

チェーンソーの遠隔操作装置に関する基礎的研究(II)

伏見 知道*・梶川 嘉徳*

The basic research for the study of the device to control remotely a chainsaw(II)

Tomomichi FUSHIMI* and Yoshinori KAJIKAWA*

Summary : Based on the previous study, authors designed the remote control structure of chainsaw with higher freedom than the other, and made the first trial construction which consisted of the independent type of the parallel link structure with three dimensions.

The direct control by hand is required so that the chainsaw body turns to the right or left. But, this chainsaw is controlled remotely the movement to the up and down direction, to the right and left direction, and to the revolution of the guide bar. The operative can fell a tree by operating the remote control handle as same as the handle system of a chainsaw. The injurious vibration is hardly recognized. From this time, repeating the trial construction, it is necessary that the remote control machine is made compact for the carrying convenience.

要 旨 前報の結果に基づき、チェーンソーの遠隔操作における自由度を高めた機構を設計し、独立型三次元平行リンク機構による。第1号機を試作した。チェーンソー本体の横転を除いて、チェーンソーの上下移動と左右移動、およびガイドバーの施回の三自由度が、遠隔的に操作される。これらの動作は、操作ハンドル部を一般チェーンソーと同様に操作することによって、制御される。操作ハンドル部には、有害振動が、全く認められない。今後は、軽量、簡略化を検討する必要がある。

I. は じ め に

前報において、現用チェーンソー用リモートコントロール架台の振動および作業性能上の問題点を明らかにした。

リモートコントロール（以下リモコンと呼ぶ）架台は、チェーンソーハンドル部に残存する、有害振動成分を隔離するために開発された。当初の目的は一応達成され、有害振動成分は減衰しているけれども、実作業においては、多くのプロセスが組み合わさり、作業能率や作業者の心理に悪い影響を与えている。したがって、リモコン架台は、防振だけでなく実際の作業における生産性にも重点を置いた設計を行なわなければならない。真にリモートコントロールチェーンソー（以下、リモコンチェーンソー）と呼ぶことのできるものを目指して、リモコン架台における遠隔

* 森林工学研究室 Laboratory of Forest Engineering

操作の自由度を高め、人間による直接操作を、間接操作に全て置き換えて、作業プロセスを減らしてゆかねばならない。

このような観点に立って、リモコンチェーンソーを立木に固定し、始動すれば、操作部から手を離すことなく、伐倒作業の全行程を連続的に処理できることを目標として、チェーンソー遠隔操作装置の製作を検討することにした。ただし、第1段階としては、重量、耐久性および経済性等の細かい問題は省略し、遠隔操作の自由度と、作業性の関係に主眼を置いた設計を実施した。なお、本研究室では、製作技術や加工施設が不備であるから、加工度の高い重要部品は、市販品を使用することにした。

ここに、所期のリモコンチェーンソー第1号機を試作し、振動の著しい絶縁性、および一度立木にセットすれば、操作部の運動だけで、ほぼ連続的に、伐倒作業を完遂することができることを確認したので報告する。なお、本研究の一部は昭和55年度科学研究費補助金（一般研究(D)）によるものである。

II 試作機の機構

1. チェーンソーの動き

試作機の機構を検討するために、まず、立木の伐倒に必要なチェーンソーガイドバーの基本的動きを分類すると、次の通りである。

1) 切断面内での運動

- (i) 旋回運動：扇形切断の際の動き
- (ii) 平行移動：平行切断の際の直線運動
- (iii) 突込み：突込み切りの際の直線運動

2) 切断面間の移動

- (i) 二つの切断面が角度を持つ場合
 - 根張り切り（垂直面と水平面）
 - 受口切り（受口屋根面と受口底面）
- (ii) 二つの切断面が平行な場合
 - 追口切り（受口面と追口面）

次に、一伐倒の間の、チェーンソー本体の全動きをまとめてみると、伐採直径がガイドバー長より小さい場合は、図-1の(A)と(B)のように、上記の1)の(i)と2)の(i)と(ii)の移動が加わり、二次元平面を構成する。その他の場合は、図-1の(C)の例では、チェーンソーが伐倒木の周囲を移動するから、平面的にはドーナツ形円板状で、上下の移動が加わるため、三次元円筒状の動きを構成する。

2. 機構の選択

1) 基本的機構の選択

基本的伐倒作業を前提として、チェーンソー本体の可動範囲を二次元平面に限定し、図-2に示す二方式によって、チェーンソーの基本的機構を考える。

(i) 直交座標方式：水平方向と垂直方向の2つの直線運動によって、チェーンソーを移動させる。直線運動用の滑動部分の加工量が大きく、構造上高い剛性を得るのがむづかしいため、重くなりがちである。し

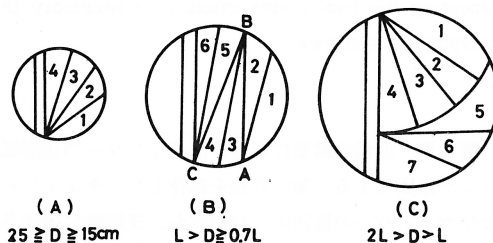


図-1 追口切りにおける伐採直径とチェーンソー案内板の動き

Fig. 1 The motion of guide bar and the cutting diameter at backcut

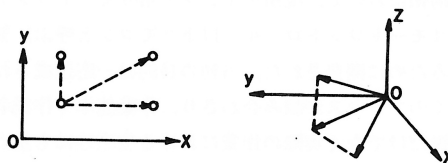


図-2 直交座標方式と極座標方式
Fig. 2 Orthogonal coordinates system and polar coordinates system

かし、直線運動が2ヶ所に分散されるため、チェンソーの位置の制御は比較的容易である。

(ii) 極座標方式：二次元平面を球面で近似させ、球面の中心を原点として、原点の回りの回転運動によって、チェンソーを移動させる。原点と座標点における回転運動が主体であり、加工量が少なく、小型軽量の設計ができるのだが、原点と座標点の各々に、上下・左右の二つの回転運動が集中するため、チェンソーの位置を制御するのがむずかしく、複雑な機構を必要とする。

リモコンチェンソーでは、小型軽量が望まれるので、極座標方式を採用することとする。

2) 極座標方式の基本構成

リモコンチェンソーのための、可動連接棒（以下、リンクと呼ぶ）により組み立てられる、連動装置の基本構成を、極座標方式によって検討する。

(i) 三次元平行リンク：基本構成を図-3に示す。3本のリンク ($\overline{aa'}$, $\overline{bb'}$, $\overline{cc'}$) の長さ (r) が等しく、それぞれの節 (a, b, c, a', b', c') の自由度が、上下・左右の回転の2自由度であれば、 $\triangle abc$ を含む平面と $\triangle a'b'c'$ を含む平面は、常に平行を保つ。座標点 (P) の軌跡は、原点 (O) を中心とし半径 (r) の球面を形成する。この三次元平行リンクによって、チェンソーを支持するのである。

(ii) 三次元平行リンクの制御：三次元平行リンクの制御を述べるに先立ち、二次元平行リンクの制御について触れる。図-4の(I)に示すように、リンク ($\overline{aa'}$) または ($\overline{bb'}$) を直接操作することにより、座標点 P の位置を制御できる。これが不可能な場合は、図-4の(II)に示すように、さらに ($\overline{bb'}$, $\overline{cc'}$, \overline{bc} , $\overline{b'c'}$, $\overline{b'b'}$) を加え、($\overline{bb'}$) または ($\overline{cc'}$) を操作することにより、($\overline{aa'}$, $\overline{bb'}$) を連動させ、座標点 (P) を制御する。

次に、三次元平行リンクの制御について述べる。二次元平行リンクの節は、自由度1であり、三次元平行リンクの節は、自由度2である。したがって、2組の二次元平行リンクを、二平面で直交するよう配置すれば、三次元平行リンクを制御することができる。なお三次元平行リンクでは、リンクの自由度が2であるため、直接操作が困難であり、二次元平行リンクの、図-4の(II)に示す制御方式を応用しなければならない。

(iii) 従属型三次元平行リンク：図-5の(a)に示す機構は、従属型三次元平行リンクと呼ぶことにする。一般的な産業用クレーン類と同様の機構に、サブリンク ($\overline{bb'}$, $\overline{cc'}$) を加えたものである。 $(\overline{dd'})$ は (d' , a'') を介して、上下方向を制御するリンクであり、 (\overline{be}) は、(d, f) を介して、左右方向を制御するリンクである。 $(\overline{bb'}$, $\overline{cc'}$) は、 $\triangle abc$ と $\triangle a'b'c'$ を平行に保つ作用だけしか持っていない。この機構は、上下方向を制御するリンク系 ($\overline{aa'}$ $\overline{a'dd'}$) が、節 (f)

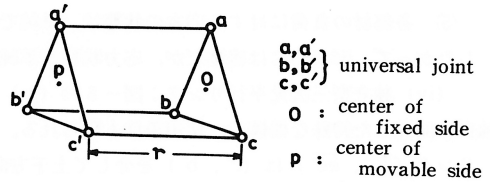


図-3 三次元平行リンク機構
Fig. 3 Three dimensional parallel linkage

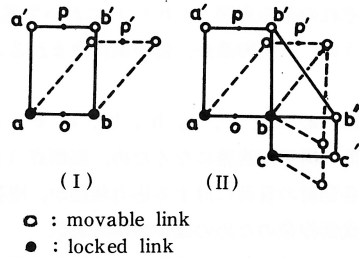
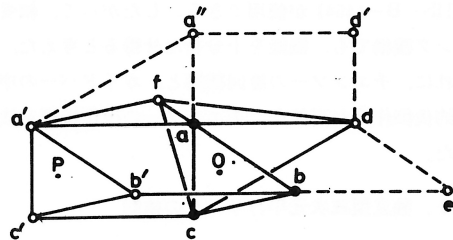
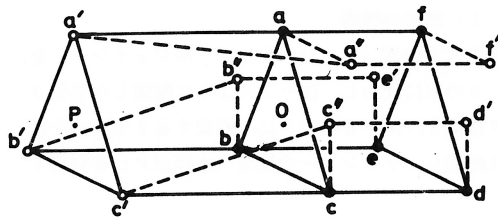


図-4 二次元平行リンク機構の制御
Fig. 4 Control of two dimensional parallel link motion



(a) Subordinate type



(b) Independent type

図-5 リモコンチェンソーのための三次元平行リンク機構
Fig. 5 Mechanism consist of three dimensional parallel linkage for remote control chainsaw of Ehime Unive. type

によって、常に同一平面内に保たれており、その平面は、左右方向を制御するリンク系 (abcd) によって、 (\overline{ac}) を中心にして回転する。このように、一つの系によって制御される平面の中に、他の一つの制御系が含まれていて、次のような特徴を持っている。

- ① 座標点 (P) の可動範囲を大きくとれる。
- ② 荷重がメインリンク ($\overline{aa'}$) と回転軸 (\overline{ac}) に集中する。
- ③ 各節の自由度を 1 にすることができ、軸受けの構造を単純化できる。
- ④ 大きな荷重に適している。
- ⑤ 各部材の負荷に対する応力の状態は、単純で解析しやすい。

したがって、形状的には複雑だが、応力状態が単純であるため、負荷に対し合理的な設計ができる。

(iv) 独立型三次元平行リンク：図-5の(b)に示す機構は、独立型三次元平行リンクと呼ぶことにするが、独自に開発した特殊な機構で、使用条件も限られる。

リンク ($\overline{dd'}$, $\overline{ee'}$) は (c', b') を介して上下方向を制御し、リンク ($\overline{ff'}$) は ($\overline{a'}$) を介して左右方向を制御する。 $(\overline{aa'}$, $\overline{bb'}$, $\overline{cc'}$) は、それぞれの制御系に含まれながら、同時に、 $\triangle abc$ と $\triangle a'b'c'$ を平行に保つ作用を持つ。この機構の特色は、自由度 2 のリンク ($\overline{aa'}$, $\overline{bb'}$, $\overline{cc'}$) を、自由度 1 のリンク ($\overline{dd'}$, $\overline{ee'}$, $\overline{ff'}$) によって制御している点で、左右方向を制御するリンク系 ($\overline{aa'a'ff'}$) と、上下方向を制御するリンク系 ($\overline{bb'b'ee'}$, $\overline{cc'c'dd'}$) は、それぞれの系の末端 (a' b' c') において連結されている。

このように、各制御系が、他の系に含まれることなく独立しており、従属型と比較してみると、次のような特徴がある。

- ① 節 (a, a', a'', b, b', b'', c, c', c'') は、自由度 2 の節を使用しなくてはならない。
- ② 節の構造が複雑になるため、座標点 (P) の可動範囲が小さくなる。
- ③ 各部材の負荷に対する応力状態が、座標点 (P) の位置変化に伴って変化し、複雑である。

3) 伐倒作業のための操作機構の選択

チェーンソーの重量は10kg未満で、比較的軽量である。また、チェーンソー位置を示す座標点 (P) の可動範囲は、独立型三次元平行リンクで十分であり、自由度 2 の節としては、市販のユニバーサルボールジョイント (フック自在継手の機構を持ち、30°以内の角度をもって交わる軸間の回転力を伝達するところの基本的機械要素の1つである。JIS-B-1454) が使用できる。したがって、軸受けや軸などの加工設備や技術のない状況での製作には、独立型リンク機構でも、機能を十分持たせ得ると考えた。

これに、チェーンソーの旋回機構と、ガイドバーの中心軸を中心とする回転機構を加え (図-6のA~A'から左)、基本的伐倒作業が可能な、チェーンソーの操作機構を決定した。

3. 独立型三次元平行リンクの検討

独立型三次元平行リンク機構における、チェーンソーの動作や、負荷に対する応力状態等を考察した。

1) 制御の機構

自由度 2 の節 (ユニバーサルボールジョイント) を、図-6の節に使用し、図-7のように配置した単位リンク機構を、図-8のように、直交する 2 平面にそれぞれ配置し、チェーンソーの位置 (座標点 P) を制御する。

単位リンク機構の図-7において、リンクに固定されている側の節 (黒点) の中心線を α 、本体に固定されている側の節 (白点) の中心線を β とすると、 β を回転軸とする α の回転運動によってできる α の軌跡は、 α と β の交点を含む β に垂直な平面となる。

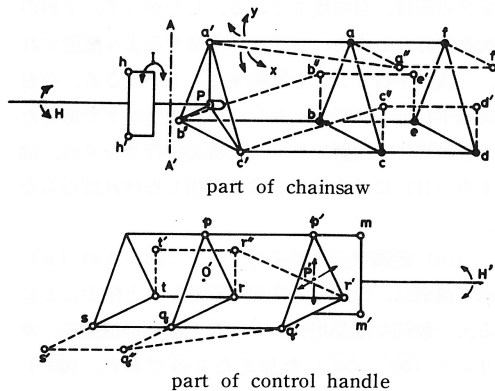


図-6 独立型三次元平行リンクによるリモコンチェーンソーの機構 (愛媛大式)
Fig. 6 Mechanism of the remote control chainsaw consisting of the three dimensional parallel link motion as the independent type (Ehime Unive. type)

したがって、 α の上に存在する節（ a'' または b'' または c'' ）の軌跡は、その平面上に α と β の交点を中心とする円弧を描く。ゆえに、同一平面上に存在する二次元平行リンクと節（ a'' または b'' または c'' ）を連結することができ、二次元平行リンクによって、自由度2のリンク（ $\overline{aa''}$, $\overline{bb''}$, $\overline{cc''}$ ）の β を回転軸とする回転運動を制御できるのである。

座標点Pの座標系は、図-9のような楕円軌道により構成される。X軸の目盛り（ α ）は、図-6におけるX軸と（ ff' ）のなす角度、Y軸の目盛り（ β ）は、Y軸と（ ee' , bb' ）のなす角度である。

2) 各部の応力

チェンソーの自重を W_D とし、負荷に対するリンク

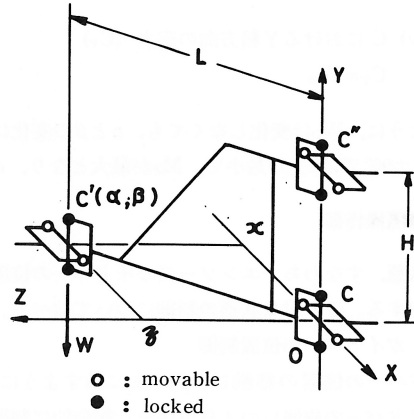
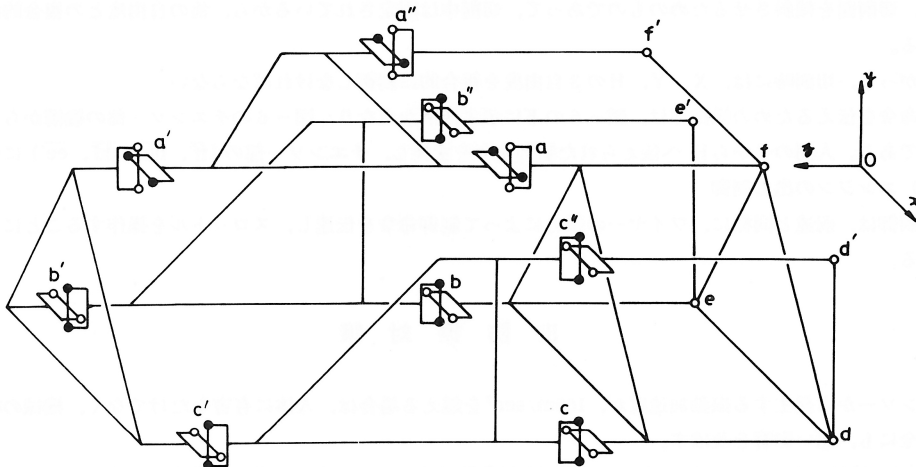


図-7 フック自在継手からなる単位リンク機構
Fig. 7 The unit linkage mechanism consisting of Hook's universal joint



a, a', a'', b, b', b'', c, c', c''.....Degree of freedom 2
f, f', e, e', d, d'Degree of freedom 1

図-8 リンクの配置
Fig. 8 Arrangement of links

機構各部の応力の状態を、単位リンク（ cc' ）の例（図-7）について解析してみる。ただし、 $M_z=Z$ 軸の回りのモーメント、 $M_x=X$ 軸の回りのモーメント、 $L=$ リンク長、 $H=cc'$ の長さ、とする。

(i) Cにおけるモーメント（ M_z , M_x ）

$$M_z = W_D \cdot \sin \alpha \cdot \cos \beta \cdot L \dots\dots\dots (1)$$

$$M_x = W_D \cdot \cos \alpha \cdot \cos \beta \cdot L \dots\dots\dots (2)$$

(ii) c' におけるZ軸方向の応力（ C_z'' ）

$$C_z'' = M_x / H$$

$$= L \cdot \cos \alpha \cdot \cos \beta \cdot W_D / H \dots\dots\dots (3)$$

(iii) CにおけるZ軸方向の応力（ C_z ）

$$C_z = -C_z''$$

$$= -L \cdot \cos \alpha \cdot \cos \beta \cdot W_D / H \dots\dots\dots (4)$$

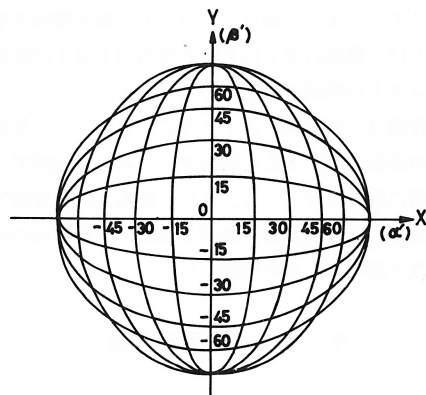


図-9 P点に関する楕円座標
Fig. 9 Elliptic coordinates of point P

(iv) CにおけるY軸方向の応力 (C_Y)

$$C_Y = W_D$$

このように、 W_D は変化しなくても、 α と β の変化に伴って、(C)における M_Z と、(c')における C_Z' が交互に変化し、 $\alpha = \pm 90^\circ$ では C_Z' が最小で、 M_Z が最大となり、 $\alpha = 0^\circ$ では M_Z が最小で、 C_Z' が最大になる。

4. 遠隔操作部

対象状態、すなわちチェンソーのガイドバーの位置とエンジンの出力を、命令のとおりを保つことによって、木材を切削する。この対象状態の制御について述べる。

1) ガイドバーの位置制御

ガイドバーの位置の移動は、図-6に示すように、X (左右方向)、Y (上下方向)、I (ガイドバーの回転)、H (ガイドバーの旋回) の4自由度を、複合的に制御することによって行われる。

XとYを、それぞれ単独に制御した場合は、座標点P (ガイドバーの旋回中心) は、楕円軌道を描くため、座標軸上を除いて、Pを直線移動させることはできない。Hは、Pの移動と同時に制御できるのが望ましい。

Iは、切削面を傾斜させるためのものであって、切削中は固定されているから、他の自由度との複合的制御は不用である。

したがって、切削時には、X、Y、Hの3自由度を複合的に制御しなければならない。

制御命令を伝えるための操作部は、図-6の下に示す機構からなり、図-6のチェンソー部の機構からIを除いたものである。人間の手からH'へ伝えられた制御命令を変換し、チェンソー部の(\overline{ff} 、 \overline{hh} 、 \overline{dd} 、 \overline{ee})に伝達する。

2) エンジンの出力制御

出力制御は、前述と同様に、ワイヤーの張力によって制御命令を伝達し、スロットルを操作することによって実施される。

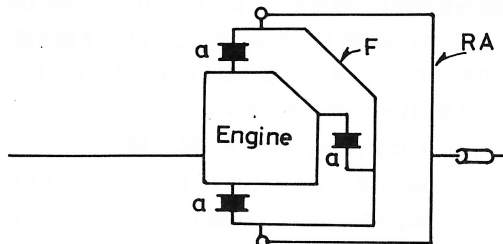
III 防振対策

チェンソーから発生する振動加速度が、 100m/sec^2 を越える場合は、人体に有害なだけでなく、機械の機能や運転の安全にも、悪い影響を及ぼす。

前報¹⁾で検討したりモコン架台では、一部で切削条件によって、人体に有害な振動成分が検出された。また、実験中にネジの緩みや、軸および軸受けの異常摩耗の徴候が認められたし、特に、大阪式と林機式リモコン架台のチェンソー取り付ホルトは、振動によって強度が低下し、疲労破壊を起こす可能性も考えられる。疲労破壊を防ぐには、疲労強度の高い材料を用い、部材の断面を複雑化し、かつ大きくしなければならず、重量と製作コストを増大させ、設計が煩雑になる。

そこで、リモコン架台についても、防振機構を考えることは、機械の安全性と耐久性の向上および重量と製作コストの軽減に役立つものである。

試作機は、図-10に示すように、チェンソー本体を3個の防振ゴムで支えた防振フレームを、旋回アームの先端に取り付けている。また、防振ゴムと旋回アームの共振による悪影響を避けるため、それぞれの固有振動数を異なったものに設定した。



a : Anti-vibration rubber mount
F : Anti-vibration flame
RA : Rotary arm

IV 立木への固定方法

リモコンチェンソーは、立木に固定することにより、そのガイドバーと立木との相対的位置関係が確定され

図-10 防振支持方式
Fig. 10 Anti-vibration suspending system

る。固定部分は、リモコンチェーンソーの自重や、切削に伴う反力などが集中する箇所であるから、次のような性質が要求される。(i) 確実な固定力を持つ。(ii) 操作性が良好。(iii) 固定力を立木に対して適当に分散できる。(iv) 軽量で、耐久性がある。そこで、市販の荷締め機(締結力400kg, ワイヤロープとラチェット機構の組み合わせ)が適当と判断し、使用した。だが、今後の検討により、より適切な形に改良することを考えている。

V 試作機の性能

試作機の諸性能の考察結果を次に記す。

1) 機能

試作機は、遠隔操作によって、図-11に示すように、チェーンソーを上下方向に101mm, 左右方向に230mm, およびガイドバーを切削方向に180°旋回させることができる。切削面の傾きは、旋回アームを直接操作によって回転することにより、変更される。

したがって、切削前に必要なチェーンソーの位置調節作業は、固定部の高さ調節と旋回アームの角度調節の2ステップで完了する。また、ガイドバーの旋回とチェーンソーの位置の移動を同時に遠隔操作できるから、ガイドバーに、平行移動と旋回を組合わせた、複合的動作を与えることができる。

さらに、移動方向および旋回方向が、操作ハンドル部とチェーンソー部で等しくなるようにしているため、操作ハンドルが、チェーンソー部のシミュレーターとしての機能を持っている。それゆえ、既製のチェーンソーリモコン架台による作業に比べると、試作機の動作が著しく異なり、より容易に、またより高度な操作を行うことができる。

2) 操作

試作機での作業における、基本操作ステップと単位操作を表-1および表-2に示す。試作機は操作ステ

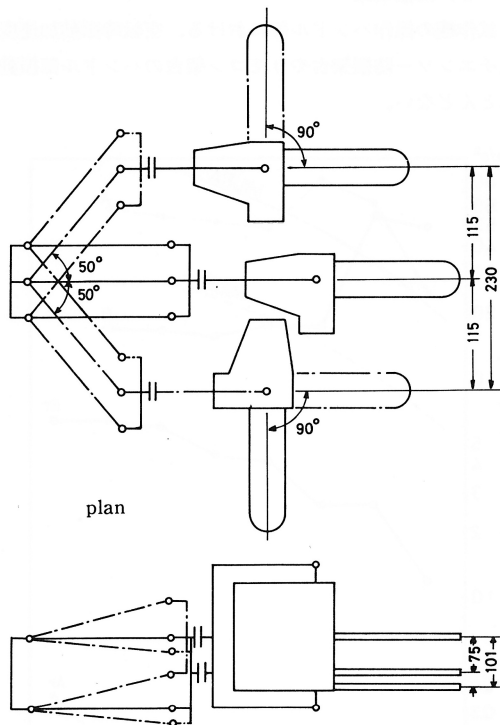


図-11 愛媛大式リモコンチェーンソーの可動範囲
Fig.11 Movable range of the remote control chainsaw of Ehime Unive. type

表-1 愛媛大式の操作ステップ

操作ステップ	単位操作
1 本体固定	R
2 本体高さ調整	S, D
3 エンジン始動	P
4 切 削	G
5 チェーンソー傾斜	D
6 切 削	G
7 チェーンソー反転	D
8 チェーンソー旋回	G
9 チェーンソー反転	D
10 アーム移動	G
11 切 削	G
12 エンジン停止	B
13 クサビ打ち込み	K
14 本体取り外し	R

表-2 単位操作の構成比較

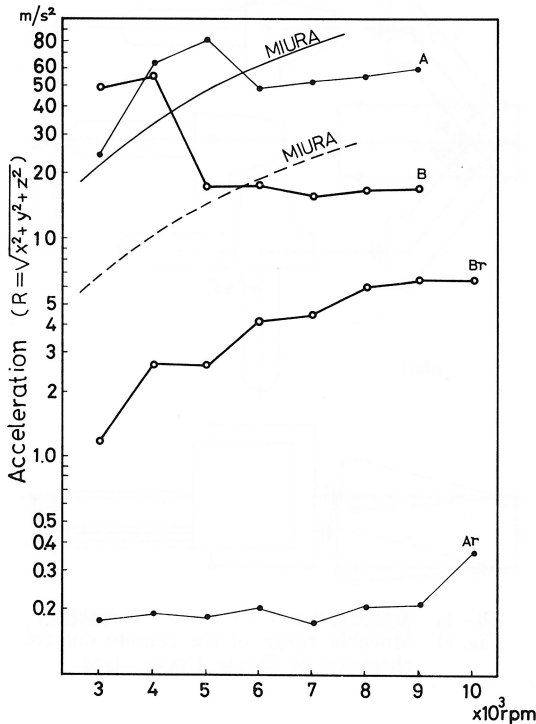
記号	単 位 操 作	高知式	林機式	大阪式	愛媛大式
D	手による位置の調節・移動など	10	6	10	4
R	レバー操作	11	3	5	2
S	ネジの操作	1	3	9	1
U	チェーンソーの持ち上げ操作	1	4	4	0
P	エンジン始動	3	3	3	1
B	エンジン停止	3	3	3	1
K	クサビ打ち込み	1	1	1	1
G	ハンドル操作	0	0	0	5
H	ハンマーによる作業	0	1	0	0
N	ノックピンの操作	3	5	0	0
F	固定フックの操作	0	0	2	0
C	ソケットの差し込み取り外し操作	0	3	0	0
Rs	ラチェットレンチによる作業	0	2	0	0
合 計		33	34	37	15

ップ数14で、単位操作数15のうち3分の2を、レバー操作5とハンドル操作5で占め、さらに、エンジンの始動停止は、各1回である。これらを、リモコン架台の例と比べると、操作ステップ数が10以上少なく、単位操作数は半減している。

この事は、前述のように、試作機における切削前の作業が、2ステップであって、前報リモコン架台の5~7ステップに比べ、非常に少なくなっていることと、各ステップにおける操作も、2つ以上の単位操作を必要とするステップは1つだけに、単純化しているためである。

3) 防振効果

試作機の操作ハンドル部における、空転時振動加速度の三直角方向ベクトル合成値の変化を図-12に示す。既製のチェーンソー防振架台やリモコン架台のハンドル部振動値に比べ著しく低い値であり、回転数の変化による変動もほとんどない。



A: Handle bar of chainsaw MINI-P35
 B: Grip-cut type of Multi-isolated stand with CP70
 Br: Rinki type of the remote control system with CP70
 Ar: Ehime Univ. type remote control chainsaw with M-P35

図-12 愛媛大式リモコンチェーンソーハンドル部の振動加速度と機関回転数
 Fig. 12 The relation between the engine speed and the vibration at handle of the remote control chainsaw

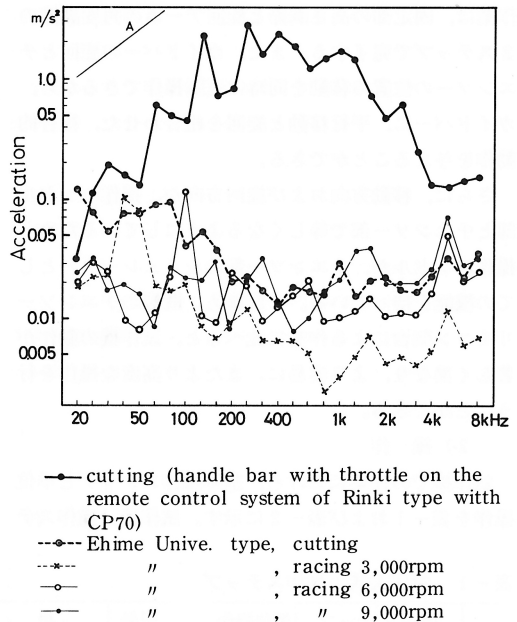


図-13 愛媛大式リモコンチェーンソーハンドル部の振動特性
 Fig. 13 Vibration characteristics at the handle bar on the remote control type chainsaw of Ehime Univ. type

次に操作ハンドル部振動加速度の3分の1オクターブ分析結果のうち、各帯域ごとの三直角方向における最大値を図-13に示す。なお、比較例として林機式リモコン架台のスロットル側ハンドルにおける木材切削時の結果を示した。

空転時は、3,000および6,000rpmで、基本振動波が最も高いレベルを示しているのに対し、9,000rpmでは、基本振動波のレベルは比較的lowく、むしろ高い周波数域のレベルが高くなっている。しかし、いずれも凹形（下方に

凸) 波形である点で、一般チエンソー類の分析結果と異なっている。

スギ生材切削時も、空転時とほぼ同様の凹形波形であるが、空転時と比べ、125Hz以下の帯域のレベルが上昇し、林機式リモコン架台の例に近づき、20Hzではこれを越えている。

空転時および木材切削時とも、ISOその他の暴露限界に照らし、有害成分は認められない。

試作機では、前述のように、防振装置を組み込んでいるのに対し、既製リモコン架台は、チエンソー本体から、振動が直接伝播する型式であるため、このような振動レベルの違いが現われたものと思われる。

以上の結果はまた、機械装置の保護の点からも、リモコン架台にも、防振装置の工夫が有効であることを示している。

4) 評価

試作機の検討結果を総合評価すると、次の諸点が指摘される。

適用した独立型三次元平行リンクは、本来、重荷重に適さないものであるが、比較的軽量と考えられる供試チエンソーでも、操作中に急激に遊びが増加した。特に、ワイロープの摩擦抵抗が大きくなる操作部において、その傾向が強い。また、左右両端における、チエンソーの上下移動には、かなり力が必要である。これらの現象は、①ワイヤロープの摩擦抵抗、②操作部のリンクの配置に問題があった結果と考えられる。以下項目別に述べる。

(i) ユニバーサルボールジョイントを、本来の使用目的と異なる、極く低回転・重荷重の状態で使用するところの、独立型三次元平行リンクは、耐久性の低下は免れない。それゆえ、耐久性とコストのバランスから見て、従属三次元平行リンクが、実用化により適していると判断される。

(ii) 固定用荷締め機は望ましい資質を示したが、現場用に改良し、軽量化が望ましい。

(iii) 防振効果は過大であった。不必要な防振性能を求めることなく、重量とコストを勘案した、合理的防振設計にとどめるべきである。

(iv) 機械化のレベルは、レベルⅢに近いが、なお、レベルⅡにとどまっていて、概括的には、一般チエンソー類と似た範囲に入るけれども、従来のリモコン架台に比べると、ステップ数が減少し、現場での作業時間を短縮し、生産性を向上させる可能性がある。

(v) 切削面の傾斜の制御を工夫した。

(vi) シミュレーターの原理を導入した制御方式は、操作部の重量の増大をもたらした。今後、高度の技術が必要とする伐倒作業においては、その操作性の効果を発揮するものとする。

(vii) 総体的に、機能を先づ考えたため、重量やコストの検討が欠けたが、開発第1回の試作としては、やむを得なかった。

IV おわりに

チエンソー用リモコン架台の検討結果に基づき、リモコンチエンソーの試作を意図した。

基本的伐倒作業に必要な、チエンソーの上下移動、左右移動およびガイドバーの旋回の3自由度を、独立型三次元平行リンク機構により遠隔操作とした。これらを、シミュレーターとしての操作ハンドルによって制御した。その結果、操作ステップ数の減少、振動の減衰等に所期の成果を収めた。

今後、改良し、より作業能力の高い試作機を実現させたい。

引用文献

1) 伏見知道・梶川嘉徳：チエンソー遠隔操作装置に関する基礎的研究（I）。愛媛大学演習林報告17

(1980年8月29日受理)