録波形におよぼす弾性支持条件

本実験を行なうに先だち、Chain Saw の支持条件を定めるために次の測定を行なった。支持別は Fig. 1 の記録波形例中に示されているように次の4条件である。

- Handling handle を把握し持ち上げる。
- On earth 乾燥路面上におく。
- On concrete 木造倉庫内の床におく。
- Hanging 懸垂装置に掛ける。(Photo. 1 参照)

なお、変換器取付は前 handle の一定箇所。

Fig. 1 の波形から認められる知見は次の通り。

Y 何れも不規則なランダム変数的波形。原因は案内板の影響と考える。

X, Z On concrete を除き他は何れも周期的波形、その c/s は Piston rod の往復運動と一致(本機の Cylinder は X 軸方向)。Table 3 に波形から求めた振幅と加速度を示す。しかし、Y 軸は c/s の算定が難かしいので除く。

2) 手背部位の伝達測定(直接測定法)

生体は一定の重量・弾性成分・粘性成分(制動成分)をもっているのので、振動が生体に伝播するときには

※ 人体用加速度計(測定範囲：±20g, 周波数範囲 0—100c/s, 重量：約2gr) Philips 社製があるが高価、また本実験後共和電業 K.K から発売された超小型加速度変換器 AS-A 型(重量：6.5グラム)がある。

Table 3. Influence of setting condition of chain saw in running to vibrate level

Setting condition	Amplitud (mm)		Acceleration mm·sec ⁻²	
	X	Z	X	Z
Holding	0.23	0.27	7.5×14 ⁴	8.6×10 ⁴
On earth	0.53	0.50	15.4	14.7
On concrete	0.44	0.57	14.2	18.3
Hanging	0.33	0.36	10.5	11.4

そのままの形では伝わらない。また手腕の固有振動にも個人差があるから、その共振性も一定ではない。また、使用される加速度変換器の重量(本実験に用いられたものは 20×20×20, 50gr)に基づく慣性力が接着された手背表皮下の生体条件とどのように関係するのかを解明されなければならない問題もあるが、今回は次の条件下で実験を行ない、防振材の効果を手背部への振動伝達量の変化から検討した。

測定時の状況は Photo. 1. A, B, C は変換器。波形例を Fig. 2 に示す。本図上段Mは handle 自体の振動、下段左右の H₁, H₂ は被検者が異なる2者の各手背部からの記録。B, R は Table 1 に示す防振材種、mm はその厚さ単位、したがって 0 mm は防振材を用いないときである。

H₁, H₂ 者間に大きな相違が生ずる原因は、把握力か変換器接着部位の皮下組織の相違によるのかは不明。Fig. 3 は防振材の厚さ 0 mm すなわち直接 handle を把握したときの加速度の大きさを基準として、その厚さを増したときの伝達率の変化を示す。

3) Hanging device の伝達測定(間接測定法)

2) における実験時の生体諸要素を除去し、防振材使用による伝達量の変化から、間接的にその効果を確認するため、次の実験を行なった。装置(Photo. 2 参照)の上

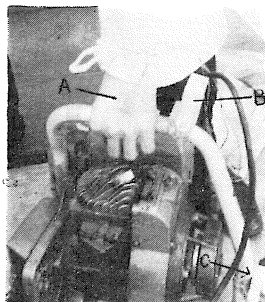


Photo. 1 Accelerometer (A) adhered on the back of the hand. (Direct measurement)

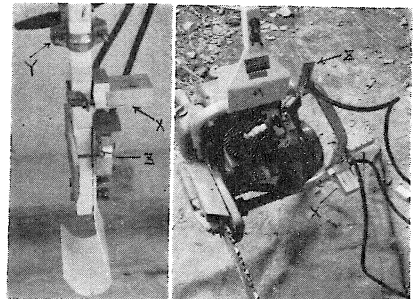


Photo. 2 Hanging device of chain saw and accelerometers (X, Y, Z). (Indirect measuring method)

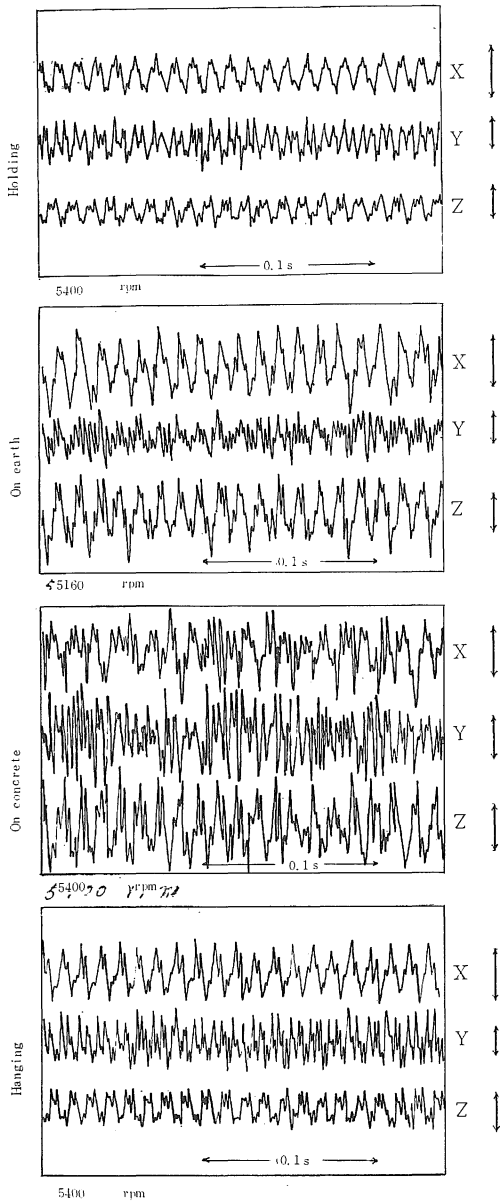


Fig. 1 Influence of the setting conditions of chain saw to the waves recorded by oscillograph.

端は50kgのSpring baranceを介して懸垂されている。直交3方向の各変換器は装置の垂直軸部の定所に固定。記録波形例を Fig. 4 に示す。左図は何れも防振材を

(附) 以上の実験は防振材の厚さを作業性の上から限定したが、これを無視した場合の他材料による波形例を Fig. 6 に挙げる。また、その結果は次の通りである。(％は低減率)

- Sand.....43~46% (粒度: 1~2mm厚さ: 約20mm)
- Saw Dust.....44% (篩厚 1mm使用厚さ: 約23mm)
- Rubber Sponge.....44% (厚さ: 20mm)

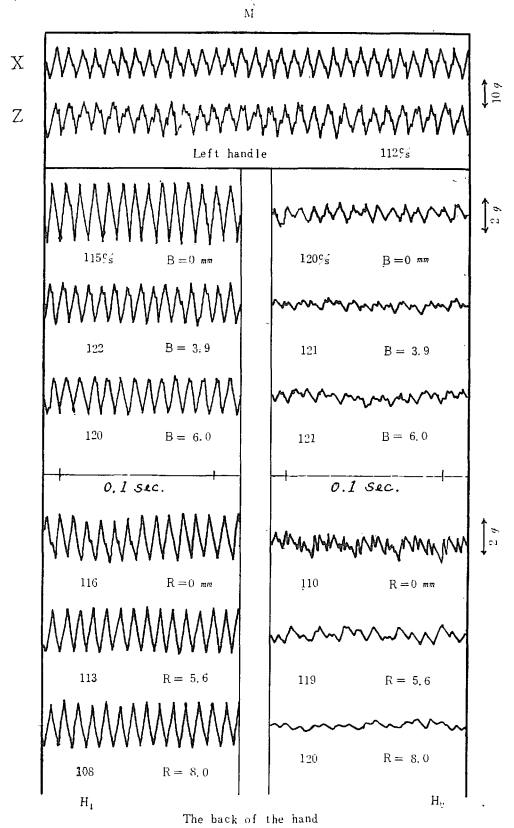


Fig. 2 Vibration waves transmitted from the left handle to the back of the worker's hands. (Direct measuring method)

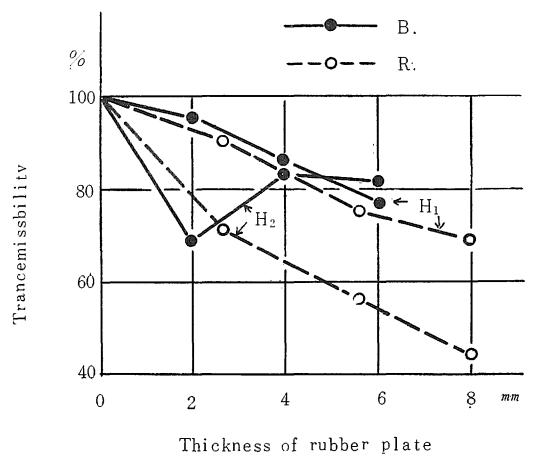


Fig. 3 Isolating effects of rubber mounts. (Direct measuring method)

用いないとき。右図は handle 下に Rubber mount を挿入。rpm は波形から算定した回転数。また、Fig. 5

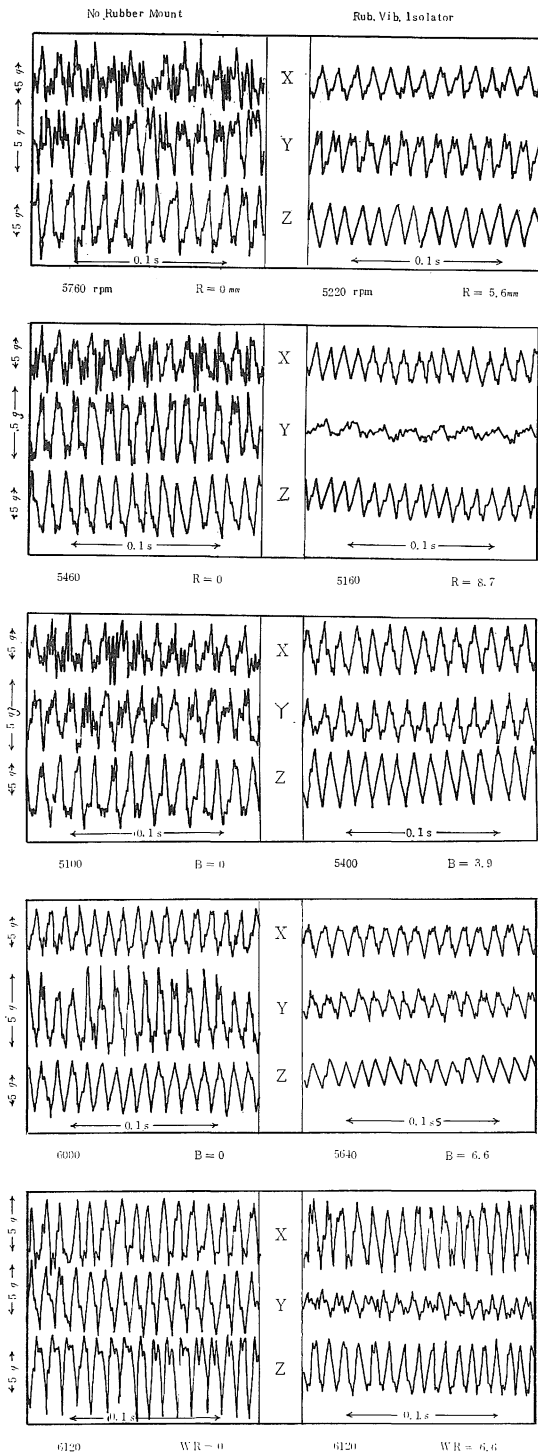


Fig. 4 Effects of rubber vibration isolators. (Indirect measuring method)

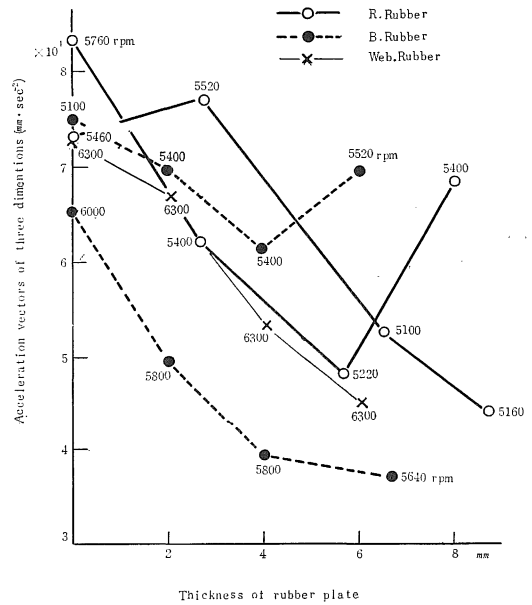


Fig. 5 Isolating effects of rubber mounts. (Indirect measuring method)

はる方向の加速度ベクトルと防振材の厚さとの関係。

本結果から、供試した材料に関する限り30~40%の軽減が期待できる。これは2)の結果より約10%高い効果が記録されたことになる。

結 語

Chain Saw の駆動時の振動は生理的耐性限界を越えていることは衆知の事実である。その防振方法は他の一般機械の振動防止法と異なり、機械的にもた手持工具としての作業上の制約からも、非常に限定された範囲内で解決しなければならない。したがって防振方策は非常に難かしい。

本実験は、機械自体の攪乱力の幾%を減少させるかを知るために、機械のhandleと手掌部間に防振材料（主として Autoinnertube 等の Rubberplate）を挿入し、その効果を験した。この場合には生体としての個人差が入ることは避けられないので、さらに懸垂装置を作り、その装置への伝達量の変化から、間接的にその有効性を検討した。

得られた結果を挙げれば次の通り。手背部に伝達される振動は防振処置によって、20~30%程度その伝達率を下げることが判った。しかし、この方法によると測定結果に個人の生理的特質が入り振動伝達の変化量が求め難い。

懸垂装置による間接測定法によれば、防振効果は30~

40%期待できる結果が得られた。しかし、この場合は懸垂時に Chain Saw の左右の重量差に基づく傾斜が問題として残る。

なお、Chain Saw の振動量の比較は、同一弾性支持条件下で行なう必要のあること、ならびにその支持条件を選べば記録波形から直接に（波形分析によらず）Engine rod の往復運動数をも算定できることを知った。

最後に全身運動のみならず局所運動に対する限度度ともいべき基準が、近い将来 ISO から推せん規格として発表される予定。したがってその指摘水準が明確に判れば、筆者らもまたその目標に近づく研究を進めたいと考えている。 (1968.7)

参 考 文 献

1. 桜井敏夫：島根農大研報，第14号 A：83~87，

1965
 2. 桜井敏夫，中村正樹，高橋徹：島根農大研報，第15 A号：28~33，1967
 3. 桜井敏夫，高橋徹，藤田晋輔，伊藤邦昭：島根大農研報，第1号：87~94，1967

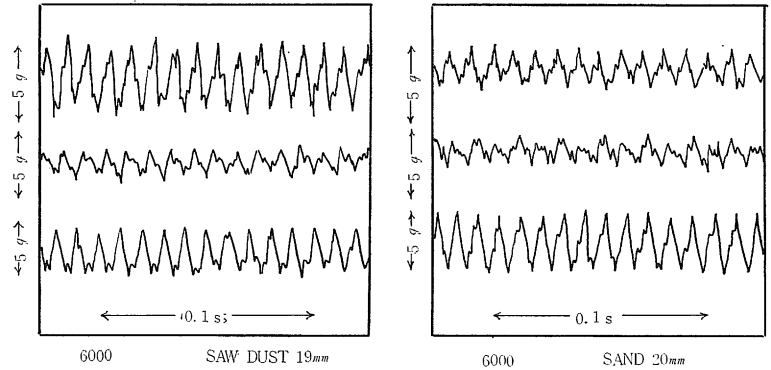


Fig. 6 Isolating effects of saw dust and sand.

Summary

Vibrations originating from chain saw are generally transmitted to the worker's hand, effecting detriment of the physiology. To reduce the transmitted vibrations isolators in the form of spring, rubber mounts, or cork paddings are frequently used.

This report describes the results of the experimental studies obtained by using auto inner tubes (taxi and track wheel) as a possible vibration isolator.

The measurements of vibration transmitted from the chain saw handle to the back of the hand and the hanging device were carried out with accelerometers, dynamic strain amplifier and rapicoder. (Photos. 1 and 2)

From Figs. 4 and 5, it seems possible that the variation level of chain saw handle can be decreased to 60~70% when the rubber isolators are used.