

チェーンソー用防振ハンドルの試作

瀧本 義彦・佐々木 功・藤井 禧雄
後藤 純一*・堀 政樹**

On the Trial Construction of the Anti-vibration Handle for Chain Saw

Yoshihiko TAKIMOTO, Isao SASAKI, Yoshio FUJII,
Junichi GOTOU and Masaki HORI

要 旨

タル型スプリングを内蔵した防振ハンドルを試作し、既存のチェーンソーハンドルと置き代えて振動を測定した結果、前ハンドルでは防振効果が得られたが、後ハンドルでは、共振のため防振効果が得られなかった。また、最終的に重量の増加は 500g に押えることが出来て、チェーンソー全重量 8 kg から考えて、容認できる範囲と思える。

1. はじめに

チェーンソーによる振動障害を無くする為に、現在のチェーンソーの振動伝達をより少なくする方法を検討してきた。昨年は「チェーンソーアーム」の試作について報告¹⁾したが、今回はチェーンソー自体の防振性能を高める目的で、チェーンソー用防振ハンドルを試作実験した結果を報告する。

チェーンソーの振動を防振材によって減衰させる方法については、種々の実験的研究、理論的研究が進められてきており、ダンパー効果を利用した、多重防振構造については、防振材として加硫ゴムを採用した試作機²⁾についての実験的研究が報告²⁾されている。

今回我々が試作したのは、タル型スパイラルコイルスプリング(以下タル型スプリングと呼ぶ)を内蔵した防振ハンドルで、既存のチェーンソーハンドルと互換性を持っている。前ハンドルで 3 タイプ 6 種類、後ハンドルで 2 タイプ 4 種類を試作した。以下、その経過に従って報告する。

2. 防振ハンドル試作の経緯

従来のチェーンソーでは軽合金のパイプのハンドルに把持部分だけゴム被覆を施しており、手で持った時の把り易さ、高周波振動のある程度の吸収の効果は得られる。しかし、チェーンソー全体として、防振構造はエンジンマウント部の防振ゴム・ハンドル取付部の防振ゴムが主でありハンドル把持部のゴム被覆は殆ど防振効果は期待できない。

* 高知大学農学部

** 精工技研K. K.

今回試作した防振ハンドルの基本構造は、写真-1の如くであり、タル型スプリングをZ方向だけでなくX、Y方向にも働かせてダンパー効果により振動を低減させるものである。タル型スプリングの素線径、配置、数量を変えて実験をかさねた。対象としたチェーンソーはスチール社製041AVE型である。

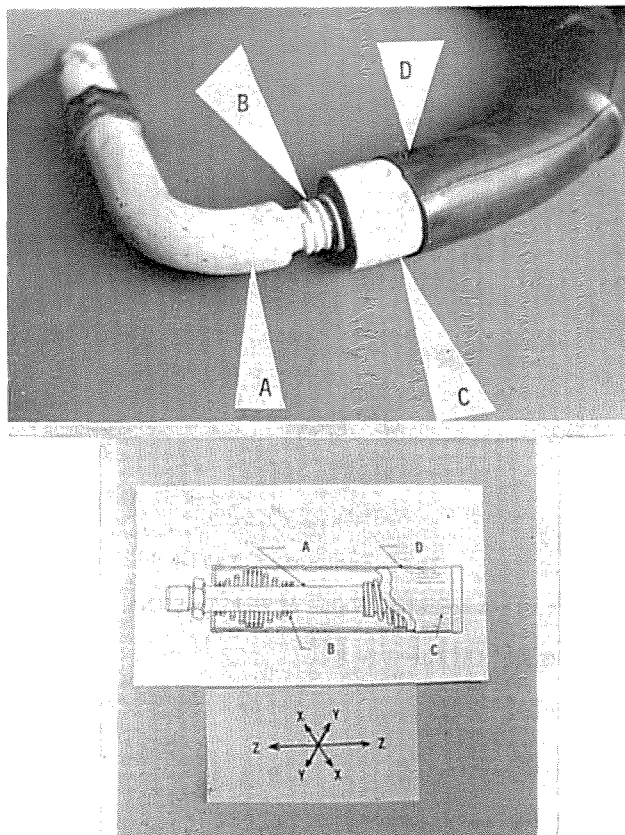


Photo-1 Construction of A.V. Handle (A=Shaft 内軸, B=Coil Spring 樽型スプリング, C=Casing 外筒, D=Rubber Cover ゴムカバー) and direction of axes.

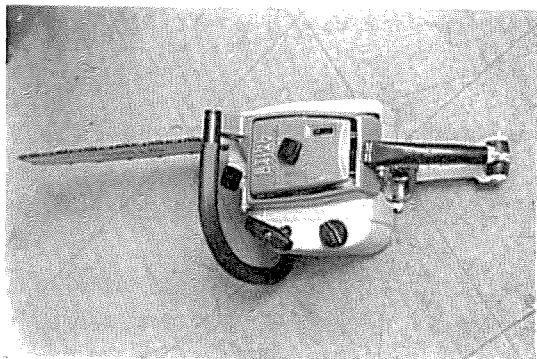


Photo-2 Normal Handle (F & R)

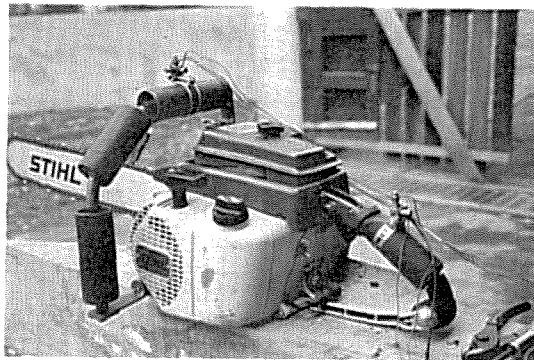


Photo-3 A.V. Handle Type I (F & R)

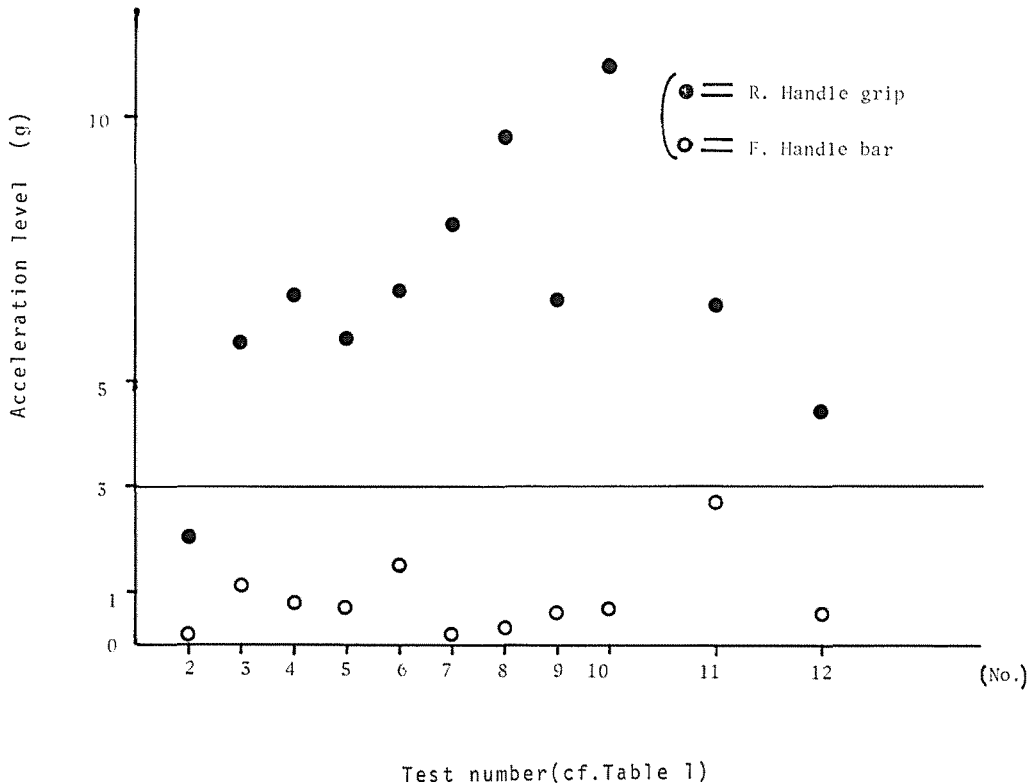


Fig. 1 Acceleration Value of each Test (No.2-12)

〈I型ハンドル〉 (Type I) (写真-1-3)

前ハンドル用として、鉄製の内軸 (shaft) にタル型スプリングを介して3ヶ所のグリップを取り付けたハンドル、後ハンドル用として、従来のハンドル軸にタル型スプリングを介して1ヶ所のグリップを取り付けたハンドルを作成した。タル型スプリングの素線径は1.8mmで、1つのグリップの両端に2個入タル型スプリングが組み込まれている。重量は標準ハンドルより900g増加した。

操作性を検討した結果、次のような欠点が明らかになった。

①前ハンドル用の3つのグリップは、玉切時、伐倒時、受迫口切り時の作業姿勢を考慮して場所を決めたが、必ずしも作業時の把持部と一致していなかったため、グリップとグリップとの間に指をはさまれることがあった。

②グリップの直径が40mmと太く把りにくかった。

③前ハンドルの位置が高くなりチェーンブレイキ解除用のハンドガードが作動しなかった。

④後ハンドルのグリップは構造上スロットルトリガーロックが組み込めなかった。

⑤後ハンドルのグリップの長さが短くて、スロットル操作時にグリップ以外の部分に指が触れることがあった。

これらの欠点のうち、①は3つのグリップを連続した1つのグリップに改良し、②は鉄製の内軸を細くして、タル型スプリングの巻径を小さくすることでグリップを細く ($\phi 32\text{mm}$) 改良し、③は標準ハンドルと同じ位置にネジ止めできるようにハンドルの形状を変更し、⑤は、グリップを前後に長くして改良した。しかし、④は、タル型スプリングの内蔵場所が無くなるので構造上改良できなかった。こうして、II型ハンドルが出来上がった。

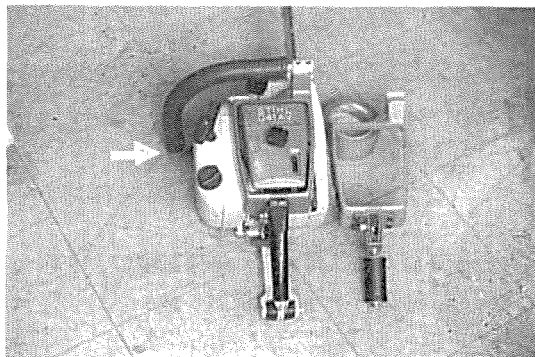


Photo-4 A.V.Handle Type II (Right one is for Rear Handle)
Arrow means the edge of A.V.Handle.

〈Ⅱ型ハンドル〉 (Type II) (写真-4)

Ⅱ型ハンドルでは、タル型スプリングの数量、索線径を変えて、操作性、防振性の両面から適当な組み合わせを探するために、前ハンドル用4種類、後ハンドル用3種類を作製した。

前ハンドル用として、タル型スプリング3カ所入りで索線径1.4mm、1.6mm、1.8mmのものとタル型スプリング4カ所入りで索線径1.6mmのものを作製した。後ハンドル用として、タル型スプリング2カ所入りで索線径1.8mm、2.0mm、2.3mmのものを作成した。タル型スプリングの位置は2カ所の場合は両端、3カ所の場合は両端と中間点、4カ所の場合は両端と中間に等間隔で2コ配置した。重量増加は500gに抑えた。

操作性を検討した結果、次の欠点が明らかになった。

①前ハンドルで索線径1.4mmのタル型スプリングの場合、柔らかすぎて鋸断時に外筒と内軸が接触する事がある。

②作業姿勢によっては、前ハンドル左下取付部の隅(写真-4の矢印)が作業者の膝に当る。これらの点を改良し、また次章で述べる振動測定の結果を参考にしてⅢ型ハンドルが出来上った。

〈Ⅲ型ハンドル〉 (Type III) (写真-5)

Ⅲ型ハンドルは、Ⅱ型ハンドルに使ったタル型スプリングのうち、一番硬い組み合わせであるタル型スプリング3カ所入りで、索線径は1.8mmの前ハンドルだけを作製した。これはⅠ型ハンドルの時に明らかになった、スロットトリガーロックの組み込み不可能な点に加えて、振動測定結果(次章参照)から、後ハンドルには、タル型スプリングタイプの防振ハンドルが不適當

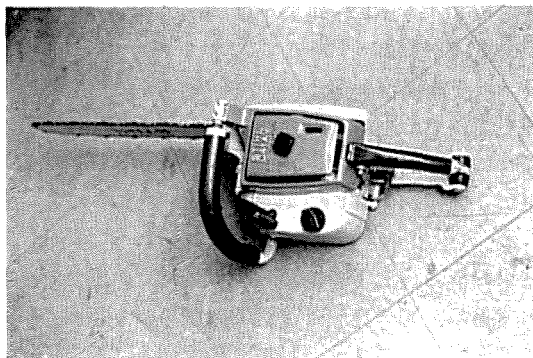


Photo-5 A.V.Handle Type III (Front handle only)

と思われたからである。

以上が、防振ハンドルの試作のあらましである。今後の問題点等については、防振性能試験の記述の後に述べることにする。

3. 防振性能試験

試作した防振ハンドルの性能を確かめるために、懸架試験によりレーシング時の防振効果を、また手持ち鋸断試験により実作業時の防振効果を検討した。

(実験内容)

実験に使用した防振ハンドルは表一1の通りである。表中の数字は、タル型スプリングの素線径と個数を表わしている。合計12通りの組み合わせの実験を行なった。

Table 1. List of Test No and details

Test No	Front Handle Bar	Rear Handle Grip	Comment
1	1.8×3	normal	Type I
2	1.8×3	1.8×2	Type I
3	1.4×3	1.8×2	Type II
4	1.6×3	2.0×2	Type II
5	1.6×4	2.0×2	Type II
6	1.8×3	2.3×2	Type II
7	1.4×3	normal	Type II
8	1.6×3	normal	Type II
9	1.6×4	normal	Type II
10	1.8×3	normal	Type II
11	normal	normal	normal
12	1.8×3	normal	Type III

(実験方法) <懸架試験>

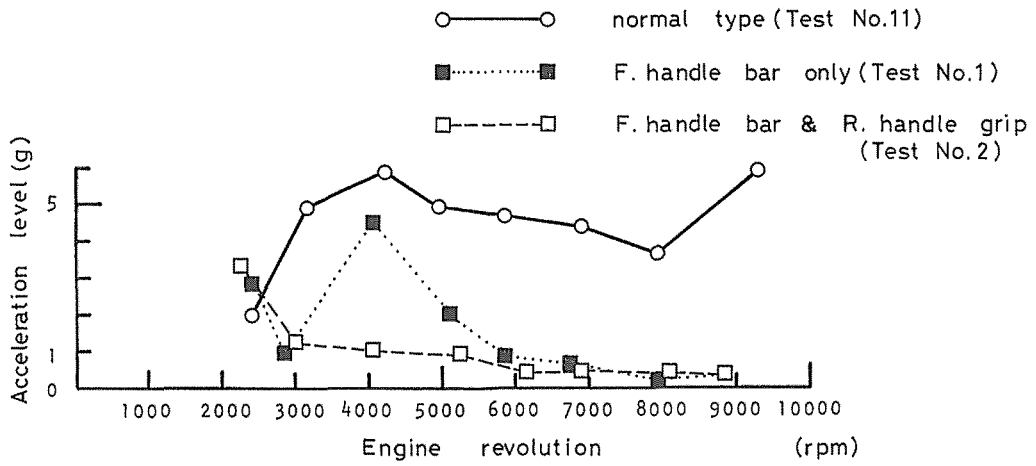
チェーンソーを天井の梁から下がっているスプリングに懸架し、スプリングの鉛直のび方向と測定軸を同一にして、上下方向、前後方向、左右方向について各測定軸毎に吊りかえて測定した。エンジンの回転数は2,500rpm と3,000~8,000rpm までの1000rpm毎で無負荷である。加速度は前ハンドル、後ハンドルで、それぞれ1方向(バネの鉛直方向と同一)を測定し、周波数分析は1.25~500Hzの範囲でリアルタイムFFT処理を行なった。測定値はエンジンの回転数に対応する周波数での加速度値である。(Fig2~Fig5)

<鋸断試験>チェーンソーを人間が保持して、ブナの気乾材(20×20cm)を玉切り姿勢で鋸断し、その際の振動加速度を測定する。測定は前ハンドル、後ハンドルとも3方向(上下方向、前後方向、左右方向)を同時に行ない。周波数分析は6.3~16KHZについて1/3オクターブバンドフィルター中心周波数毎にリアルタイムFFT処理を行なった。

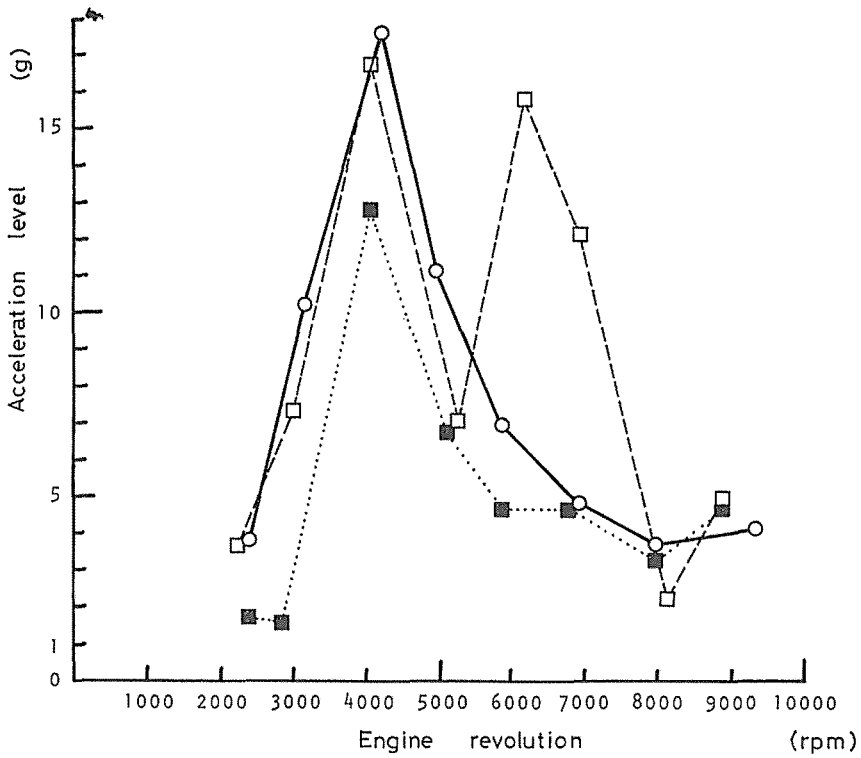
(実験結果)

図一1は鋸断実験の結果のうち、上下方向についてエンジン回転数に対応する周波数での加速度値をプロットしたものである。図一2~4は懸架試験により得られた結果のうち上下方向についてエンジン回転数毎に加速度値をプロットしたものである。

これらの図から判るように、I型、II型ハンドルを前ハンドルのみに装置した場合(実験No.1,



(a) F. handle bar



(b) R. handle grip

Fig. 2 The amplitudes of acceleration for fundamental frequency
—in case of Type I—

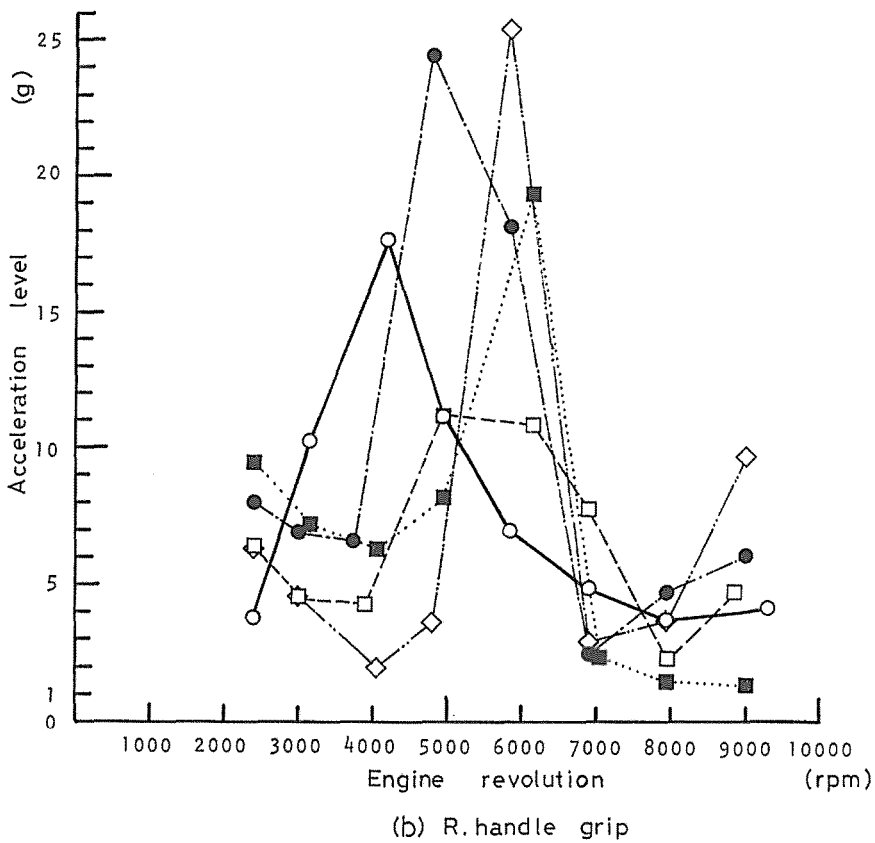
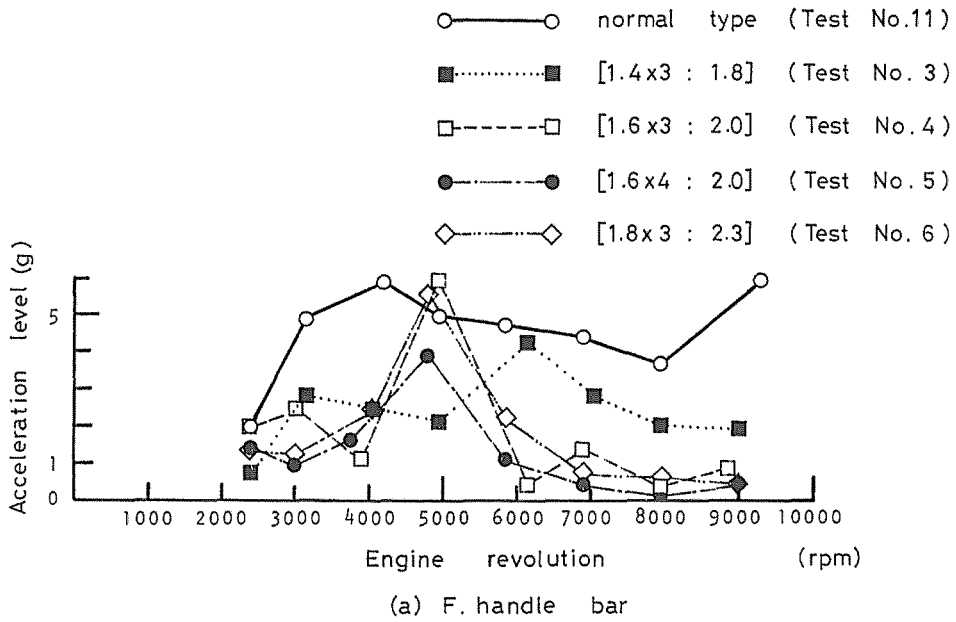


Fig. 3 The amplitudes of acceleration for fundamental frequency
—in case of Type II—

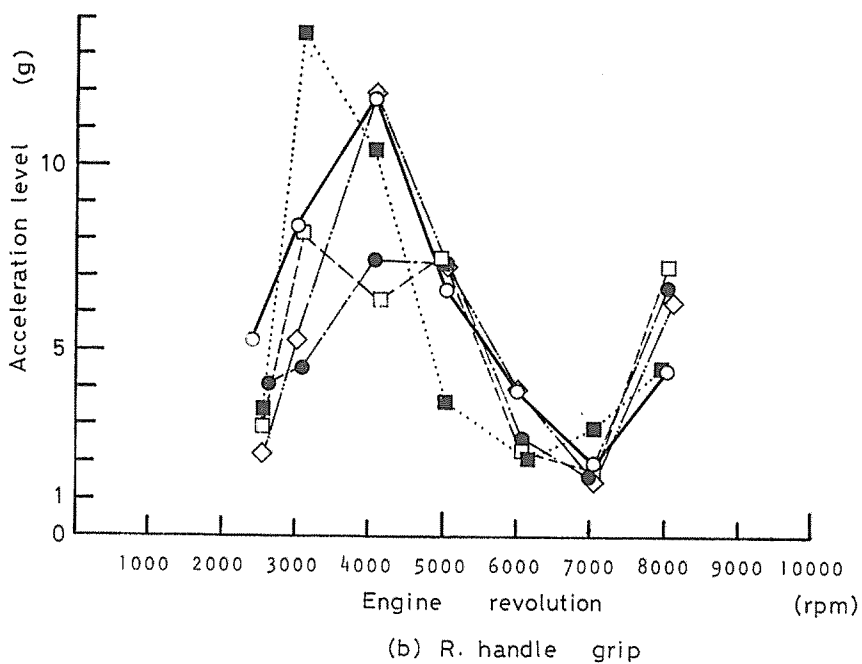
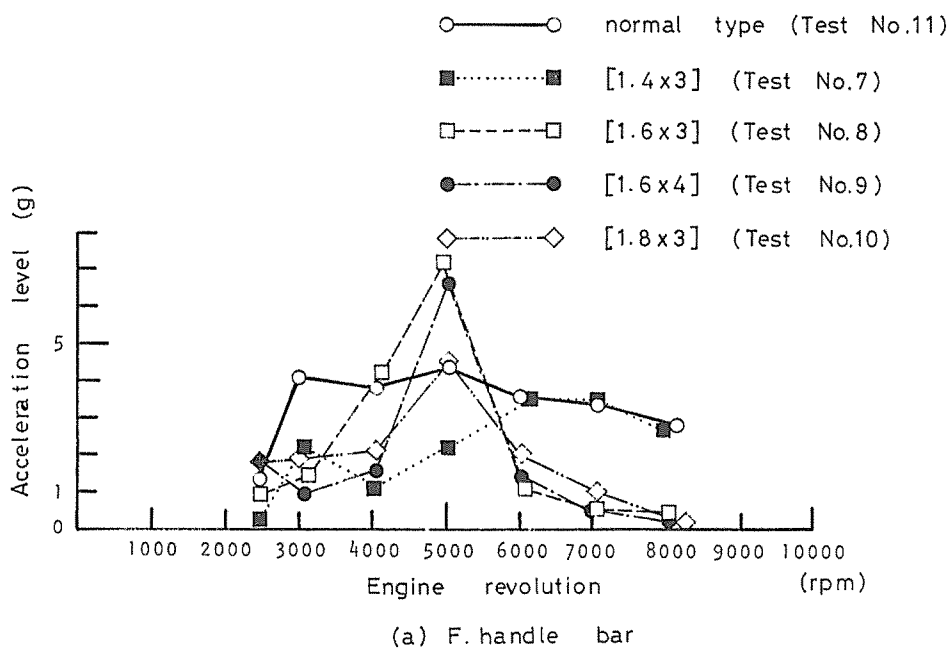
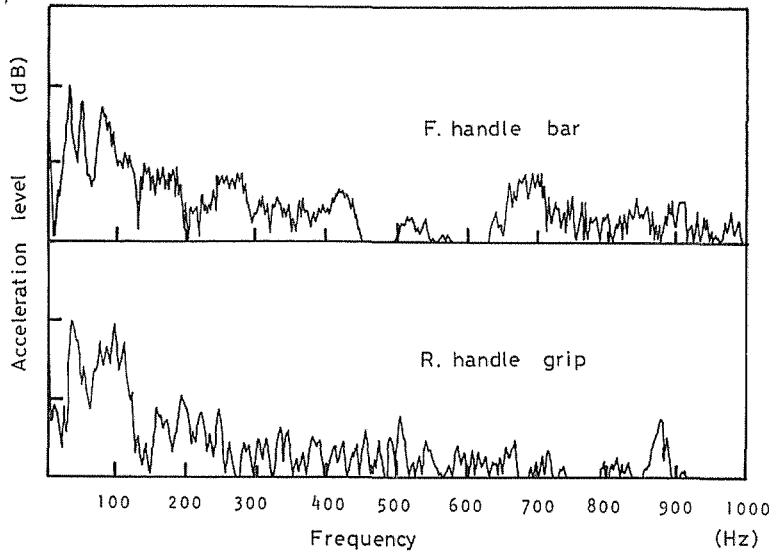
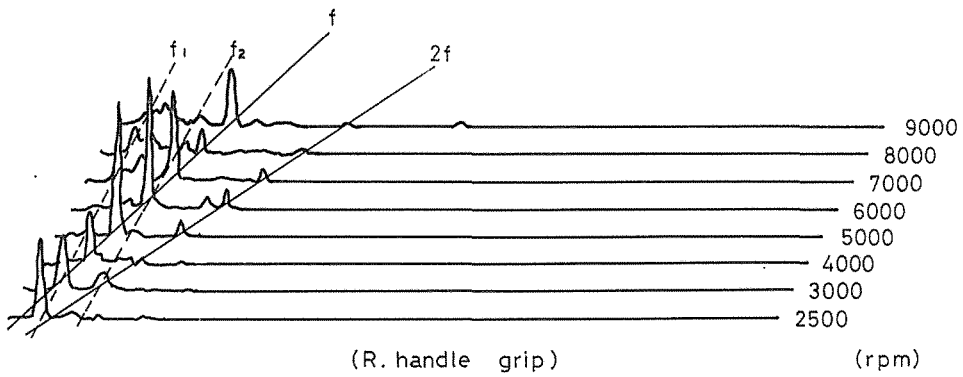
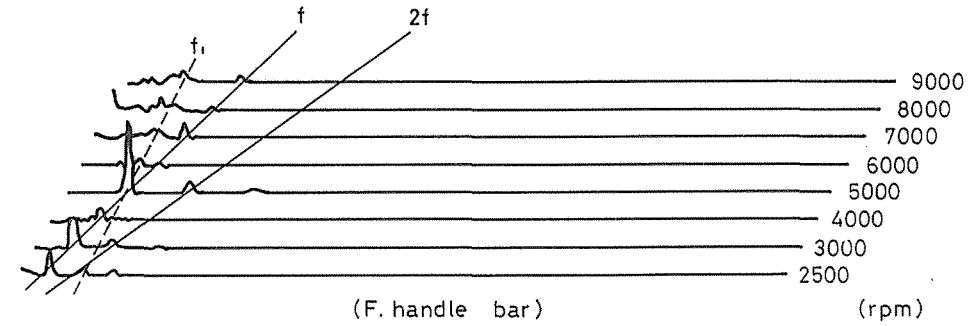


Fig. 4 The amplitudes of acceleration for fundamental frequency
—in case of Type II without R. grip unit—



(a) Hammering test



(b) Spectrum of acceleration

Fig. 5 Resonance frequency in case of Test No.3.
 f₁: resonance frequency f: fundamental frequency

7—10)と標準ハンドルの場合(実験No.11)を比較すると、この防振ハンドルは前ハンドルでの振動低減に著しい効果があるが、後ハンドルでは、懸架試験時にはあまり効果が見られないし、鋸断時には逆に振動が大きくなっている。更に、後ハンドルにも防振ハンドルを装着した場合(実験No.2—6)を比較すると、前ハンドルでは同じように振動低減に著しい効果があるが後ハンドルでは懸架試験時にエンジンの常用回転数域(6,000~9,000rpm)で標準ハンドルの場合より振動が大きいものがある。鋸断時には、あまり防振効果が出ていない。

そこで、固有周波数を調べる為に実験No.3についてハンマリングテストを行なったところ、40Hz, 77.5Hz, 97.5Hz, 112.5Hzに共振点が存在していた(図—5)。このことから、後ハンドルでの振動低減を図るためには、常用回転数域で振動が増大する原因となる固有振動の系を探りこれを除去しなければならない。この問題は今後の研究に待つことにして、今回は前ハンドルに装着したものだけを検討することにした。

まず図—2~4から、I型とII型を比較すると、I型は試作第I号ハンドルでもあったためバネ上重量が大きく、防振効果も大きい。しかし前章で述べたようないくつかの欠点を持っていたので重量面、操作面から改良されて、II型ハンドルが出来上った。

II型ハンドルの場合、実験No.7の前ハンドルはタル型スプリングの素線径が1.4mmであり、タル型スプリングの剪断歪みが大きく、タル型スプリングの有効弾性域が著しく狭くなっているため、実験No.8~10に比べて高回転域での防振効果が小さい。この傾向は実験No.3についても同様である。また、前章の操作性の結果とも一致している。一方、実験No.8~10の場合、エンジン回転数5,000rpmの時に防振装置の固有振動に起因して前ハンドルが共振しているが、この回転数は使用頻度が少ないという過去の報告から考えて、問題とならないであろう。そして実験No.8~10の間にはこれといった相違は認められなかった。

ここでは結果を表示していないが、同時に測定した他の二方向でも、上下方向と同じく常用回転数域において前ハンドルの防振効果は大きかったが、後ハンドルでの効果は認められなかった。

III型ハンドルについて図—6から考察して見よう。この図は、鋸断時の標準ハンドルの加速度値とIII型ハンドルの加速度値の差を表示している。加速度値のオーバーオール値では、前ハンドル、後ハンドル3方向とも防振効果が表われている。勿論、その効果は前ハンドルの方が大きく、3方向とも10dBの低下が見られる。

次に周波数バンド毎の防振効果を検討してみると、前ハンドルでは100Hz以上では防振効果が表われているが、100Hz未満では、必ずしも効果が明らかでないばかりか、ハンドルの共振点付近では増加している。後ハンドルでは、これといった傾向は出ていない。

防振性能試験の結果、次の点が明らかになった。

- ①、防振ハンドルI型、II型、III型ともに前ハンドルでの防振効果が著しい。
- ②、防振ハンドルを後ハンドルに取付けた場合、常用回転数域に防振装置の共振点が存在し、振動が増幅される場合があった。
- ③、防振ハンドルの防振効果は、前ハンドルでは100Hz附近を境にして、それ以上では効果が大きい、それ以下では効果が期待できない。
- ④、前ハンドルとしてタル型スプリングの素線径1.4mmを使った場合は、それより太い径のものに比べて効果が少なかった。
- ⑤、タル型スプリングの素線径1.6~1.8mmの間では防振効果の差異は見られなかった。また、タル型スプリングの数量と配置場所による差異も見られなかった。

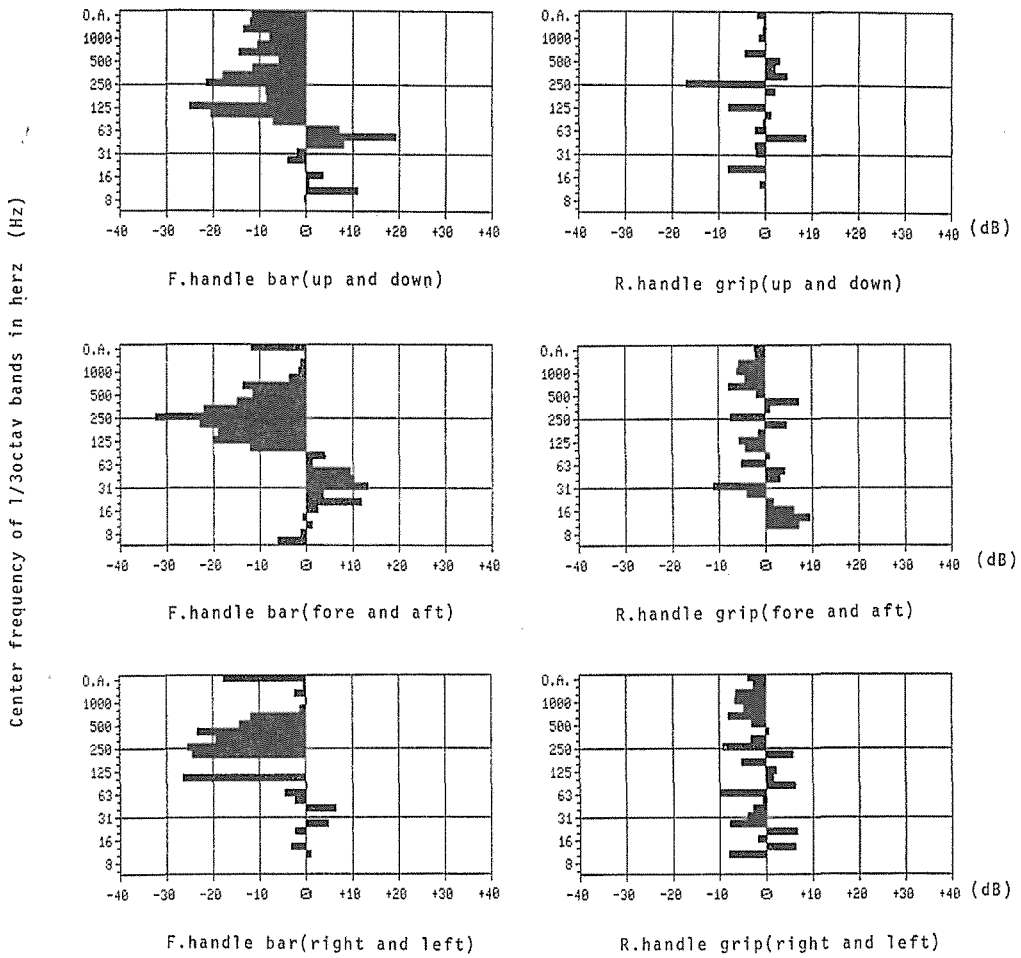


Fig. 6 Balance of Acceleration Value (A.V.Handle-Normal Handle). Chain Saw—041AVE (cutting).

4. ま と め

以上のように、本研究で試作したタル型スプリング内蔵型防振ハンドルは、チェーンソーの前ハンドルでの振動低減に大きな効果が認められたが、後ハンドルについては、今後の課題として残された。本論文中のチェーンソー振動の測定結果からも判るように、前ハンドルよりも後ハンドルで大きな加速度値が測定されており、後ハンドルのより有効な防振方法が望まれる。

試作ハンドルⅢ型については、現在対象機種をふやして、長期間の使用による防振性能の追跡調査に入っている。また、他の振動工具への応用として、ブッシュカッター用防振ハンドルも試作・実験中なので、機会をみて報告したい。

本研究で、ハンドルの試作では精工技研KK技術部の方々に全面的に御協力いただいた。また、作業時のハンドルの操作性について京都大学芦生演習林の利用班の方々と石原林材KKの作業班の方々から貴重なアドバイスをいただいた事の御礼を申し添えて、この報告を終えることとする。

引用文献

- 1) 瀧本義彦他：「防振用チェーンソーアーム」の試作について，京大演報，53，1981
- 2) 伏見知道：チェーンソー作業における作業規制に関する研究，愛媛大演報，13，1976
- 3) 後藤純一：伐木造材作業時におけるチェーンソーの使用回転数頻度について，92回日林講，461-462，1981

Résumé

We made trial Anti vibration Handle for Chain Saw and tested its effect. This A.V. Handle is devised to reduce the vibration by using Coil-Spring. Photo 1 shows the construction of A.V. Handle and Photo 3-5 show three types of A.V. Handle fitted at Chain Saw.

We examined the effect of this A.V. Handle by Spring-hold test and Hand-hold test. Fig. 2-4 are the results of Spring-hold test and show that this A.V. Handle reduces well the vibration on the Front handle bar, but not on the Rear handle grip. Fig. 1 and 6 are the results of Hand-hold test and show that in which bands in frequency the vibration was reduced by using this A.V. Handle, and that the effect of anti vibration in the area of over 100Hz was greater than below 100Hz.

This system may be useful of any other vibration tool, for example, brush cutter, rock drill, concrete breaker and etc..