

26 振動・騒音による障害防止のための 作業方法に関する研究

1. 試験担当者

作業第一研究室：辻 隆道，渡部庄三郎，石井邦彦

2. 試験目的

機械作業の発展とともに、機械の使用頻度が多くなってきている現在、機械の発する騒音・振動が労働生理学上、人体におよぼす影響は無視できないものである。また、その影響により作業功程の低下、あるいは労働災害の発生などと関連した事項について解決するには、機械の騒音・振動の物理的な実態調査を行ない、波形・振幅・振動数を明らかにし、作業方法・作業動作と関係づけて、少しでもその影響を軽減することを計るとともに、発生源である機械に対してもその防去と緩衝装置も併せて研究する。

3. 前年度までの経過とえられた結果

チェンソー伐木造材作業と機械の操作・整備の実態調査ならびに一部作業状況における振動を測定し、作業方法との関連について取まとめた。

これらについては「チェンソー伐木造材作業の機械の操作整備の実態調査ならびに指導要綱の作成についての報告書」として昭和41年3月林野庁へ提出した。また、取まとめた詳細については別冊資料を参照していただきたい。調査で得られた結果を要約するとつぎのとおりとなる。

- (a) チェンソーの使用時間は作業方式との関連において要素作業時間の構成がことなり、時間配分も異なっている。
- (b) 振動の曝露時間の総体が伐倒・玉切・枝払の各要素に同一配分されておらず、差異のあることが明らかとなった。曝露・非曝露時間の比率は単独か組作業かによって異なってくる。
- (c) 作業方法についてみると、各要素作業の配列組立てが一定しておらず；各現場において人力伐倒当時の慣習がチェンソーによる伐倒作業においても改善されていないといふよう。
- (d) 対象林分平均胸高直径に対するチェンソーのバー長あるいは重量・排気量が一定しておらずムダな労力の使い方をしているところが多い。
- (e) チェンソーの整備点検の状態はあまり良いとはいえない。技能上下によって整備状態の差は認められない。また整備状態は年齢の増加または経験年数の増加とともに悪い悪くなっている。

- (i) 整備項目についてみると、エンジンの作動に関する項目は一般によいが、チェンによる判断に対する項目は悪い。
- (ii) 整備評点と能率については、整備の良いものは一般に能率も良い傾向にある。これは整備が目立ても含んでいる点、整備の良い者は目立技術も良い傾向にある。
- (iii) 刃の諸元、すくい角・デブス量・傾斜角。刃長の間に何等相関性は求められなかった。
- (iv) 刃の諸元の実測値そのままで相間はなかったが、扱い、不扱いをあらわす標準偏差においては相間が高く、すくい角・デブス量・刃の長さの3因子は何れかが捕っていれば他のものも捕っている傾向にある。
- (v) 刃の諸元の実測値そのままでは能率と関係はないようである。しかし扱い、不扱いの標準偏差においては刃の長さ・デブス量の捕っているものは能率が良い。
- (vi) 能率は回転数と上下方向の振動とに関係がある。
- (vii) スパイクの使用、無使用の差は能率および振動についてはほとんど認められない。
- (viii) 刃の諸元の扱い、不扱いは振動に関係があり、上下振動においてはすくい角・傾斜角・水平振動においては刃の長さ・デブス量と関係がある。
- (ix) パーの長さ、チェンソーの重量と振動との関係では、上下振動については関係が認められないが、水平振動においては重量およびパー長と関係はある。とくに重量が有意に働くといえる。
- (x) チェンの伸びとバー率については、上下振動ではチェンの伸び率が、水平振動についてはチェンの伸び率およびバー率が関係している。いずれもチェンの張りが関係していることは明らかで、伸び率0.0285が振動を考慮した場合の適正な張りと考えられる。
- (xi) チェンの切れ味が悪くなると振動、とくに水平方向振動の増加は大きく、上下方向の振動は少なくなる傾向にある。
- 以上のことからが明らかとなつたが、さらに集約すると次のとおりである。
- (a) チェンソーの整備、とくに目立の良否が振動に対して大きく影響している。
- (b) 目立についての現状からみれば、刃の諸元を規定値にするよりは捕えるということがまず第1に必要な問題である。
- (c) 対象林分に合ったチェンソーの重量・排気量およびバーを使用すること。とくにバー長については作業方法。作業動作をどう考えても必要なことである。
- (d) パーの長さに応じた適正なチェンの張りは、振動のみならず能率の面、機械の保守の面からも必要なことである。
- (e) 作業方式に対する作業要素組立ての標準化、すなわち標準作業方法の確立とその指導体制が必要である。

必要である。

- (f) 刃の諸元と振動との関係の実証と、目立技術に対する指導基準の確立。
- (g) チェンソーのエンジン回転数の保持させる要領あるいは切削動作の基準化。

4. 41年度の試験計画

今年度はこの研究をさらに深め、根本的に振動障害を除去するためには、機械の振動が人体に伝達される過程においてどのように減衰し、作業方法・作業姿勢によってどのように振動の伝播が変わってくるかどうかを人間の面から追求して合理的な作業方法・作業姿勢を求めるとともに機械工学的な機械の改良に関する研究が必要であって、非常に困難ではあるが、振動を発生しない機構の機械の完成を目指すべきであって、41年度以降これらの研究を引き続行なり。

5. 41年度の試験経過と結果

以上のような研究計画に従って、昨年度に引き続き、チェンソーの作業状態における振動を規定し、作業時におけるいろいろな因子と振動の関連を明らかにしようとした。昨年度の資料数が少なかったので、今年度の追加調査分の資料をあわせ、振動と諸因子の関係について分析検討した。現在、分析途中であるが、いままでに一応の傾向があらわれた点について述べると次のとおりである。

(a) チェンの切刃の関係

すくい角、刃の長さ、デブス量、傾斜角の4つの因子がそれぞれの機能を發揮して1つの切刃としての働きをする。一般に刃の長さは使用することによって短かくなるが、他のすくい角、デブス量、傾斜角は刃の長さに関係なく一定の標準値が示されている。

しかし、実際現場で使われているチェンの目立状況は前年度の調査結果からみても決して良好とはいえない状態であった。資料の追加を得て、これらの関係の傾向をふたたびみてきたが、実測値による切刃4因子間の関係では刃の長さが短くなるとデブス量が大きくなるという相関があるだけで、その他の因子には相関がみられない。しかもそれぞの因子のバラツキが非常に大きくなっている。

さらに切刃の扱い、不扱いをみる標準偏差でみてみると、

- (i) すくい角の標準偏差が大きければ、すなわち、すくい角が捕っていないければ刃の長さもデブス量も捕っていない。
- (ii) 刃の長さの標準偏差が大きければ、すなわち刃の長さが捕っていないければデブス量も捕っ

ていない。

(4) 傾斜角の標準偏差と他の3因子の標準偏差の間の相関はみなれない。しかし、グラフからみるとところでは傾斜角の割い方は悪いといえる。

b) 切刃因子との関係

チェンソーの調査中における振動に関する因子としては切刃のはかに、能率、馬力、回転数、重量、チェンの張りなどがあげられるが、ここでは切刃因子と α との関係に限定してみる。

切刃因子との関係を図示してみると、刃の長さによって2つの傾向があることがわかった。すなわち、刃の長さが9mmを境にして α の傾向が逆になるということである。ここで刃の長さ9mmを境にしたときの切刃因子と α との間の相関係数を振動方向別に求めてみるとつきのとおりである(表1)。

切刃が9mm以上の場合には水平方向で α とすくい角、刃の長さ・傾斜角と相関が高い。9mm

表1 刀の長さを分けた時の切刃因子と α の相関係数

振動方向	刃の長さ	すくい角	刃の長さ	デブス量	傾斜角	備考
上下	9mm以下	0.4670*	-0.1942	0.0849	0.1329	N=20
	以上	-0.2577	-0.4995*	0.1192	-0.2119	N=29
水平	9mm以下	0.4395*	-0.3887	-0.3249	0.7351*	N=16
	以上	0.5145	0.4207*	0.0957	0.6114*	N=24

以下では α とすくい角と傾斜角の相関が高い。上下方向では9mm以下ですくい角、9mm以上で刃の長さと α との相関が高い。

このようなことを前提として、4つの切刃因子が1つの刃として作用した場合の α との関係について重相関分析を行なった。結果はつきのとおり(表2)。

表2

振動方向	刃の長さ	N	重相関係数R	回帰係数の有意差検定		
				すくい角	刃の長さ	デブス量
上下	9mm以下	20	0.4691*	1.7939	0.1568*	0.0196
	以上	29	0.5760*	1.4104	2.8821	0.2787
水平	9mm以下	16	0.7440*	0.1780	0.1302	0.5440
	以上	24	0.7720*	2.6507	2.1932	1.5583

上下方向では9mm以上の場合は、重相関係数は有意であるが、刃の長さの回帰係数のみが有意でしかない。水平方向では9mm以上で重相関係数は有意で、すくい角、刃の長さの回帰係数のみ有意でしかない。このように切刃の4つの因子は α との関連で有意でないものもあってあまりかんばしくない。

ここで刃の長さ9mm以上についてすくい角を55°、デブス量0.7mm、傾斜角90°と一定にして切刃の長さを変化させた場合と刃の長さ11mm、デブス量0.7mm、傾斜角90°にしてすくい角を変化させた場合に、これらが α に対しておよぼす影響をみると次のようになり、垂直

方 向	刃の長さ	すくい角
大 → 小	大 → 小	
垂直の α	小 ← 大	小 → 大
水平の α	大 → 小	大 → 小

方向と水平方向の α の値は刃の長さ、すくい角の変化によって逆の傾向を示していることがわかる。この理由については今後検討を加えて明らかにしたいと思う。

c) α と側定因子間の関係

チェンソーの調査中における振動は単純なものではなく、切刃因子、能率のはかに、切断時における材の条件、チェンソーの回転数、排気量、重量およびバーの長さ、チェンの張りなどの因子が1つのエネルギーとなってあらわれるもので、これらの1つ1つの因子だけの傾向から振動の傾向を判断することは困難である。しかし、反面においてこれらの因子が振動とどのような関係にあるかを知ることも解析する上に必要なことである。この意味においてこれら因子と α との間の相関係数を求めてみたのが第3表である。

表3 α と各因子間の相関係数

振動方向	刃の長さ	N	切 断 產	回 転 数	バ - 率	重 量	排 気 量	バ - 長
垂直	9mm以下	20	0.0489	-0.1010	-0.0075	-0.1887	-0.1084	0.0969
	9mm以上	29	0.1686	0.2756	0.3512	-0.1447	0.6156	-0.8284
水平	9mm以下	16	0.1061	0.1215	-0.0507	0.5115	0.0566	0.2964
	9mm以上	24	0.1261	-0.2549	0.0138	-0.0742	-0.2024	0.2209

振動方向	刃の長さ	チエン張り率	チエン伸び率	能率	切刃係数
垂 直	9mm以下	0.0518*	0.0323	0.0376*	0.1210
	9mm以上	0.5440*	0.4009*	-0.5066*	-0.1644
水 平	9mm以下	-0.4585	-0.5962	0.0517	-0.5765
	9mm以上	-0.1007	0.0825	-0.0969	0.3502

水平方向の振動の場合においては、これらの因子との間にはなんら相関がみられない。もちろんデータが少ないのでいちがいに云われない面もあるが。垂直方向では刃の長さ9mm以上の時にバー率、排気量、バー長、チェン張り率、チェン伸び率、能率の間に相関が高い。この垂直方向で、刃の長さが9mm以上の場合におけると相関の高い因子との傾向は

バー率	バー長	チェン張り率	チェン伸び率	排 気 量	能 率
大	大	大	大	大	大
↓ 大	小	大	大	大	大

すなわち、

- ・バー長が長くなるととは小さくなる。
- ・バー率が大、すなわち切断径とバー長が同じくなるほどとは大きくなる。
- ・チェンの張り率が大、すなわちチェンをゆるく張ればとは大きくなる。
- ・チェン伸び率が大すなわち切断後のチェンの伸びが大きいほどとは大きくなる。
- ・排気量が大きくなればとも大きくなる。
- ・能率がよくなればとも大きくなる。

一般にエンジンの回転数と振動とは非常に高い関係にあるといわれているが、刃の長さを9mmで分けた場合、データの不足もあって相関はみられないが、一緒にした場合の垂直、水平方向のと回転数の関係をみると、垂直方向で回転数が多いとは大、水平方向では回転数が多いとは小という傾向にあり、前年度の結果と一致し、回転数と振動との関係について一般的にいわれていることがうなづける。

a) 樹種別に分けた場合

今までのデータは調査地を1個として樹種を込みにした場合で検討を進めたものであるが、ここでは樹種別に測定値全部をもって進めていく。

各樹種ごと、振動方向別にと因子(10変数)の関係をみてみたが、スギ、ブナについてだけ重相関係数が有意となり、他の樹種については資料が少なく関係はみられなかった。回帰係数の有意性検定では次の因子が有意となった。

↓スギ	重 量	木木	チェン張り率	木木
ブナ	木木	排 気 量	木木	木木
スギ	排 気 量	木木	木木	木木
ブナ	木木	木木	木木	木木

以上が今までとりまとめた結果であるが、これから振動と各因子個々の関係をより細か

く分析し、鋸断時における振動の実態を明らかにしていく。

5. こんごの問題点

作業状態時における振動測定結果を切断時における材の条件、チェンソーの性能、チェンの状態などの因子間の関係から細かく検討し、これによって振動波形、振幅、振動数を明らかにし、作業方法、作業動作と関係づけて、少しでも人体へのその影響を軽減することを計るとともに、発生源である機械に対してもその防止の緩衝装置も併せ研究を行なう。

【公刊文献】

- 1.) 辻 隆道: チェンソー伐木造材作業の機械の操作整備の実態調査ならびに指導要領の作成についての報告書、157P, 88P, 昭41, 林野庁に提出
- 2.) 米田 幸 武外3名: チェンソー作業の振動障害に対する作業基準に関する研究、機械化部研究資料
- 3.) 辻 隆道: チェンソーの機械整備の実態と振動防止(1)~(3)昭41, 6~8, 機械化林業
- 4.) 辻 隆道外1名: チェンソーのバーの長さについて、昭41, 9, 機械化林業
- 5.) 辻 隆道: チェンソーの整備状況と防振対策、昭41年1月第15回全国労働衛生大会研究発表集
- 6.) 辻 隆道: チェンソーの振動とその対策(前・後)昭41, 12, 42, 1, 機械化林業