

チェーンソーの木材鋸断振動 (VIII)

空気袋によるハンドル被覆効果

伏見 知道*

On the Vibration of the Chainsaw in Timber Cross Cutting (VIII)

The effect of handle covering with air-cushion

Tomomichi FUSHIMI

Summary : Two counter-planes are usually indicated for the vibration control of chainsaw during the felling and bucking work. The one is to eliminate the injurious vibration from the source of vibration, and the other is the isolation of the vibration transmitted from the chainsaw handle to the operator's hands. One of the latter method is the use of the vibration eliminating gloves, and the air-gloves eliminate the vibration in accordance with the same principle as the air spring. Then, the author devised a chainsaw's handle covering combined air-cap sheet with polyethylene materials.

This study deals with the eliminating effect of vibration of the electro-chainsaw's handles depending on the change of conditions of handle covering. In racing, the vibration acceleration value of non-eliminating type of handlebar is diminished to maximum 68% by the handle covering with an air-glove against the original value of the non-covering handlebar, and to maximum 83% by the handle covering of air-cap sheet type, then the value of an anti-vibration type of handlebar is diminished to maximum 40% by the handle covering of "air-cap" sheet type. The level of the fundamental wave on the anti-vibration type of handlebar is the lowest at the covering of "air-cap" sheet type.

In timber cutting, the lower frequency components than the fundamental wave are risen to such high level as that of the vibration of other chainsaw in timber cutting. The operator is only permitted of continuous exposure about one and half an hour per day during the timber cutting operation of chainsaw, but the operator must be able to reduce the total value of exposure of the chainsaw vibration.

要 旨 チェーンソー作業における、被振側の防振対策の一つとして、防振手袋類の使用がある。その一種のエア・グローブと、エア・キャップ利用のハンドル被覆による、電動チェーンソー・ハンドルバーの振動減衰効果を検討した。空転時、非防振形ハンドルバーでの最大減衰は、エア・グローブによって 68%、エア・キャップ形被覆で 83% に達す

* 森林工学研究室 Laboratory of Forest Engineering

る。防振形ハンドルバーでもエア・キャップ形被覆で最大40%の減衰が認められる。これら振動減衰効果は、主振動数より高い周波数域で、特に著しい。木材切削時上昇成分の抑制効果は、各種防振型チェンソーの例と大差がないけれども、エア・キャップ形被覆をあらかじめ施しておけば、エア・グローブ使用以上に作業の容易さと、防振効果を高めるため、作業者に対する振動の総暴露量を軽減するのに役立つ。

I はじめに

チェンソー作業における振動の抑制手段としては、振動源であるチェンソー自体の振動減衰対策のほかに、振動を受ける側の対策が必要である。被振側の対策は、振動源から人体への伝達を少なくすることであるが、これは、作業方法・動作において、振動伝達を抑制するとともに安全を確保することにある。その一つとして、作業者と機械の接点における振動伝播抑制のための、防振手袋の効用が考えられる。実際に、スポンジ応用のものや、空気袋付手袋が考案されている。スポンジはチェンソーの重量や握り圧のため、空気クッション効果が減殺されやすいのであるが、空気を密閉した形式の空気袋付き手袋は、空気ばねと同様の原理により、振動減衰効果を期待するものである。

空気ばねは、ばね定数を十分低く取らせることができるし、高周波数振動の絶縁効果がよい。さらに、防振ゴム同様に、同一のばねにより、軸方向のみならず横方向や回転方向の振動伝達抑制もあわせ行うことができるうえ、軽量で振動に対する寿命が長く、保守も容易であるなど、金属ばねや防振ゴムにないような特徴を持っている。したがって、空気ばねは鉄道車両や自動車に広く使われているほか、振動の絶縁が必要な測定装置や録音機などの防振支持にあたっては、空気ばねによるのが最も効果のあることが多い。ただ、周囲条件が70℃以上に達する高温のとき等は、空気ばねは適しない。

そこで、エア・グローブのほかに、エア・キャップ応用ハンドル被覆を考え、これらによるチェンソーハンドル部振動の伝達抑制効果を比較検討した結果、ともにかかなりの効果が認められた。特に、作業性とあわせ考察した場合、エア・キャップ応用ハンドル被覆の考え方は、チェンソーのみならず手持振動工具ハンドル部の防振対策として、簡便でより実用性が高いと判断されるので報告する。

II 実験方法

使用機：電動チェンソーA 303、電動モーター（単相100V、600W、回転数20,400rpm）、減速比8：49、案内板長40cm、重さ7.0kg、ソーチェン（オレゴン72D、緊張度3.0%）

ハンドルバー区分

- i) 非防振形（鉄パイプ、厚さ1.5mmのゴム被覆握りつき）
- ii) 防振形（アルミニウム製、5分割し、4個の防振ゴムを介在させ、上部と側部に防振握りを設ける）

ハンドル被覆区分

- i) 原形（防振被覆を加えない状態）
- ii) エア・グローブ形（手袋用の空気袋をハンドルバー上部に巻きつけ固定）
- iii) エア・キャップ形（エア・キャップをハンドルバー上部に二重に巻き、その上に補強材として合成樹脂繊維マットを巻きつけ固定。エア・キャップは2枚のポリエチレンフィルムで空気を粒状にバックしたもので、その粒は長径9.4mm、短径8.8mm、高さ4.0mmの楕円筒状で、100cm²に約91個ある）

測定方法

各ハンドルバーの被覆区分ごとに、受振器VM4200を、W型固定治具¹⁾により、上下方向(x)、前後方向(y)および左右方向(z)の3直角方向に、順次固定し、Rs支持¹⁾で空転時振動値を検出し、振動計VM4203で計測しながら、分析器SA56AおよびSA35で、3分の1オクターブ帯域別分析およびスペクトル分析を行い、それぞれ高速度レベルレコーダLR03に記録した。

III 結果と考察

非防振形ハンドルバーおよび防振形ハンドルバーの原形上部における振動値の変化をもとに、ハンドル被覆材料を使用した場合の振動値の変化と、各振動の構成周波数別振動値の変動を、比較考察することにより、供試被覆材料の防振効果と実用性について検討する。

1) 空転時振動レベル

各ハンドルバーの被覆状態の相異に基づき、振動加速度値の変化を表-1に示す。

Table 1 The change of vibration at handlebar with difference of the covering materials of handlebar

measuring direction etc.	up and down		forward and backward		right and left		resultant
	(X)	(G)	(Y)	(G)	(Z)	(G)	
non-eliminating type (A ₁)	6.50~7.80, (7.70)		6.90~7.30, (7.20)		1.85~2.45, (2.30)		10.79
with air glove 100(A ₁ -B ₁)/A ₁ (B ₁)	2.00~2.60, (2.40) 68.83%		4.90~5.40, (5.20) 27.78%		1.45~1.68, (1.68) 26.96%		5.96 44.76%
with air cap 100(A ₁ -B ₂)/A ₁ (B ₂)	1.20~1.52, (1.30) 83.12%		4.00~4.20, (4.1) 43.06%		1.52~1.80, (1.54) 33.04%		2.78 57.65%
anti-vibration type (A ₂)	0.82~0.96, (0.84)		2.60~2.90, (2.70)		0.75~0.90, (0.80)		2.94
with air glove 100(A ₂ -B ₁)/A ₂ (B ₁)	0.57~0.82, (0.59) 29.76%		2.40~2.68, (2.55) 5.56%		0.45~0.55, (0.53) 33.75%		2.67 9.18%
with air cap 100(A ₂ -B ₂)/A ₂ (B ₂)	0.48~0.56, (0.54) 35.71%		1.88~2.20, (2.00) 25.93%		0.42~0.52, (0.48) 40.00%		2.13 27.55%

非防振形ハンドルバーの原形が示す値に対し、エア・グローブ形での値は27%~68%の減衰である。エア・キャップ形での値は33%~83%の減衰で、測定方向別には、いくらかの差異が見られるものの、合成値では供試防振形ハンドルバーの原形が示す値の近くまで減衰されている。

防振形ハンドルバーでは、原形において、既にかなり低い振動値であるから、被覆材料による減衰量は比較的小さいけれども、エア・キャップ形による減衰率は25%~40%で、その合成値も、被覆区分中最も小さく、かなりの減衰効果を示している。ただし、前後方向では、なお、平均2Gを示し、かなり高いのであるが、これは防振形ハンドルバー原形における振動値が、既にかなり高く、ハンドルバーの防振構造自体あるいはチェーン本体に由来するものであって、ハンドルバーの被覆材料やその状態による効果とは別に検討する必要があるものと思われる。

2) 空転時振動スペクトル

各種被覆条件下における、ハンドルバー上部の上下方向の振動加速度スペクトルを比べると、図-1のとおりである。

非防振形ハンドルバーにおける、防振被覆区分別スペクトルの変化を見ると、エア・グローブ形の場合に、主振動成分では、その値が増大し、減衰効果があらわれていないけれども、主振動数以上の高周波数領域での各成分の値の低下が著しく、総合値の減衰に大きく寄与している。前述のような、主振動成分の値の増大は、非防振形ハンドルバーのエア・グローブ形被覆における上下方向の結果にだけ認められた。

高周波数域の波形は、エア・グローブ形被覆では、非防振形ハンドルバーの原形での波形と類似しつつ減衰して

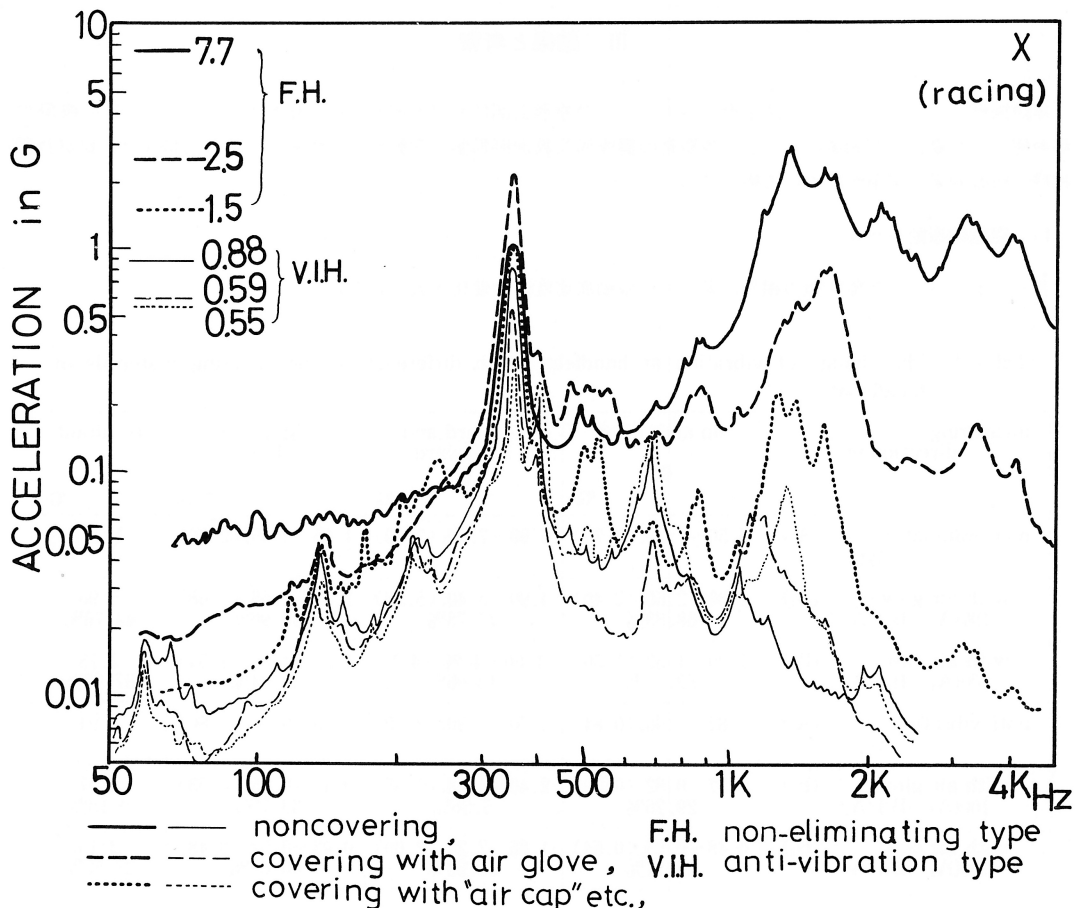


Fig. 1 The vibration spectra and the difference of the covering materials of an electro-chainsaw's handlebar.

いるのに対し、エア・キャップ形被覆の場合には、400Hz 周辺波、および 1.2KHz~1.6KHz の波形が、エア・グローブ形被覆に似た突出を示すけれども、その値は低く、全体波形は防振形ハンドルバー原形での値に近づき、高周波数域での減衰は最も大きい。

防振形ハンドルバーにおける、ハンドル被覆区分別スペクトルを見ると、主振動波の値は、エア・グローブ形被覆の場合から、エア・キャップ形被覆の場合へと、順次明らかに低下している。また、主振動数より低い周波数域では、三者が類似した低い値を示すのに対し、主振動数より高い周波数域では、周波数ごとの値には、ハンドル被覆区分間で変動がかなりあるものの、全体的波形は類似して低く、2KHz を越える成分は 0.01G 以下になるなど、高周波数域での振動成分は著しく減衰されている。

3) 作業規制からみた振動減衰効果

ハンドル被覆材料による、上述のようなハンドルバーの振動減衰効果を、作業規制の面から考察するため、ハンドルバー上部における、振動加速度の 3 分の 1 オクターブ分析結果に、手腕に対する振動の許容基準を適用してみると次のようになる。

非防振形ハンドルバーにおける結果は、図-2に示すように、高周波帯域の値がかなり大きいけれども、許容基準に対し問題となるのは、主振動波およびその周辺帯域での値である。すなわち、前後方向におけるハンドルバー原形での主振動波帯域の値が大きく、許容基準に抵触する。この場合、エア・グローブを使用しても、主振動波帯域に対しては逆効果となり、その値が増大し、許容基準に抵触する割合が増す。エア・グローブにかえて、エア・キャップ形被覆とした場合には、前後方向の主振動波帯域の値がかなり低下し、他の二方向の値と同様に、許容基準に対し、十分安全な範囲に入っている。

この結果は、供試非防振形ハンドルバー付チェーンソーにおいて、エア・キャップ形被覆を使用した場合には、空転支持における暴露時間の規制をなくすことができることを示している。

次に、防振形ハンドルバーにおける結果を図-3に示す。防振形ハンドルバーにおける各振動成分では、高周波数帯域での値が、各方向とも、許容基準に対して十分安全な程度に低下して、空転時振動暴露の規制の対象となるのは、主振動波帯域の値だけである。この場合も、非防振形ハンドルバーにおけると同様に、前後方向における主振動波帯の値が大きく、いずれの被覆区分でも、許容基準に抵触している。しかしながら、その抵触度合は、エア・キャップ形被覆において最も低い。

空転時に、最も問題になった前後方向について、非防振形ハンドルバーにおける、木材切削時振動加速度の分析例を示すと図-4のとおりである。総合値では、エア・グローブ形被覆から、エア・キャップ形被覆へと明らかな減衰効果がみられる。しかし、いずれの被覆区分でも、160Hz帯以下の、いわゆる木材切削時周波数成分の値が、他のチェーンソー類の木材切削時におけると同様に増大し、特に40Hz~80Hz帯域の値が増大し、許容基準に抵触しているけれど

も、連続2時間程度の暴露が許される域に入っている。ハンドル被覆区分別の抵触の度合は、空転時における主振動波のそれと類似し、本例ではエア・キャップ形被覆が最も少ない。したがって、木材削時周波数成分の値により主として左右されるところの、作業時間規制の面から見た場合は、供試ハンドル被覆材による防振効果は、あまり大きいとは言えぬが、非防振形ハンドルバーにおける高周波数成分の著しい減衰だけでなく、防振形ハンドルバーにおいても、作業者の手腕の振動暴露の総量を削減するのに役立つ。

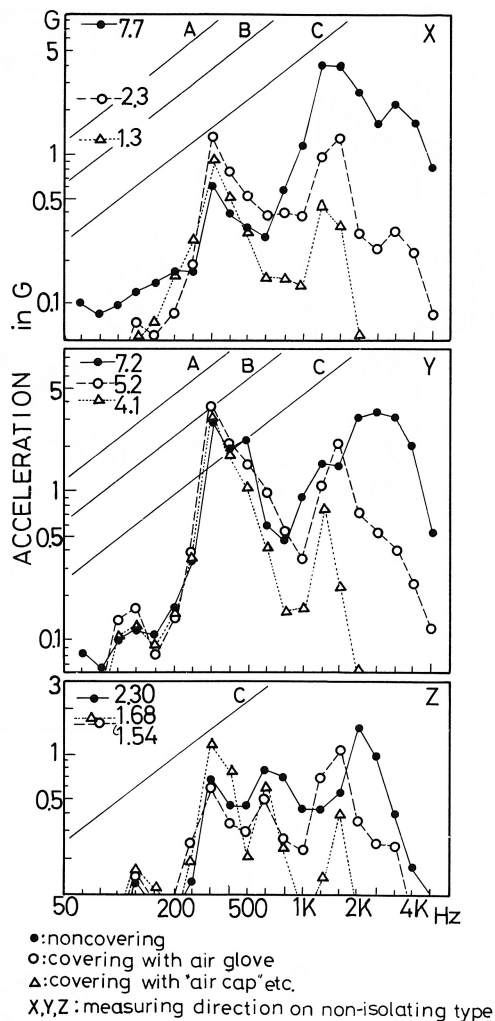


Fig. 2 The evaluation of vibration at handlebar with difference of the covering materials of handlebar of an electro-chainsaw in racing.

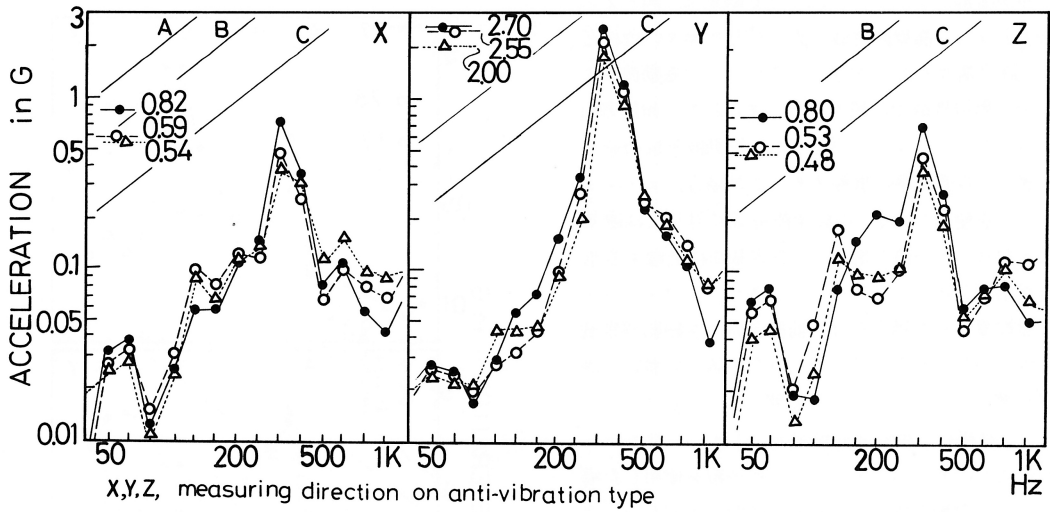


Fig. 3 The evaluation of vibration at handlebar with difference of the covering materials of handlebar of an electro-chainsaw in racing.

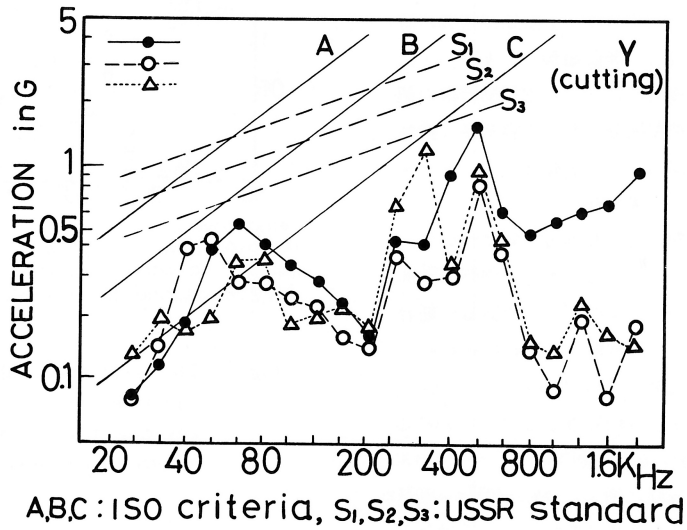


Fig. 4 The evaluation of vibration at handlebar of non-isolating type with difference of the covering materials of handlebar of an electro-chainsaw in timber cutting.

IV む す び

エア・グローブ形およびエア・キャップ形のハンドル被覆による、チェーンソーハンドルの振動減衰効果について検討した。供試機の非防振形ハンドルおよび防振形ハンドルのいずれにおいても、減衰効果がかなり認められる。ただし、その効果は、木材切削時上昇成分に対しては、各種防振型機における例と同様にあまり高くないが、基本振動数より高い周波数域での効果は著しい。したがって、振動暴露作業時間の大きな増加は望めないが、いずれの場合も、作業者に対する振動の総暴露量を削減するのに役立つ。エア・キャップ形はあらかじめハンドル部被覆に使用すれば、エア・グローブ使用と同様、あるいはそれ以上の振動減衰効果が期待できるだけでなく、作業性もやまさるものと考えられる。

引用文献

- 1) 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。愛媛大学演習林報告 13：1～117, 1976
(1977年8月27日受理)