

チェーンソー作業における作業規制に関する研究(V)

玉切り能率と振動暴露

伏見 知道*

Studies on the Operation Control of the Chain Saw during the Felling and Bucking Work

Bucking efficiency and vibration exposure

Tomomichi FUSHIMI

Summary: In order to clarify the operational standard of bucking by means of chain saw, the author discusses the difference of bucking efficiency and vibration exposure in chain saw handles for some engine speeds in cross cutting and the pushing degree of chain saw against the bucking wood.

A chain saw with a horizontally opposed twin-cylinder engine and a chain saw with comparable horizontally single-cylinder engine are used in this study. The results obtained are as follows:

1. When an operator presses a chain saw against a cross cutting wood ("pressed cutting"), the cross cutting speed (cm^2/sec) is over double of the cutting speed when the chain saw is not pressed against the cross cutting wood ("no-pressed cutting").

The relation between the cutting time (s second) per definite area (1 square decimetre) and the engine speed (rpm) in the cutting shows a rectilinear figure decreasing with increase of engine speed in "no-pressed cutting", and the other side, in "pressed cutting" describes a parabola.

2. The resultant values (R) of vibration acceleration (x,y,z) in three directions of chain saw handle $R = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$ change according to the respective differences in chain saw model, front or rear handle, degree of cutting pressure against wood and engine speed in cutting etc..

3. The vibration quantity (Ve) exposed from chain saw handle to operator's handle per a unit area (1 dm^2) of cut wood is written as follows:

$Ve = Sv/Gw$ where Sv = time (the hand is exposed to vibration cutting an unit area)

* 森林工学研究室 Laboratory of Forest Engineering

(second/dm²), Gw=resultant value (R) of vibration acceleration in wood cutting (or, the maximum value among three directions of vibration).

The total exposed quantity of the vibration of a chain saw from front and rear handles to an operator's hands decreases on sprocket speed 8,000rpm in the pressed cutting of both the chin saw models, as shown in figure 2.

4. The author evaluates the curves of the one third octave band spectrum analysed from the vibration of the tested chain saws on the basis of the ISO proposed standard. The evaluation of a chain saw with a horizontally-opposed twin-cylinder engine belongs to B of the divided small zones A,B and C of the ISO proposed standard for hand-arm vibration on the sprocket speed 8,000 rpm in the pressed cutting. That is, under the above mentioned cutting conditions, an operator with this twin-cylinder chain saw is permitted two to four hours exposure, and is able to maintain high efficiency in bucking.

要 旨 水平単気筒型と水平対向2気筒型チェーンソーの各1台について、単純平行切削時の諸条件の変化に伴う、切削能率と振動の変化を観察し、労働安全上有効な作業条件について考察した。

1. 切削速度は、圧着切削が、自重切削の倍以上を示す。単位面積切削所要時間は、自重切削時に、切削中回転数の上昇に伴い直線的に減少するのに対し、圧着切削時は、8,000rpmを最低とする放物線的関係を示す。
2. 振動加速度合成値は、機種、前後ハンドル別及びチェーンソーの圧着度合により、切削中回転数との間で、異った変動傾向を示す。
3. 作業者の単位面積切削当り振動暴露総量 $V_e = S_v \times G_w$ は、両機種とも、圧着切削中約8,000rpm以上で、最低を示す。
4. 水平対向2気筒型機の圧着切削時8,000rpm以上で、ISOの手腕に対する振動の暫定的暴露限界による暴露時間が長い。

したがって、作業者に対する振動暴露の量と質の両面から、チェーンソーを圧着し、切削中8,000rpm附近で、玉切りを行うことにより、作業の労働安全性を高めることができる。

I はじめに

森林・林業における作業者の、労働安全・衛生の面から、チェーンソーの振動・騒音問題が取りあげられてから、既に久しい。振動刺激に加うるに騒音及び寒冷による生理反応が相乗化され、白ろう指が発症するという推論は、早くから示されていたが、昭和50年代に入って、医学者の生理学的実験結果に基づく、白ろう指発症機構説明が発表¹⁾されている。この中で、動物実験結果に基づくものであるが、振動負荷後しばらく放置してから、生理反応が最大限に達し、以後しだいに回復してゆくという結果は、チェーンソー作業者に見られた、作業終了後時間を経て症状の発現を訴える、しかも「チェーンソー使用中の方が具合がよい」という発言と符号するものである。更に重要なのは、振動による血管反応の過敏性の発現が、振動の間欠的暴露、それもなるべく短時間の暴露と休止の繰り返しになるようにするときには、極めて微弱になること²⁾³⁾を示している点である。このことは、動物実験結果を人間にも適用できるものと考えれば、いわゆる2時間規制に示されている振動の断続的暴露方式が、作業者側の防振対策として、極めて有効であることを示唆している。ともあれ、このような受振者側の対策には成果が認められる反面、振動源対策としての低振動工具の選定については、最も望まれ、しかも工夫・努力が続けられているにも拘

らず、手腕系振動暴露基準に対しては、なお問題点を留めていることに、もどかしさを感じるのは筆者だけではあるまい。

最近、チェーンソー用の水平対向2気筒型エンジンが開発され、基本的振動源対策として、画期的成果をあげている。筆者もこれに注目し、チェーンソーの切削時回転数及び切削木にに対する圧着の有無に伴うハンドル部振動値の変化について二・三の考察⁴⁾⁵⁾を試み、限られた切削条件では、ISOによる手腕系振動の暴露基準に対しても、安全な作業時間が確保できることを明らかにしている。

携帯型エンジン付機械は、適切な使用方法を確かめ、これに従って作業をすることが、労働安全上大切であるので、それぞれの機械作業ごとに、適切な作業及び取扱い基準が示され、管理・指導が進められている。筆者も、既報の振動測定分析結果を基に、切削作業における振動暴露値がなるべく低く、かつ暴露時間が短かい、すなわち作業者に伝達される振動の総量とその質の両面から、安全で能率的な切削条件について、再検討することにした。ここに、筆者が先に示したチェーンソーハンドル部に関する単位切削当り振動暴露量(Ve)⁶⁾なる値によって、切削条件を検討するとともにISO暴露限界に基づく評価を加えることによって、チェーンソー作業者の労働安全性を高めるための努力目標としての作業規制について、考察を進めたので報告する。

II 実験方法

供試チェーンソーは、水平単気筒型(CS651EVL・排気量64.2ml)と水平対向2気筒型(CS601TVLA・排気量61.0ml)の2機で、主要諸元を表-1に示す。ハンドル部振動加速度を、

表-1 供試チェーンソーの主要諸元
Table 1 Specification of chain saw used

項目	機種型式	CS601TVLA	CS651EVL
寸重エンジン	法量	418×258×299(mm) (本体) 6.8(kg)	413×257×267 (本体) 6.4(kg)
	エンジン	空冷2サイクル 水平対向2気筒型 61.0 (30.5×2) ml ダイヤフラム式気化器 (ウォルプロ) CDI方式同時着火	空冷2サイクル 水平単気筒型 64.2ml ダイヤフラム気化器 (ウォルプロ) TCI方式着火
燃鋸断部	料部	25:1 72LPチェーン (ドライブリンク70) オレゴンローラノーズバー50cm	20:1 72DP (ドライブリンク72) 共立ソリッドノーズバー50cm

検出器PV92で3直角方向同時に検出し、チャージ増幅器VM27を経てデータレコーダR400に記録し、後日、SA35でスペクトル分析及びSA56Aで3分の1オクターブ分析を行った。切削実験には同一モミ丸太を使用した。木材切削時機関回転数は、6,000rpmから9,000rpmまでの4段階とし、デジタルタコメーターDET200で確かめつつ調節した。各切削ごとに、切削所要時間をストップウォッチで測定し、切削円板はすべて最大及び最小直径と断面積を測定し、考察用数値の算出に供した。今回直接取りまとめに使用した切削円板は、100枚で、その最大直径(挽幅)の範囲は26cm~43cm平均33.4cmで、含水率は22.0%~76.8%平均47.7%である。なお、ソーチェーンの張りは、両機とも約3%に調節した。供試モミの丸太は、本学演習林から提供していただいたので、ここに記し感謝する。

III 結果と考察

供試丸太の1回ごとの切斷所要時間と切斷面積から、一切削ごとの平均切削速度と単位面積切削所要時間を求めた。また切削中回転数は、スペクトル分析による周波数分布図から確かめた。チェーンソーの条件を一様に保っても、供試木の条件、たとえば含水率の変化、節の有無と大小性状、挽幅や年輪密度等が著しく違う場合には、切削抵抗に影響し、切削所要時間や振動・騒音値が変わってくる。そこで今回は、同一供試木を1.5m玉に切って保管しつゝ、順次実験に供したうえ、明らかな条件の違いはこれを避けるよう努め、切削中回転数6,000rpmから9,000rpmの一連続実験ごとに整理した結果について考察する。

1. 切削速度

各切削条件における平均切削速度の例を、表一2に示す。切削速度の最大は、水平単気筒型機

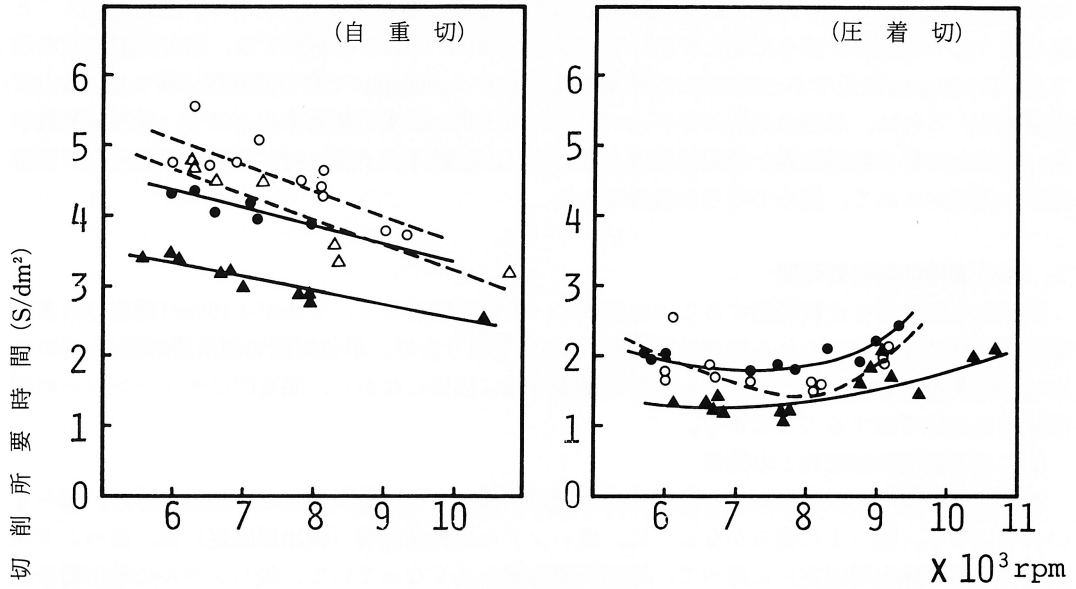
表2 チェーンソーによる切削条件と切削速度

Tabl 2 Cutting speed and differences of condition cutting by a chain saw

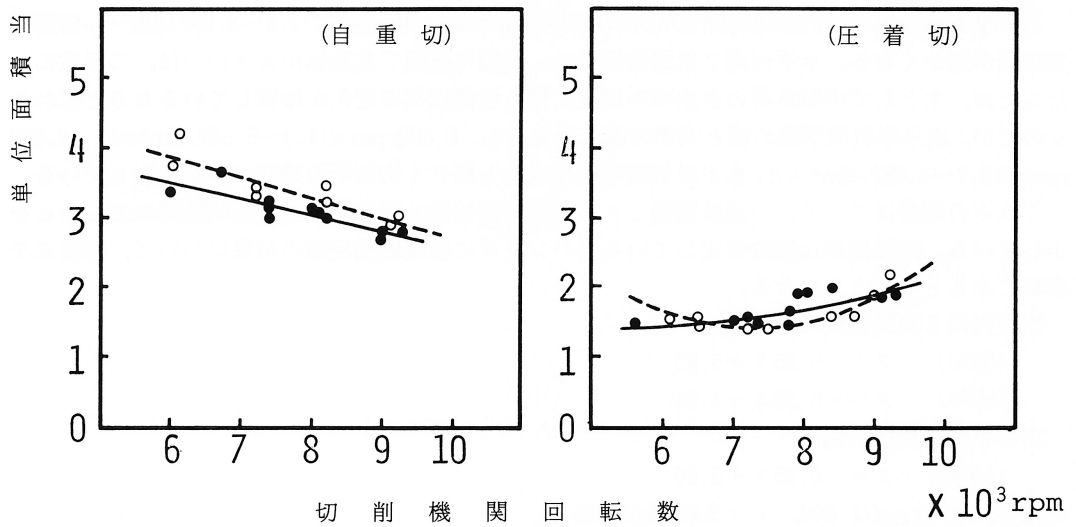
供試機型式	切削方法	切削回転数別の切削速度 (cm ² /S)				木材含水率
		6,000rpm	7,000rpm	8,000rpm	9,000rpm	
単気筒型	自重降下 (no pressed)	24~27	27~30	29~33	33~37	49%
	圧着降下 (pressed)	63~65	64~70	62~68 52~53	46~54	77% 48%
2気筒型	自重降下 (1) (2) (3)	21~29	28~33	34~38		49%
		19~21	21	23	27	38%
		16~23	22~25	22~26	24~27	33%
	圧着降下 (1) (2) (3)	75~80	82~89	86~92	60~79	50%
		57~61	61	63~66	49~52	48%
		50~54	55	53~56	45~48	22%

の例で、自重切削時9,000rpmの37cm²/Sに対し、圧着切削時は7,000rpmの70cm²/Sであり、水平対向2気筒型機の例では、自重切削時8,000rpmで27~38cm²/Sであるのに対し、圧着切削時は66~92cm²/Sである。両機種とも、圧着切削時に速度がかなり早く、自重切削時の2倍以上である。同一機種であっても、一連続実験の(1)~(3)の間の違いや、両機種間の値の違いは、排気量やソーチェーンの状態の違いなど、微妙な点の相違に由来するものかもしれないが、この時点では明確でない。切削方法による違いには、エンジンの運転状態の違いが現れる。すなわち、自重切削は、作業者によるチェーンソーの木材への圧着が無い状態で、スロットルレバーの引きを段階的に変化固定することにより、一定回転数が保たれる、したがってスロットルレバーの引きに対し直線的に回転数が変化している。この結果、ソーチェーンと木材との間の圧着抵抗はかわらないまま、ソーチェーンの回転数が増し、切削速度も増大して、一連続実験ごとにみると直線的関係を示している。圧着切削では、フルスロットルの状態でチェーンソーを押しつけ、ソーチェーンと木材との間の圧着抵抗を段階的に変化させることによって、一定回転数を保ってゆく方法であるから、

2 気筒型



単気筒型



昭和59年 ● 昭和58年
 —●— ● —▲— : 前ハンドル計測時・
 - - - ○ - - - - - ▲ - - - : 後ハンドル計測時・

図-1 チェーンソーの切削方法の違いと切削所要時間の変化

Fig.1 The time required for cross cutting a unit area of wood (second/square decimetre) and the differences of cutting condition by a chain saw.

圧着力の増加に対し直線的に回転数が増加してゆく。圧着に逆らって切削することによる負荷の増大が現われ、最大トルクを示す回転数付近で、切削速度が増大するものであり、既往の報告⁷⁾⁸⁾と同じように2次曲線に沿った変化を示している。ただし、これらの報告では、最大切削速度を示す点が6,000rpm 付近であったのが、本結果では7,500~8,000rpm で高い回転数に移っている点で相違する。これは、最近のチェーンソーエンジンの性能の改変に基因するもので、基本振動数が高い周波数に移り暴露限界との関係改善も考えられ、振動障害予防に対する振動源対策及び切削能率の両面からみて、極めて妥当な改善である。

2. 単位面積切削所要時間

同じ太さの木材を比較切削することを前提に、単位面積として、 $1\text{ dm}^2=100\text{ cm}^2$ (現在の日本家屋用構造材に多く用いられる柱材の断面積程度)、を取りあげ、単位面積切削所要時間(Sv 秒)を求め、作業者に対するチェーンソー振動の暴露時間に注目しながら、感覚的にチェーンソーの切削能率を比較考察することにする。

(1) 自重切削時回転数との関係

木材切削中機関回転数に対する切削所要時間の関係を、一連続実験ごとに整理すると、図-1 のようになる。図-1 に明らかなように、後ハンドル振動測定時(検出器固定)は、前ハンドル振動測定時(検出器固定)に比べて、切削所要時間が長くなっていて、後ハンドルに検出器を取付けていることが切削に影響しているものと思われるが、総括的に考察を進める。

水平単気筒型機では、6,000rpm の3.4~4.2秒/ dm^2 から9,000rpm の2.8~3.0秒/ dm^2 へ、切削所要時間が短くなる。水平対向2気筒型機では、実験年度間で変動幅が大きいのは、二年度にわたるため、主として供試木材の含水率の変化に伴う切削抵抗の変化が影響しているものと思われるのだが、水平単気筒型機の例と同年の結果を見ると、6,000rpm の4.3~5.5秒/ dm^2 から、9,000rpm の3.7~4.0秒/ dm^2 へと、水平単気筒型機の場合と同じく切削所要時間が短くなっている。

これらの結果はすべて、一連続実験ごとに切削中回転数と所要時間が直線的関係にあることを示している。実験値が比較的安定している前ハンドルに検出器固定時の結果について、回帰式を求めてみると次のようになる。

水平対向2気筒型機の例

$$(59年) \quad y = -0.25x + 5.83$$

$$(58年) \quad y = -0.20x + 4.54$$

水平単気筒型機の例

$$(59年) \quad y = -0.25x + 5.06$$

ただし、 $x = \text{rpm}/1,000$ 、 $y = \text{S 秒}/\text{dm}^2$ である。

(2) 圧着切削時回転数との関係

圧着切削時は、フルスロットルで、回転数の調節は、主として前ハンドルをおさえつけ、チェーンソーを木に圧着することによるものである。そのためか、自重切削時と違って、図-1 に明らかなように、同年度内では検出器固定ハンドルの違いによる相違は明らかでない。総括的に見ると、水平単気筒型機では、6,000rpm の1.5~1.7秒/ dm^2 から9,000rpm の1.7~2.0秒/ dm^2 へ、また水平対向2気筒型機では、6,000rpm の1.7~2.2秒/ dm^2 から9,000rpm の1.8~2.2秒/ dm^2 へと推移している。既報⁷⁾にならって曲線式を適用してみると次のようになる。ただし、前ハンドルに検出器固定時の例で、 x と y は前述のとおりである。

水平対向2気筒型機の例

$$(59年) \quad y = 0.12x^2 - 1.64x + 7.66$$

$$(58年) \quad y = 0.06x^2 - 0.74x + 3.76$$

水平単気筒型機の例

(59年) $y =$

$$0.01x^2 - 0.08x + 1.39$$

以上をまとめると、供試チェーンソーの能率を考えると、自重切削時は両機種とも、8,000~9,000rpmで、切削速度も早くなるけれども、所要時間は圧着切削時最高値の2倍程度を必要とし、効果的でない。すなわち、水平単気筒型機の例では7,000rpmを中心とするやゝ幅広い回転数での圧着切削において、また水平対向2気筒型機の例では7,500rpmから8,200rpmぐらいの回転数で圧着切削すると、効率の良い玉切り作業が行えると判断される。

3. 振動加速度合成値

チェーンソーの前後ハンドル別に、同時に測定された3直角方向の振動加速度値を x , y 及び z とし、一測定ごとに、木材切削時振動合成値 $G_w = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$ を算出し、対応する切削中回転数の分布に対応する回帰結果を考察する。

(1) 方向別加速度総合値の変化

自重切削時の振動加速度総合値の変化を図-2に示す。水平対向2気筒型の例では、前ハンドルで、前後及び上下方向が 10 m/s^2 前後にあって、切削時回転数が高くなるとともに、総合値が上昇傾向を示すようになってきているのだが、左右方向では 6 m/s^2 前後で変動し、上昇の様相は認められない。一方後ハンドル

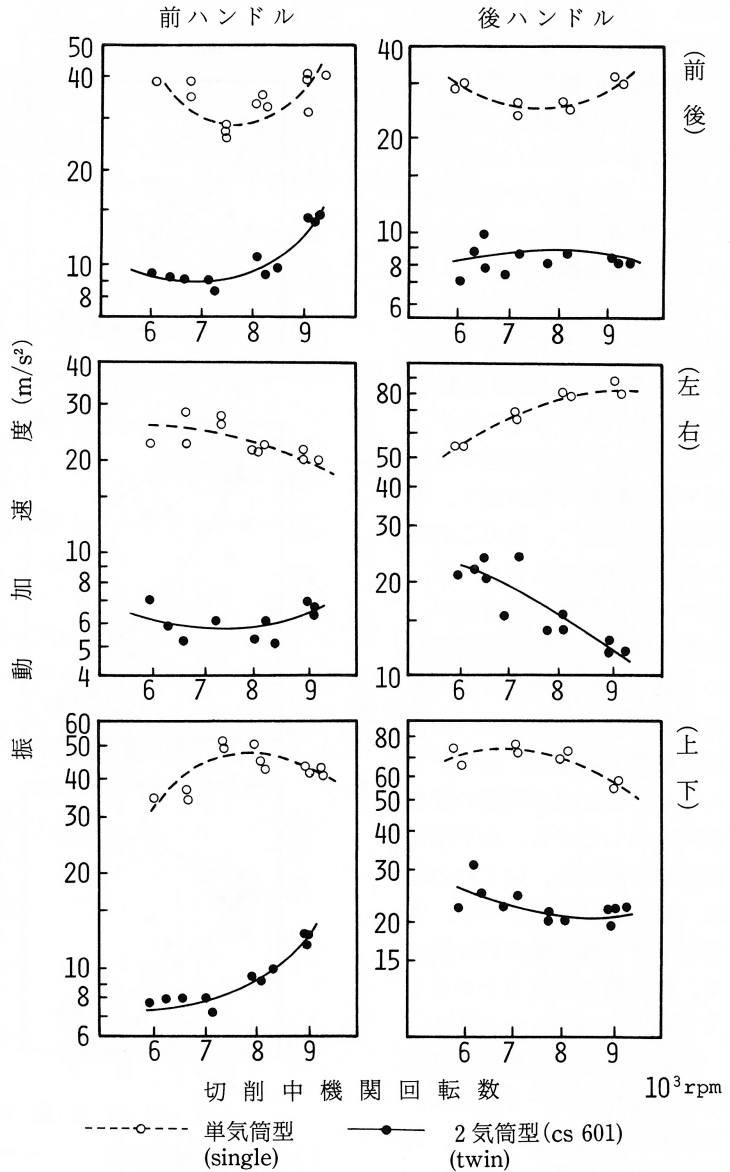


図-2 チェーンソーの自重降下切削時のハンドル部振動の変化

Fig.2 Change of vibration acceleration of chain saw handles during no pressed cutting.

では、上下及び左右方向の低回転数で値がかなり高く、むしろ回転数の増加に対し低減気味であるのに対し、前後方向では、すべて 8 m/s^2 前後で変動し、回転数の変化に対応する変化傾向はうかがえない。水平単気筒型機の例では、前ハンドルでは、総合値が左右方向で低く、上下方向で高いが、両方向とも高回転数に向って低下する様相を示す。これに対し、前後方向では、高・低回転数で値が高く、中間回転数で低く、他の二方向と異なる様相である。一方、後ハンドルでは、総合値が、左右方向でだけ切削時回転数の上昇とともに増大し最大値に達しているのに対し、上下及び前後方向では、前ハンドルにおけるとほぼ同様の变化傾向を示している。水平単気筒型機の例では、いずれの部位、切削条件においても、水平対向2気筒型機の例に比べて、総合値が倍以上とかなり大きいことが明らかである。

圧着切削時の振動加速度総合値の変化を図-3に示す。水平対向2気筒型機では、切削時回転数の増加とともに、両ハンドルのいずれの方向においても、総合値が低下する傾向を示し、後ハンドルの前後方向を除くすべての方向において、9,000 rpm 附近で、自重切削時の総合値と類似した値を示すようになってきている。水平単気筒型機の例では、前ハンドルの上下方向及び後ハンドルの左右方向を除き、水平対向2気筒型機の圧着切削

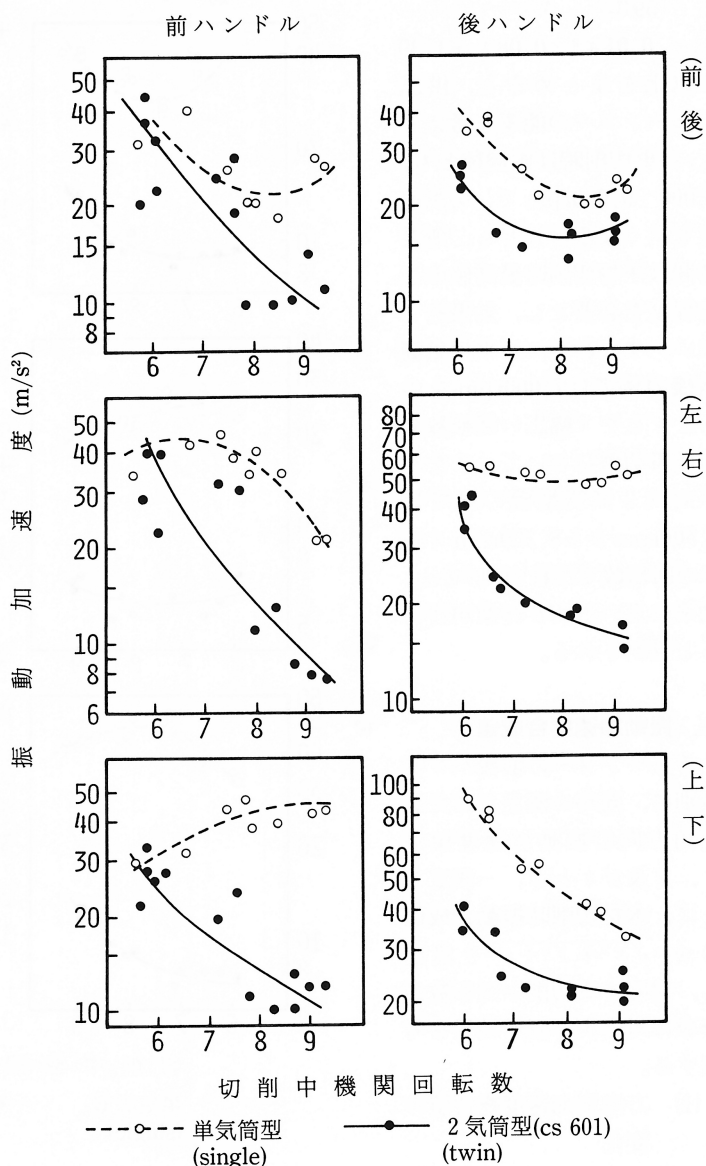


図-3 チェーンソーの圧着降下切削時のハンドル部振動の変化

Fig.3 Change of vibration acceleration of chain saw handles during pressed cutting.

時の例にほぼ類似の変化傾向を示している。自重切削時の値に比べると、後ハンドルの3方向と前ハンドルの前後方向では、切削回転数が上昇すると総合値が低下する場合が多い。

(2) 加速度合成値の変化

チェーンソーハンドル部振動加速度の総合値は、単一方向内ではほぼ一様の変化の様相を示す場合が多いけれども、同一ハンドルの3直角方向間、あるいは前・後ハンドル間で見つけた場合は、比較考察がむづかしい。そこで3直角方向値の合成値を計算してみると、図4のようになる。水平対向2気筒型機の例では、次に示すような上方に開いた放物線にすべて回帰している。ただし、 $x = \text{rpm}/1,000$, $y = m/10 \times s_2 (\cong G)$ である。

自重切削時

前ハンドル $y =$

$$1.54x^2 - 21.60x + 88.41$$

後ハンドル $y =$

$$1.28x^2 - 23.58x + 134.36$$

圧着切削時

前ハンドル $y =$

$$0.23x^2 - 15.34x + 137.42$$

後ハンドル $y =$

$$5.74x^2 - 95.65x + 427.49$$

自重切削では、回転数の上昇に伴い、合成値が、後ハンドルで低下してゆくのにに対し、前ハンドルで増加して、9,000 rpm付近でお互いに近接している。圧着切削では、回転数の上昇に伴い、前・後ハンドルで類似値を示しつつ減衰してゆき、後ハンドルでは8,000rpm以上ではほぼ一定域に

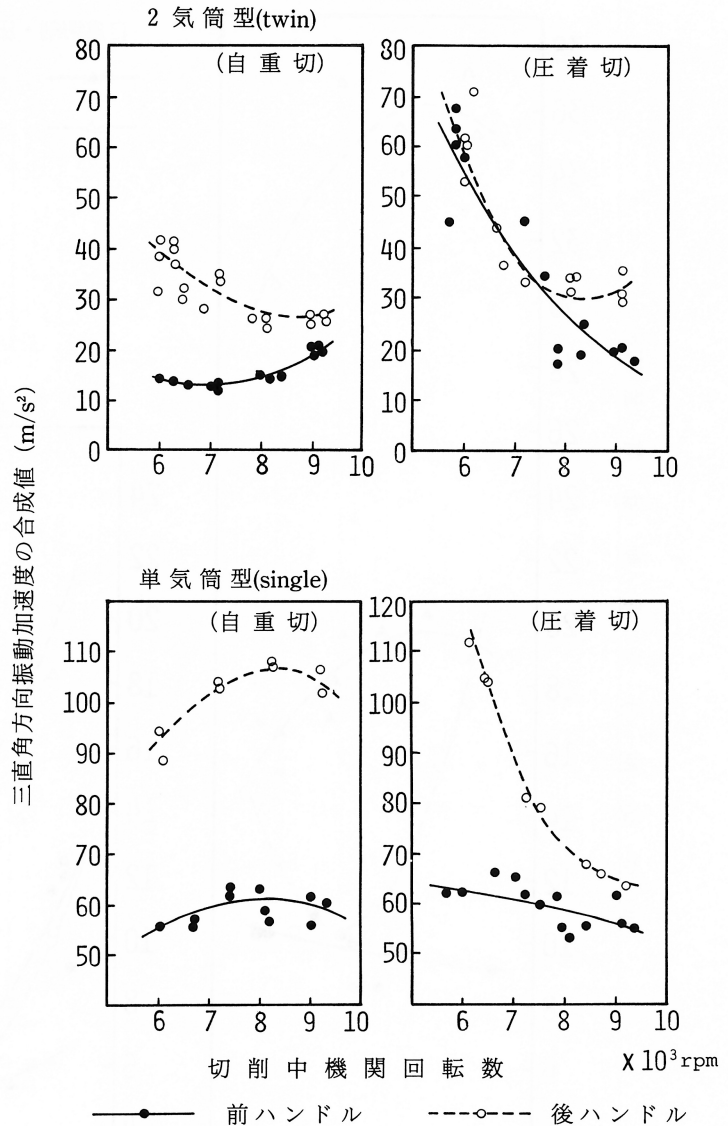


図-4 チェーンソーの切削方法の違いと振動合成値の変化

Fig.4 Change of resultant value combined three orthogonal directions of vibration accelerations of chain saw and the difference of cutting condition.

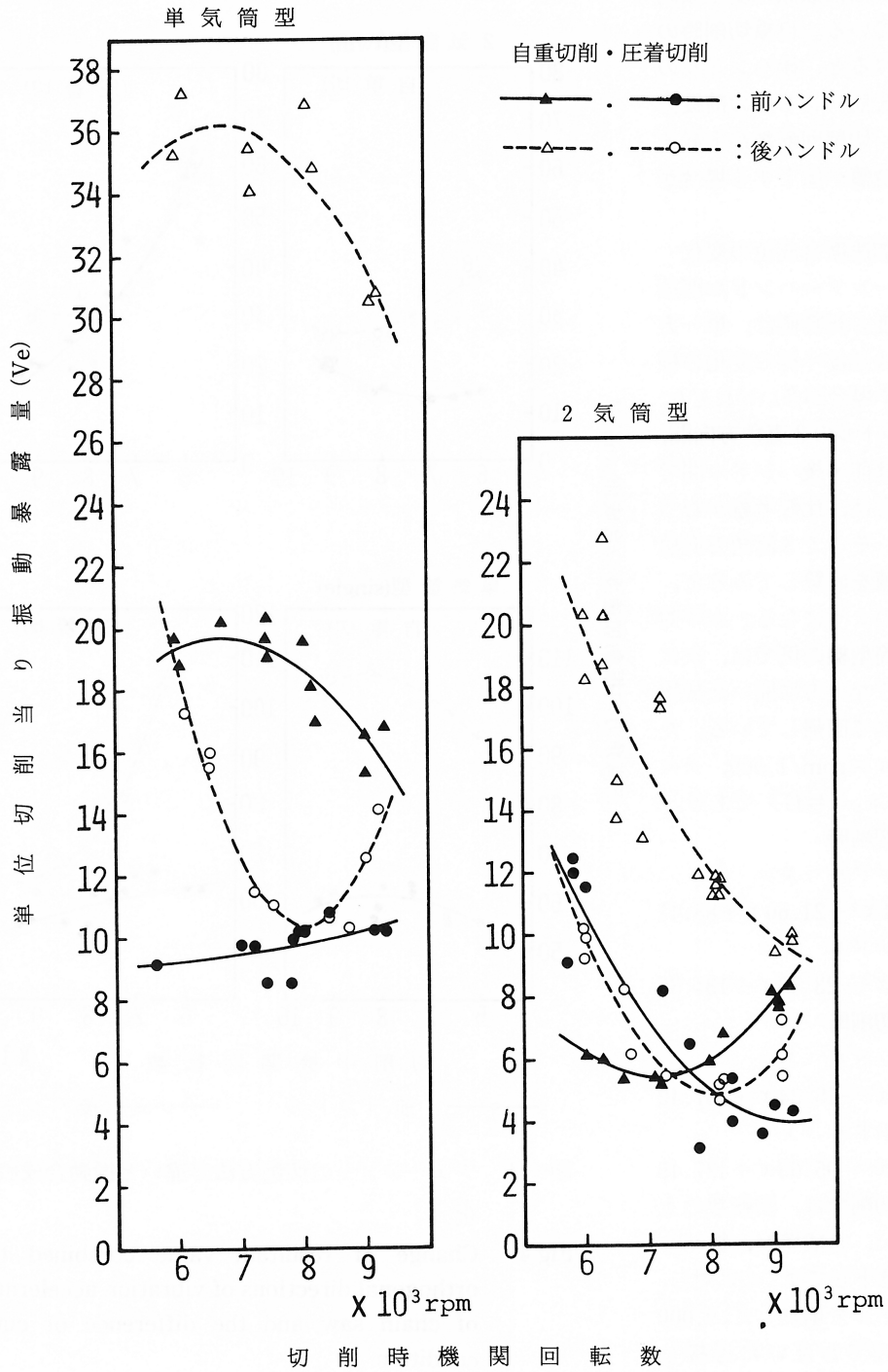


図-5 切削方法の違いと振動暴露量の変化

Fig.5 The vibration quantity exposed from chain saw handle to an operator's hand and the difference of cutting condition.

留まっている。水平単気筒型機の例では、圧着切削の後ハンドルを除き、下に開いた放物線に回歸している。

自重切削

$$\text{前ハンドル } y = -1.54x^2 + 24.55x - 37.16$$

$$\text{後ハンドル } y = -3.33x^2 + 54.61x - 116.78$$

圧着切削

$$\text{前ハンドル } y = -0.05x^2 - 1.65x + 74.50$$

$$\text{後ハンドル } y = 5.59x^2 - 102.13x + 530.93$$

そして、自重切削時の値は、前ハンドルより後ハンドルで大きく、常に差も大きいものに対し、圧着切削時は、後ハンドルの値が7,000rpm付近から急減し、以降は、前ハンドルの比較的小さく、しかも変化の少ない値に近接してきている。

4. 単位切削当り振動暴露量

筆者は先に、単位切削時振動暴露量⁶⁾なる値を考え、この値が最少になる木材切削方法をチェーンソーごとに確かめ、玉切り作業を指導・管理することを提案している。すなわち、木材切削時振動加速度(=三直角方向の合成値)(Gw)と、単位面積切削当り振動暴露時間(=単位面積切削所要時間)(Sv)との相乗積を、単位切削当り振動暴露量(Ve) $Ve = Gw \times Sv$ とするものである。前述の木材切削時振動加速度と単位面積切削当り振動暴露時間から、単位切削当り振動暴露量を求めた結果を図-5に示す。水平単気筒型では、自重切削時は上方に凸の放物線的变化を示し、高回転数で暴露量が少なくなるけれども、圧着切削時は7,800~8,000rpmで、前・後ハンドル部を合わせた単位切削当り振動暴露量が最も少くなっている。一方、水平対向2気筒型機の例では、いずれも下方に凸の放物線的变化を示し、前・後ハンドルを合わせた単位切削当り振動暴露量は、自重切削の8,000~9,000rpmで18程度と少ないのだが、圧着切削では同様の回転数の範囲で10前後と著しく少さくなっている。

切削時回転数を x (rpm/1,000) とすると、単位切削当り振動暴露量 Ve との間には、次のような関係が認められる。

水平単気筒型の自重切削時

$$Ve = -ax^2 + bx - c$$

水平単気筒型の圧着切削時及び水平対向2気筒型機の自重・圧着切削時

$$Ve = ax^2 - bx + c$$

結局、両機種とも、前・後ハンドルでの単位切削当り振動暴露の総量は、圧着切削の8,000rpm付近で最も少なくなり、8,000rpmから前後に離れるにしたがって増大する。したがって、玉切り作業における振動暴露総量をできるだけ少なくするには、チェーンソーをフルスロットルで把持したまゝ、木材に圧着し、切削中8,000rpmを持続するように心掛けることが有効である。

5. 労働安全性

供試チェーンソー2機種について、ISOの手腕系振動暴露基準によりえた評価⁴⁾⁵⁾のうち、前・後ハンドルの三方向別に最も厳しい評価を示すに至る小帯域と、その小帯域に達している成分の3分の1オクターブ中心周波数を、各切削条件別にまとめると表-3及び表-4のようになる。

表一 3 切削方法と I S O の手腕系振動暴露基準に基づく評価

Table 3 Evaluation of one third octave band spectrum by the ISO proposed standard for hand-arm vibration and difference of cutting condition by a chain saw with single cylinder engine.

(自重降下切削)

(水平単気筒型機の例)

rpm ×10 ³	前 ハンドル			後 ハンドル		
	前後方向	左右方向	上下方向	前後方向	左右方向	上下方向
6	◎ 100 Hz	◎ 31.5Hz 100 Hz	◎ 100 Hz	◎ 50 Hz 100 Hz	◎ 31.5Hz 40 Hz 50 Hz 100 Hz	◎ 80 Hz 100 Hz
7	◎ 125 Hz	Ⓑ 40 Hz	◎ 100 Hz	Ⓑ 63 Hz 125 Hz	◎ 40, 63Hz 100 Hz 125 Hz	◎ 100 Hz 125 Hz
8	◎ 125 Hz	Ⓑ 40 Hz 63 Hz	◎ 125 Hz	◎ 125 Hz	◎ 125 Hz 160 Hz	◎ 25 Hz 31.5Hz 125 Hz
9	Ⓑ 160 Hz	Ⓐ 80 Hz	◎ 160 Hz	◎ 125 Hz	◎ 125 Hz 160 Hz	◎ 160 Hz

(圧着降下切削)

rpm ×10 ³	前 ハンドル			後 ハンドル		
	前後方向	左右方向	上下方向	前後方向	左右方向	上下方向
6	◎ 100 Hz	◎ 100 Hz	◎ 100 Hz	◎ 100 Hz	◎ 100 Hz 125 Hz	◎ 100 Hz
7	Ⓑ 125 Hz	◎ 125 Hz	◎ 125 Hz	◎ 125 Hz	◎ 125 Hz	Ⓑ 125 Hz
8	Ⓐ 125 Hz	◎ 125 Hz	◎ 125 Hz	Ⓑ 125 Hz	◎ 125 Hz	Ⓐ 125 Hz
9	◎ 160 Hz	Ⓐ 160 Hz	◎ 160 Hz	Ⓑ 160Hz	◎ 31.5 Hz 50 Hz 160 Hz	Ⓐ 25 Hz 40 Hz

Ⓐ 4～8時間, Ⓑ 2～4時間, ◎ 30分～2時間,

水平単気筒型機の例では、自重切削時は、基本振動数帯の値が、評価に当って一般に支配的だが、測定方向によっては、基本振動数より低い周波数帯が優勢な場合もあり、結局両者が関係して暴露時間を決めている。一方、圧着切削では、低周波数域の影響が自重切削時より少なく、基本振動数帯が、評価に対して支配的である。空転時は資料を示していないけれども、評価の対象になる周波数帯成分が少ないのだが、基本振動数帯の値によってすべて評価が決まっている。以上の結果、水平単気筒型機の例では、すべての切削条件において、ISOの手腕系振動暴露基準の小帯域Cによって評価される点で単純明解である。

次に水平対向2気筒型機の例では、表一4に示すように自重切削時は、いずれも基本振動数より低い周波数域によって、評価が支配されるのに対し、圧着切削時は、7,000rpm以下では基本振動数を含む低周波数域で、また8,000rpm以上では基本振動数を含みぬ低周波数域によって評価がきまる。空転時は資料を示していないが、6,000rpmを除き、すべて、基本振動数未満の周波数帯によって評価がきまっている。以上の結果、水平対向2気筒型機では、ISOの手腕系振動暴露基準によると、空転時には小帯域AまたはBで評価されるのに対し、自重切削時はすべて小帯域Cであるが、圧着切削時は7,000rpm以下がCで、8,000rpm以上ではBによって評価される。手腕系振動の暴露基準による限界を、かりに許容時間とみなすと、供試水平対向2気筒型機を

表一 4 切削方法と I S O の手腕系振動暴露基準に基づく評価

Table 4 Evaluation of one third octave band spectrum by the ISO proposed standard for hand-arm vibration and difference of cutting condition by a chain saw with twin cylinder engine.

(自重降下切削)

(水平対向 2 気筒型機の例)

rpm ×10 ³	前 ハンドル			後 ハンドル		
	前後方向	左右方向	上下方向	前後方向	左右方向	上下方向
6	Ⓐ 40 Hz 50 Hz	Ⓑ 31.5Hz	Ⓐ 20 Hz 31.5Hz	Ⓒ 31.5Hz	Ⓒ 25 Hz ~63Hz	Ⓒ 20 Hz 40 Hz
7	Ⓐ 50 Hz	Ⓐ 50 Hz	Ⓐ 31.5Hz	Ⓐ 50 Hz	Ⓒ 31.5Hz 50~63Hz	Ⓒ 25 Hz 50 Hz
8	無 制 限	無 制 限	無 制 限	Ⓐ 31.5Hz	Ⓑ 40 Hz 63 Hz	Ⓒ 25 Hz 40 Hz
9	無 制 限	無 制 限	無 制 限	Ⓑ 31.5Hz	Ⓑ 31.5Hz 63 Hz	Ⓒ 31.5Hz 40 Hz

(圧着降下切削)

rpm ×10 ³	前 ハンドル			後 ハンドル		
	前後方向	左右方向	上下方向	前後方向	左右方向	上下方向
6	Ⓑ 80 Hz	Ⓒ 63 Hz 80 Hz	Ⓐ 80 Hz 100 Hz	Ⓑ 100 Hz	Ⓒ 100 Hz	Ⓒ 80 Hz 100 Hz
7	Ⓑ 80 Hz	Ⓑ 80 Hz	Ⓑ 80 Hz	Ⓐ 100 Hz 125 Hz	Ⓑ 125 Hz	Ⓒ 25 Hz ~125Hz
8	無 制 限	Ⓐ 80 Hz 100 Hz	無 制 限	Ⓐ 100 Hz	Ⓐ 50 Hz 80 Hz	Ⓑ 50 Hz 80 Hz
9	Ⓐ	無 制 限	無 制 限	無 制 限	Ⓐ 63 Hz 80 Hz	Ⓑ 50 Hz

Ⓐ 4~8時間, Ⓑ 2~4時間, Ⓒ 30分~2時間,

フルロットルで把持し, 木材に軽く圧着し, 切削中8,000rpm または9,000rpm を保つようにすれば, 1日2時~4時間, すなわち, 定期的で適度な休止時間をとることを条件に, 1日4時間の暴露が許されることになる。

IV む す び

水平単気筒型と水平対向 2 気筒型のチェーンソー各 1 例により, 単純平行切削による玉切りの際の, チェーンソーの圧着度合と切削中回転数の変化の諸影響について考察し, 現状におけるチェーンソー作業の, 妥当な規制方向を推定した。すなわち, 一般的にチェーンソーによる玉切りに際して, 能率的な切削条件, たとえば圧着水平切り8,000rpm では, 作業者に伝達される振動量が少なくなること, しかも適切な機種を選択 (供試水平対向 2 気筒型機はその 1 例) するならば, 人体に影響を及ぼす振動周波数成分が微弱で, 手腕系振動の暴露基準からみた労働安全の面においても, 有効な作業管理が可能になるのである。

引用文献

- 1) 大橋俊夫・東健彦他3名：振動病における局所的な末梢循環障害の発生機序. 心蔵10(6), 577~584, 1978
- 2) 大橋俊夫・東健彦：振動による局所循環障害の発生機構. 自律神経16(3), 120~125, 1979
- 3) 伏見知道：刈払機作業における作業規制に関する研究(1) ハンドル部振動値の評価. 愛媛大農演報20, 7~24, 1983
- 4) 伏見知道・門田成生：チェーンソーの木材鋸断振動(X) 二気筒チェーンソーの例. 愛媛大農演報22, 13~22, 1984
- 5) 伏見知道・門田成生・小野尚久：チェーンソーの木材鋸断振動(XI) 切削方法とハンドル部振動値. 96回日林論, 677~678, 1985
- 6) 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. 愛媛大農演報13, 1~119, 1976
- 7) 桑原 暁・田村輝夫：チェーンソー能率的作業技術に関する試験(第2報), 鳥取県林試報告 第12号, 11~19, 1969

(1985年9月26日受理)