

## チェーンソーの木材鋸断振動 (VI)

ロータリ・ピストン機関付機に関する二三の考察

伏見 知道\*・鬼木 幹 男\*

On the Vibration of the Chainsaw in Timber Cross Cutting (VI)  
some studies on a machine with the rotary  
piston engine

Tomomichi FUSHIMI and Mikio ONIKI

**Summary:** This report deals with the handle's vibration of a chainsaw with the rotary piston engine. This chainsaw does not have the anti-vibration handle system. Nevertheless, the levels of the vibration are lower than that of a non-eliminating type handle of the chainsaw with the reciprocating engine. The vibration characteristic of the spectra on the handle shows both the characteristic of chainsaw with the rotary machine (e.g. a electric chainsaw) and that of the chainsaw with the reciprocating engine. That is, on the condition under 6000 RPM no-load sprocket speed, the level of the fundamental wave corresponding to the revolution of the rotary piston becomes lower than that of the other higher frequency component, and then, at the higher no-load sprocket speed above 8000 RPM, the fundamental wave is the most dominant in all frequency component. The spectrum level of handle's vibration is low at the no-load sprocket speed under 8000 RPM. The operator, therefore, is permitted of the continuous exposure from 3 to 8 hours per a day. But, when the timber (Japanese pine, water content 11%) is cut down with the weight of chainsaw itself, the levels of the lower frequency component than 630 Hz become higher than the level during racing. From the above facts, the operator is only permitted of the continuous exposure within one hour per a day depending on ISO criteria. For the purpose of making longer the allowable time of the chainsaw work, the chainsaw should be improved to eliminate the handle's vibration with some rubber protector.

**要 旨** ロータリ・ピストン機関付チェーンソーのハンドル部振動について二三の検討を試みた。ハンドル部防振ゴムを使用していないにもかかわらず、往復動型機関付機の非防振形ハンドルバーに比べ、振動値はかなり小さい。その振動特性は、低回転数では基本波より高周波成分が優勢であるが、高回転数では基本波が支配的に優勢を示すに至り、回転機械型と往復機関型の両様を示す点にある。したがって、6000 rpm 以下では、基本波のレベルが比較的低いから、ISO 基準あるいはソ連の衛生基準に照らしても、空転時には1労働日中3~8時間の暴露が許される

---

\* 森林工学研究室 Laboratory of Forest Engineering

が、木材切削時は低周波数域のレベルが上昇するため1時間内外の暴露が許されるにすぎない。本チェンソーについても防振ゴムを使用した防振構造型について検討することが肝要である。

## I 緒 言

伐木造材作業における振動障害発生を防止するために、ロータリ・ピストン機関付チェンソーの出現が期待されていた。筆者は、先に回転機械型原動機付チェンソーの振動解析結果から、防振構造を多重に設けても、木材切削時に低周波数成分が増大し、許容基準に抵触するに至ることを指摘し、振動減衰の限界を推定した<sup>1)</sup>。そこで、西独のロータリ・ピストン機関付チェンソーの振動特性を検討しつつあるが、ここに非防振形ハンドル部の結果について、報告する。

## II 実験方法

供試機：SACHS—DOLMAR Wankelエンジンチェンソー、KMS 4 (No.128)、空冷式、58 cc、7.0 ps (8000 rpm)、作業スピード 4500~8000 rpm (アイドル 2300~2400 rpm)、燃料混合比 1:50 (回転当初 20 時間 1:25)、重量 10.0 kg (21" 案内板付)

機関本体とハンドル部との間に防振ゴムは介在されていない。

測定部位は、ハンドルバーとハンドルグリップの上部、L型固定具に取りつけられた3個の受振器により、三直角方向成分を同時に検出し、振動計 VM4203 で計測後、R—400 に記録し、後刻再生し、スペクトル分析器 SA35 および3分の1オクターブ分析器 SA56A で分析し、高速度レベルレコーダ LR—03 に記録し、考察した。空転時のチェンソー支持は、ハンドル部を締めつけることのないRs支持<sup>2)</sup> (ゴム被覆付直角鉤形鋼棒にハンドルバーを掛ける) によった。木材切削は、アカマツ気乾材 (含水率 11%) を、チェンソー手持 M<sub>1</sub> 支持で、水平自重降下により行なった。

## III 結果と考察

### 1. 振動加速度と機関回転数

空転時機関回転数の変化に伴う、ハンドル部の振動加速度総合値の変化を図—1 に示す。ハンドルバーでは、3000 rpm で 2.0 G 以下、6000rpm で 4.5 G 内外、8000rpm で 7.0 G 前後、ハンドルグリップでは同様に 8000rpm の 6.0 G 内外まで、往復動型機関付チェンソーの非防振形ハンドルバーにおける値より一般に低く、機関回転数の増加にほぼ比例して振動値が上昇する傾向を示す。しかし、8000rpm を越え 9000rpm からフルスロットル (11000rpm) に至ると、両ハンドル部の各方向とも振動値が急激に増大し、往復動型機関付機の非防振形ハンドル部におけると同様の高いレベルに達する。したがって、常用回転数が 4500~8000rpm であることは妥当で、特に 5000~6000rpm 付近では、三方向の振動値のバラツキも比較的少ないから、空転時フルスロットルを 9000rpm 以下とし、実作業時回転数をこの付近に、維持するようにすることが、総合値 (O. A.) から見た防振対策的に有効な作業規制の目安と言えよう。

### 2. 振動のスペクトル特性

空転時のハンドル部上下方向振動のスペクトル分析結果を図—2 に示す。

ハンドルバーでは、ロータリ・ピストンの回転数の変化に対応する基本振動波とその整数倍および中間数の高調波がいくつか認められるが、3000rpm では、それらと他の周波数成分との識別が明確でない。基本振動波のレベルは、6000rpm では、左右方向でかなり明らかな突出波形を示すものの、他の2方向および3000rpm の各方向で比較的低い。両回転数においては各方向とも基本振動波よりむしろ 200Hz 以上の高い周波数成分のレベルが高く、全般に優勢であって、回転機械型原動機付機、たとえば、電動チェンソーの場合<sup>2)</sup>と同様である。しかし、8000rpm では基本振動波が明らかに高いレベルで突出するに至るが、なお、高周波数成分が優勢である。さらに、回転数が上昇

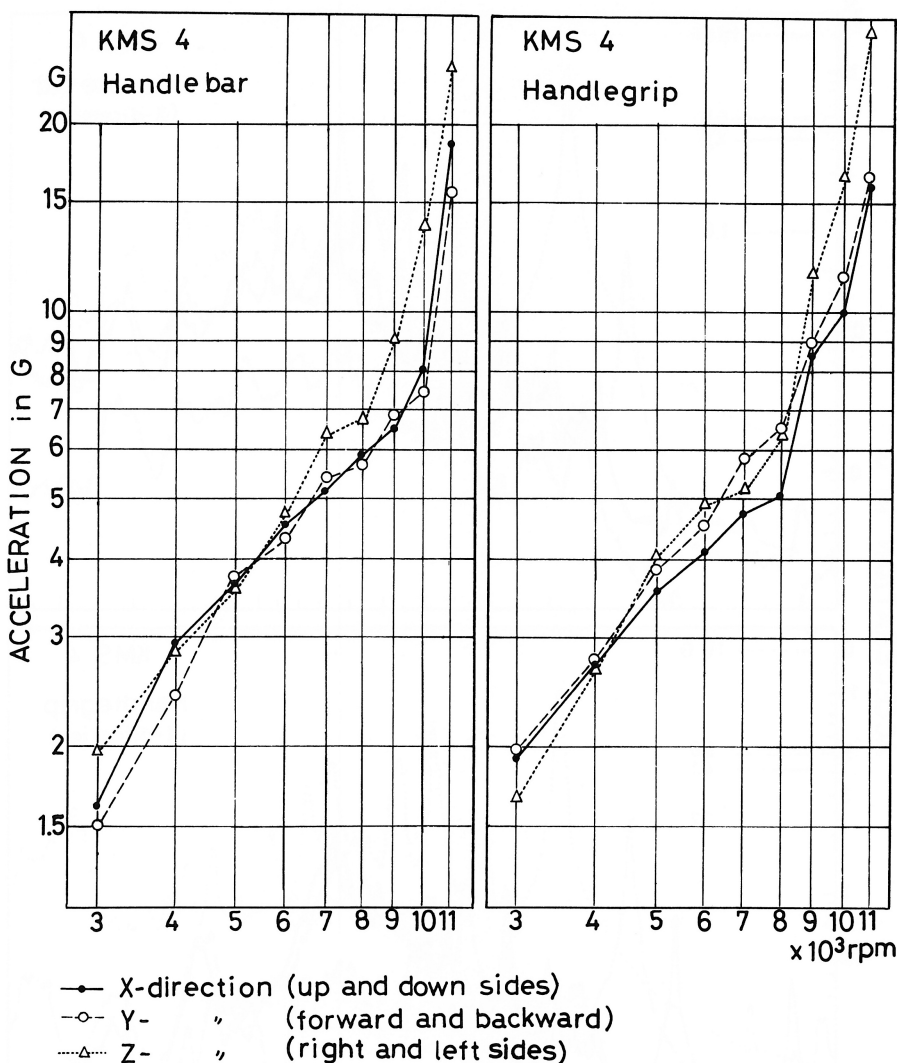


Fig. 1 The relation between the chainsaw handle's acceleration and the revolution of the rotary piston engine.

し、フルスロットルに至ると、各方向とも基本振動波が他のすべての周波数成分のレベルよりも高く突出し振動の支配的成分となっている。一方、500Hz以上の高周波数成分に見られる波形の特徴は、各方向とも類似し、ただ回転数の変化に対応して、そのレベルが上下している。

ハンドルグリップ上部の振動加速度のスペクトル分析結果を図-2に示す。総体的にハンドルバーの例と比べると、総合値および200Hzないし900Hzの成分の波形はかなり似るものの、1KHz以上の成分のレベルが低く、やや趣を異にする。空転3000rpmでは、各方向とも、基本振動波が明確でなく、200Hz~1500Hz成分が優勢である。6000rpmでは、上下および左右方向で基本振動波が、ハンドルバーでのそれより明らかに高いレベルを示すけれども、なお、400~800Hz成分が優勢を保つ点でハンドルバーと類似する。これに対し、前後方向のスペクトルでは、基本振動波のレベルが低く、ハンドルバーにおけると同様の全体波形を示す。8000rpmでは、基本振動波と200Hz~900

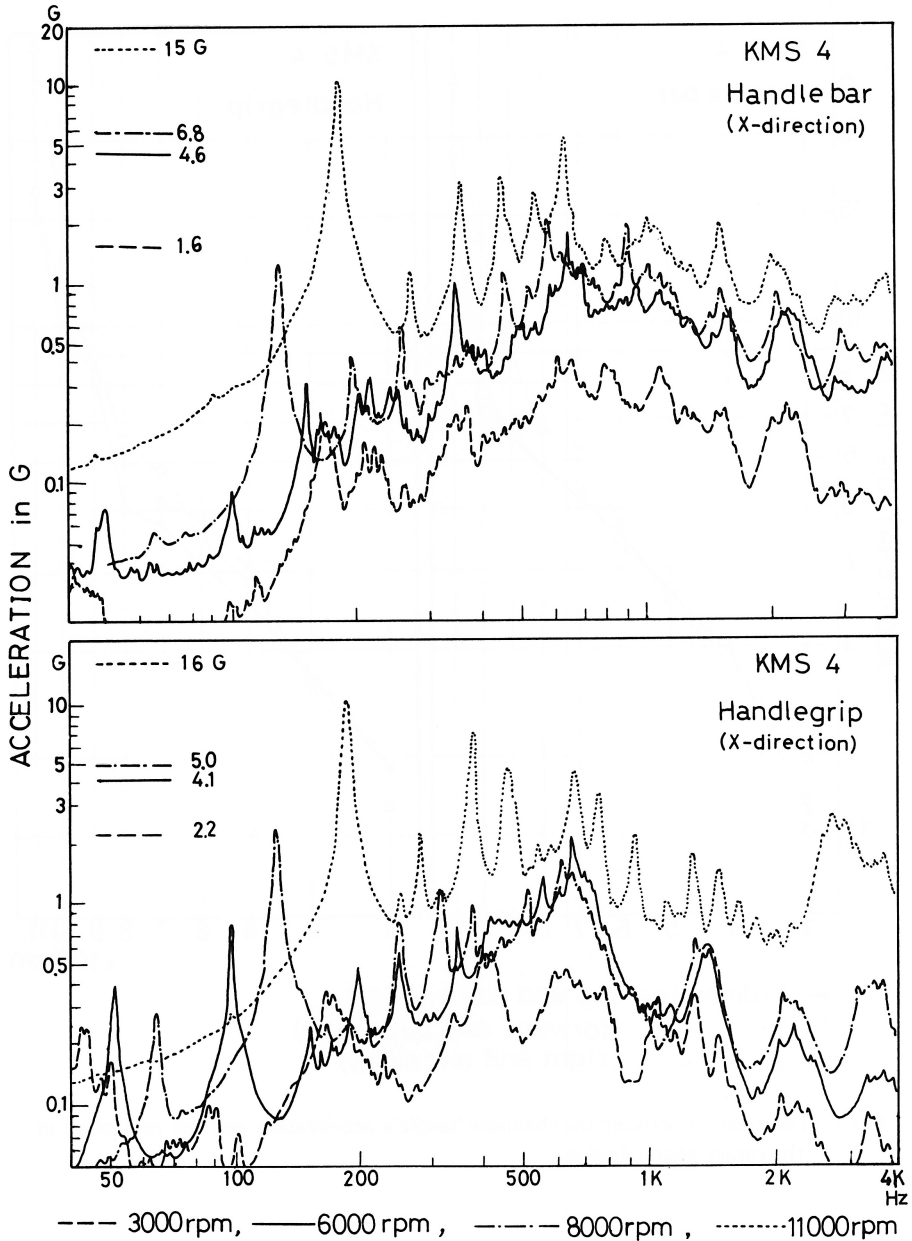


Fig.2 The spectra of the handle's acceleration of chainsaw with the rotary piston engine in racing.

Hz の成分が同じ様に高いレベルを示している。さらに回転数が増しフルスロットル時には基本振動波が最も優勢となり、その 10 数次の高調波が、次数の増加に伴って漸減しつつ識別される。

このように、このロータリ・ピストン機関付チェーンソーのハンドル部振動特性は、6000rpm 付近より低い回転数域では、回転機械型原動機付機の例に類似し、8000rpm 付近から（ハンドルグリップ部では 6000rpm 付近から）、高回転数に向かうに従って、往復動型機関付機同様の特性を示すに至るものである。

### 3. 木材切削時振動特性

ハンドル部を軽く握り、チェーンソーの自重降下切削によりアカマツ気乾材を切削する時の振動加速度値を表-1に示す。瞬間的な変動も認められるが、ハンドルバーでは5.4G～8.0Gの値を示し、一般的には、括弧内に示す平均値を中心に0.4G～2.0Gの変動範囲を保ちつつ安定している。

Table 1 Acceleration values in timber cutting

measured direction	handlebar	handlegrip
up and down (X)	5.8~7.0 (6.4)G	7.0~8.5 (8.0)G
forward and backward (Y)	5.6~6.0 (5.4)	6.4~7.3 (6.7)
right and left (Z)	5.2~7.2 (5.6)	7.4~9.1 (8.0)

Pinus densiflora (moisture content of wood 11%).  
7000~7200 RPM sprocket speed in timber cutting.

次に、木材切削時のハンドル部振動加速度スペクトルを見てみると図-3のとおりである。空転時と比べると、木材切削に伴い強調される周波数成分が多く、基本振動波の突出は、空転時に比べ抑制される結果となっている。木材切削に伴うレベルの上昇変化は、600Hz以上の周波数成分では少ないが、それ以下の周波数成分では大きく、特に基本振動波から40Hz付近（ハンドルグリップでは、さらにそれ以下の周波数域でも）のレベルの上昇が目立つ。

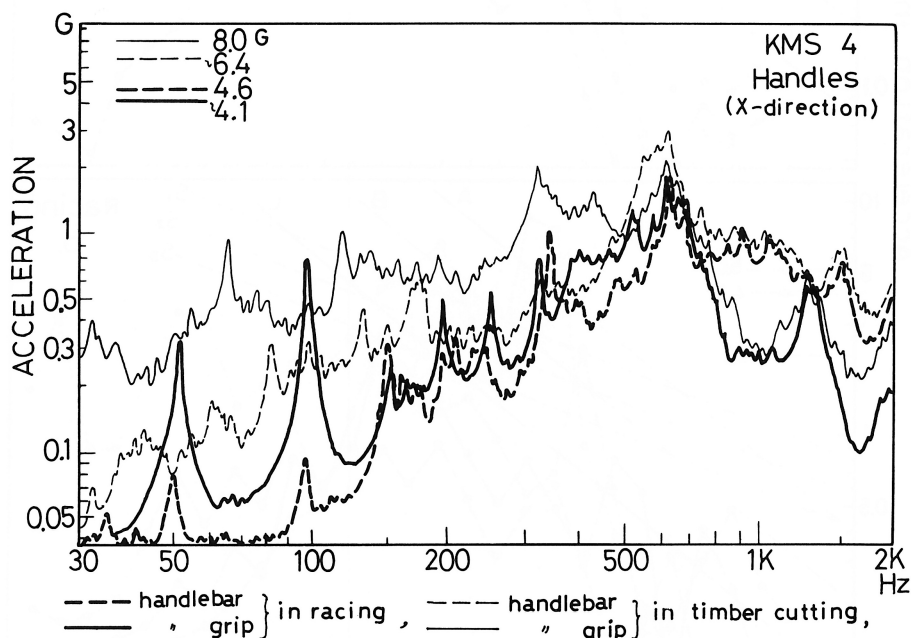


Fig. 3 The spectra of the handle's acceleration of chainsaw with the rotary piston engine in timber cutting.

### 4. 作業規制のための振動の評価

チェーンソー作業者に振動障害が発生するのを防止する目的で、安全作業管理を実施するためには、チェーンソー・ハンドル部振動の分析結果を、局所振動に対する許容限界に基づいて評価し、作業を規制する基準を明らかにした

なければならない。それには、ISO 其他許容基準を勘案した、チェンソー振動に適用すべき周波数帯域<sup>3)</sup>内の各成分のレベルと、それらの総合値が、それぞれ対応する限界内にとどまるか否かを検討する必要がある。

まず、供試チェンソーの非防振形ハンドル部における、空転時振動の3分の1オクターブ分析結果に、ISO 規程およびソ連の衛生基準規則に基づくレベルを適用してみると図-4のようになる。すなわち、両ハンドル部とも、3000rpm および 6000rpm では、総合値が4.0Gを越えるけれど、適用周波数帯域を20Hz~800Hzと見なしても、1労働日中1.5~8時間連続暴露が許される域にとどまるものである。しかし、個々の帯域のレベルを検討してみる

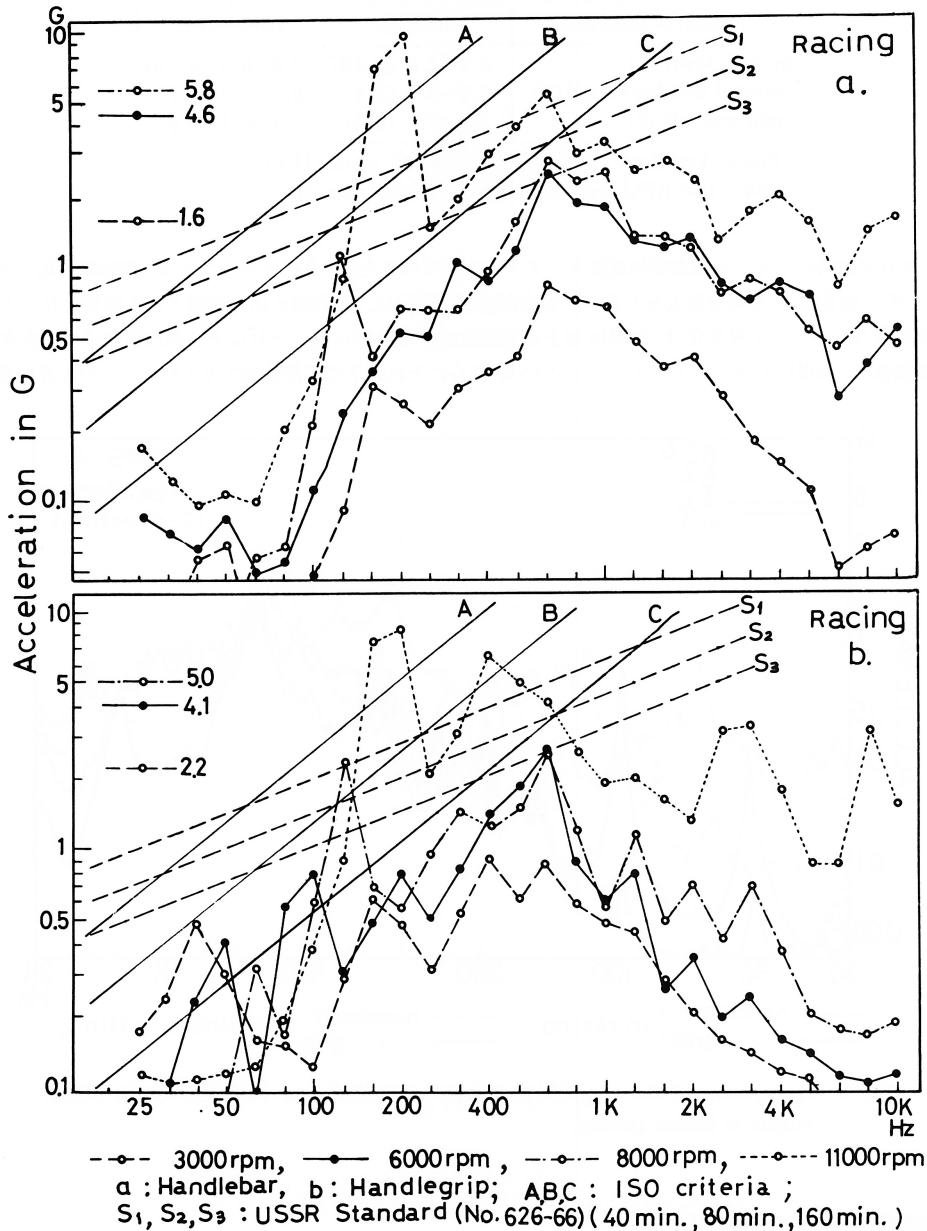


Fig. 4 The evaluation of the handle's vibration of chainsaw with the rotary piston engine during racing by ISO and USSR criteria.

と、1労働日中、ISO 基準によると 90 分程度、ソ連の衛生基準規則によると 160 分程度の連続暴露が許される範囲に、制約される。

同様に、8000rpm について見ると、総合値から 90 分まで連続暴露が許される程度以下であることがわかるが、帯域別に検討すると、125Hz 帯のレベルが、ハンドルバーで 1.1G、ハンドルグリップで 2.3G に達するため、1労働日中、ISO 基準によるとハンドルバーで 90 分内外、ハンドルグリップで 30~90 分程度の連続暴露しか許されないことになる。また、ソ連の衛生基準規則によれば一層きびしく、1労働日中ハンドルバーで 80 分、ハンドルグリップで 40 分足らずの暴露が許されるにすぎない。

さらに、フルスロットル時（空転 11000rpm）は、総合値だけでなく、160Hz および 200Hz 帯のレベルが、全ての限界を著しく越えるため、作業者は、この回転数で本チェーンソーを操作することを避けるべきである。

次に、気乾状態のアカマツ材を切削した例では、図-5 に示すように、各ハンドル部の三方向とも、許容基準適用周波数帯域の各レベルが上昇し、ISO およびソ連の限界に抵触するに至る。ハンドルバーでは 80Hz および 400Hz から 630Hz 帯の成分のレベルが特に上昇し、1労働日中 ISO 限界で 90 分程度、ソ連の基準規則では 40 分程度の連

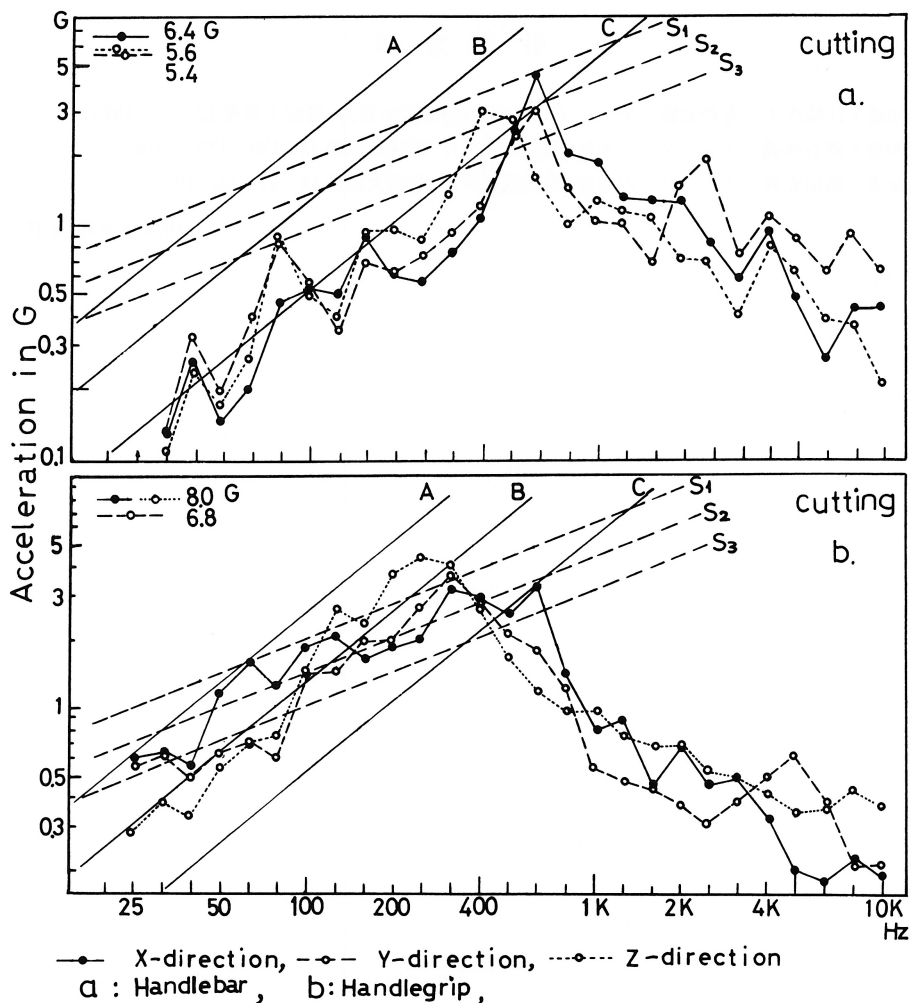


Fig. 5 The evaluation of the handle's vibration of chainsaw with the rotary piston engine during timber cutting by ISO and USSR criteria.

統暴露が許されるにすぎない。しかし、本実験供試木材より含水率の高い材の切削では、非防振形ハンドルでの振動レベルが、わずかながら低下する<sup>2)</sup>ことが期待できるから、本チェンソーによる、一般的な造材作業においては、空転時フルスロットルで 8000rpm 程度に調節しつつ、チェンソーの自重降下切削(切削中 6000rpm 程度を保つようにし、100 Hz 帯のレベルが、1.26G 以下であれば)を実施すれば、1 労働日中 1.5 時間程度の暴露が許されるに至るものと思われる。それにしても、ハンドルグリップについては、なお検討の余地が多い。

#### IV 結 論

ロータリ・ピストン機関付チェンソーのハンドル部振動につき、二三の検討を試みた。その振動特性には、回転型および往復動型の両型式原動機の特徴を、あわせうかがうことができる。供試機は、防振ゴムによる防振構造を採用していないが、常用回転数以下で、局所振動に関する許容基準に対して、有効な減衰効果を示し、この点高く評価される。しかし、なお基本振動波をはじめ二・三の帯域の振動値はかなり高く、許容限界に抵触する割合が多いから、防振ゴムの使用を基本とした防振ハンドル構造の採用について考察を進める必要がある。

#### 引 用 文 献

- 1) 伏見知道・江崎次夫・青野忠勝：チェンソーの木材鋸断振動(Ⅲ)。愛媛大演報 12: 13, 1975
- 2) 伏見知道・渋谷尚義：チェンソーの木材鋸断振動(Ⅴ)。愛媛大演報 13: 120~129, 1976
- 3) 伏見知道・池田充興：チェンソーの木材鋸断振動(Ⅳ)。愛媛大演報 12: 27~28, 1975

1976 年 8 月 31 日 受理