

## 振動工具を採用した自動切断加工機の開発研究

石井信義・斎藤雅樹・鬼鞍宏猷\*・栗山保士\*\*  
材料開発部・九州大学\*・(有)栗山機工作所\*\*

### Development of Automatic Cutting Machine Using Vibration Blade

Nobuyoshi ISHII・Masaki SAITO・Hiromichi ONIKURA\*・Yasushi KURIYAMA\*\*

Material Development Division・Kyushu University\*・Kuriyama Machine Maneuvering Inc.\*\*

#### 要旨

本研究における切断加工は、被加工物の切断送り方向に対してダウン方向に低周波領域の回転振動を付加して行うものである。本報告においては、切断加工の機構や刃物の形状について説明すると共に、一連の回転振動条件下において得られた、切り屑の発生量、振動発生音等実験的に検証し、振動が木材の切断加工に及ぼす効果についてデータの解析を行った。

その結果、

- (1) 切り屑の発生量は、 $10 \times 100 \times 300$ (mm)・ $120$ (g)の供試材をチップソー(刃厚 $3$ mm)で切断した場合は $3.6 \sim 4.0$ (g)が排出され、開発刃では $0.34 \sim 0.42$ (g)を測定した。
- (2) 振動発生音は、無負荷状態のときチップソーでは $86.2$ dB、開発刃では $78.6$ dBを把握した。この時の周波数は、チップソーと開発刃とも $6,300 \sim 5,000$ (Hz)を測定した。開発刃のときは心理的不快感は無く、装置の加工精度を向上することによって、さらに発生音は低減できるものと考えられる。
- (3) 切断面粗さについては、丸鋸では粗さ曲線の最大高さは $31.5 \mu\text{m}$ 、中心線平均粗さは $1.8 \mu\text{m}$ の数値を測定した。開発刃では $10.6 \mu\text{m}$ と $1.8 \mu\text{m}$ の数値を測定し、チップソーに比べ低い数値であった。
- (4) 実用装置設計については、切断実験を進める中で不備な点、改良点などを把握しながらモデル化用イメージ図を作成した。

#### 1. はじめに

本県地場産業の一つである木材加工工場では、木材を切断分割する際に発生する切り屑と騒音の問題があり、作業者の健康を阻害している状況がある。これらを解決するため、新しい木材の切断分割システムを開発することとし、研究開発を実施した。<sup>(1)(2)</sup>

これは、アサリの無い工具刃物を低周波によって振動させ、その振動で木材を切断分割(以下切断)する方法である。この研究開発は、切断メカニズムの理論的解析(力学的要因、幾何学的要因、材料学的要因)、工具刃物の開発(形状、耐久性、耐熱性、耐摩耗性等)を進め技術の蓄積を図ることと、開発技術は木材のみならず軟質材等の切断にも利用の可能性を拡大することにある。

本年度は、試作した実験機を使用して切断実験を行い、切り屑の発生量や回転振動音を測定した。また、実用機的设计についても検討を行った。

この研究の目的は、木材加工工場において、木材を切断分割する際に、切り屑の発生と騒音を押さえ快適作業環境を提供することを目標とした、木材の切断装置の開発にある。

#### 2. 研究方法

##### 2.1 実験方法

###### 2.1.1 実験機

本研究を進めるための実験機の動力源は、汎用モーター(電源 $60$ Hz、電圧 $2$ 、 $200$ W、回転数 $1,800$ rpm)を使用し、工具刃物の動作を偏心軸により回転振動に変換して、加工を行う機構とした。加工材の送り方法は、手動送りとした。振動回数と送り速度の変換は、インバータによる周波数制御とした。

Fig. 1には使用した実験機を表す。

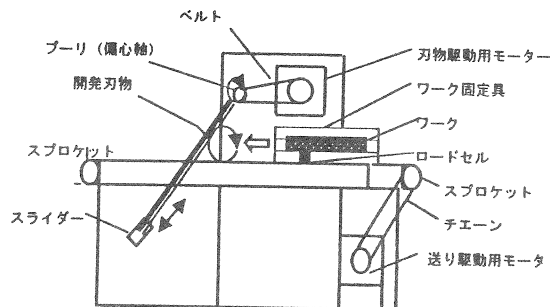


Fig. 1 実験機(側面図)

### 2.1.2 工具刃物

使用した工具刃物は、アサリのない階段状の刃物を製作した。刃物に使用した素材は、炭素工具鋼SKH-2である。刃のピッチは2.5mmとした。ピッチとは、垂直刃の長さまたは水平刃の長さを指す。各刃の刃先角は30度とした。刃厚は0.25mm、刃先部の長さは70mmである。全長は300mmである。Fig. 2は刃物の形状である。

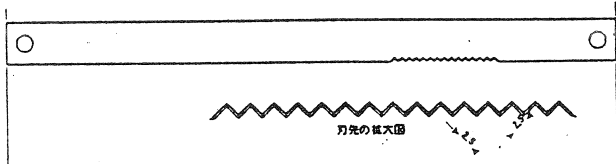


Fig. 2 工具刃物

### 2.1.3 供試材

切断実験に使用したワークは、スギ板目材で試験片の寸法を100(T)×300(L)×30(R)mmとした。試験片の含水率は10~15%、密度は0.37~0.41(g/cm<sup>3</sup>)を使用した。

### 2.1.4 実験方法

切断加工方向は、繊維方向と平行とした。試験片の送り速度は1.5m/minとした。刃物の取り付け角度は、試験片の送り方向に対して45度に設定した。入力電圧は200v、電源は60Hzとして、インバータにて電源を自由に変換可能な方法を採用した。今回の実験では、刃物の片振幅は5mm、振動回数は2,280rpm(電源40Hz)を使用した。

Fig. 3に切断加工の状況を表す。

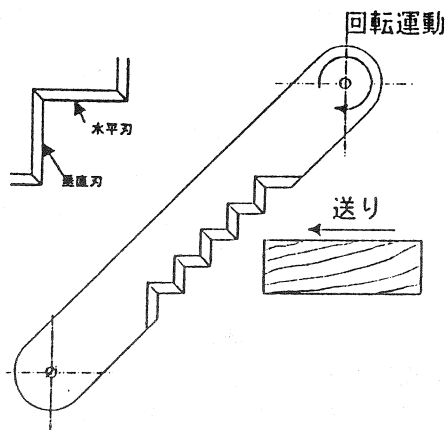


Fig. 3 切断状況

### 2.2 切り屑の測定

開発刃物での切り屑発生量は、ワークを切断加工後直ちに屑を回収して重量測定を行った。また、参考のためにチップソー（305φ×歯厚3(mm)、回転数4,300rpm(60Hz)、歯数100)で切断したときの切り屑量を測定して比較した。

重量測定には、デジタル電子台秤・EP-40KA/EP-6000複合型、研精工業(株)製を使用した。

### 2.3 騒音の測定

機械の作動時における騒音は、作業者に対し聴覚障害や心理的な不快感を与え作業能率にも影響する。そこで、今回試作した切断装置の回転振動時の騒音レベルと周波数を測定した。さらに、現在木材切断に使われているチップソーの回転時における騒音レベルと周波数を測定した。

その時に使用したチップソーは、前項2.2で述べた刃物である。測定は、いずれも無負荷状態を基本とした。

使用した測定機器は、周波数分析器・SA-27S、精密騒音計・NL-14、リオン(株)製である。

### 2.4 切断面粗さの測定

挽肌の良否は、製品の外観的価値だけでなく最終仕上げを考えた場合の歩留まりにも関係し、種々の切断条件の影響を受ける。そこで、挽肌の差異を把握するために、開発刃とチップソー（前項2.2）による挽肌の状態を測定した。

測定には、三次元表面粗さ形状測定機・SURFCOM575A、(株)東京精密製を使用した。

### 2.5 実用装置の設計

開発技術を利用して木材加工するには、新しい工具刃物や回転振動を具備した装置が必要である。また、技術移転を進めるためには、実験機では無く作業現場の仕様（操作性、安全性、メンテナンス等）に耐える機能を備えた装置でなければならない。そこで、実験機や10年度の研究成果を参考に新しい実用装置のデザイン設計を進めた。

## 3. 結果および考察

### 3.1 切り屑の測定

切り屑の発生量は、ワークを開発刃で切断した場合は0.34~0.42(g)が排出され、チップソーでは3.6~4.0(g)を測定した。結果から開発刃では、チップソーのほぼ10分の1の切り屑排出量を確認した。よって、開発刃を使用すれば切り屑の発生量を押さえることが可能と考える。

また、参考に切り屑の状態を測定した。開発刃では糸屑のような繊維状であった。チップソーでは固形状を観察した。Fig. 4には開発刃の切り屑を表す。Fig. 5にはチップソーの切り屑を表す。測定に使用した機器は、デジタルマイクロスコープ・VH-Z450、(株)キーエンス製である。



Fig. 4 開発刃の切り屑 (170X)

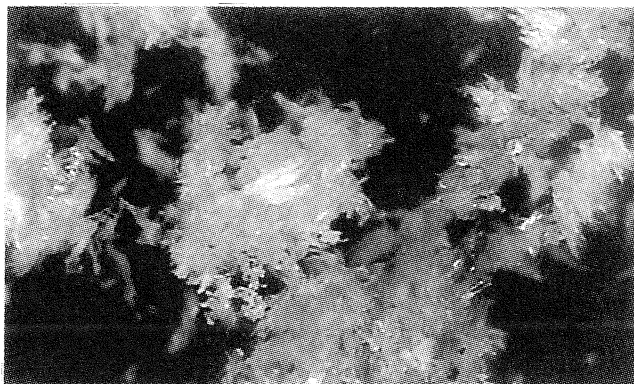


Fig.5 チップソーの切り屑 (170X)

### 3.2 騒音の測定

木材加工機は、一般にきわめて高速で運転される。このため大きな騒音を発する機械が多く、帯鋸盤、丸鋸盤、各種鉋盤等が騒音規制法で特定装置として規定されている。ISOでは等価騒音レベル85dBですでに聴覚に障害があるとしている。Fig. 6, 7には、開発刃とチップソーの無負荷状態時の周波数分析と等価騒音レベルの測定結果を表した。周波数については、開発刃、チップソーともほぼ同様の数値であった。騒音レベルは切断装置では最高値が78.6 dBを測定した。丸鋸盤では86.2dBを測定した。実験機では作動時における心理的不快感は、無かった。特に開発刃の回転振動音はほとんど無く、実験機の回転伝達軸の摩擦音等であった。騒音レベルの数値は、実験機の製作加工精度を高めることによって、低減可能と考える。Fig. 8には、参考に負荷状態時の周波数分析と騒音レベル (67.7dB) を表す。

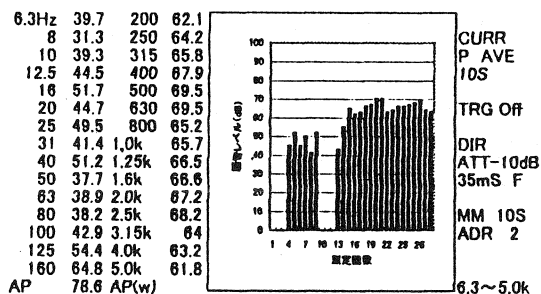


Fig.6 振動音の発生 (開発刃)

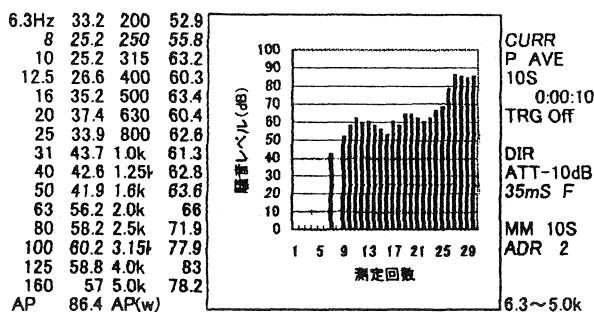


Fig.7 振動音の発生 (チップソー)

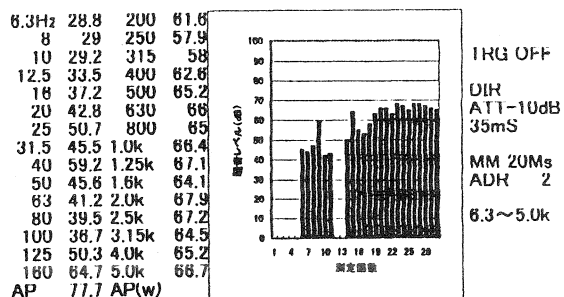


Fig.8 振動音の発生 (開発刃・負荷状態時)

### 3.3 切断面粗さの測定

開発刃の切断面は、チップソーの切断面に比べてきわめて滑らかであった。Fig. 9, 10には、測定結果の一例を表す。測定結果は、チップソーでは粗さの最大高さは31.5 μm, 中心線平均粗さは1.8 μmであった。開発刃では10.6 μmと1.8 μmを測定した。チップソーに比べて低い数値であった。

### 3.4 実用装置の開発

実用装置の開発は、前項2.4で述べた内容を検討しながら設計を行った。詳細については、今後仕様を決定しながら装置製作のための設計図を整備し、同時に装置の名称についても検討課題として、取り組む考えである。

Fig. 11, 12に実用装置製作のためのイメージ図を表す。

## 4. おわりに

今回の実験は、切り屑や振動音の発生量等作業環境に与える影響についてのデータ収集であった。この結果から切り屑と振動音の発生を押さえた切断加工の可能性への期待を高めることができたものと考えられる。

次年度には、理論解析、工具刃物の開発、実用機の開発、分割力 (抵抗値) の計測法の確立等、加工実験を進めながら資料の整備を図る計画である。

## 5. 謝辞

本研究の遂行にあたり、工具刃物の開発試作に関して貴重なご意見アドバイス頂きました、天龍製鋸 (株) 竹村増吉取締役技術部長に対し感謝の意を表します。

## 参考文献

- 1). 石井信義, 山本幸雄: 平成9年度研究報告大分県産業科学技術センター, 160-163
- 2). 石井信義, 大内成司: 平成10年度研究報告大分県産業科学技術センター, 109-113
- 3). 木材加工機械の騒音測定方法: 日本規格協会 JIS B 6521
- 4). 切削加工: 海青社, 106-112
- 5). チップソー: 槇書店, 2-91

JIS-94/ISO  
 ROUGHNESS  
 CUTOFF = 0.8mm  
 TILT COR = FLAT-ML  
 LENGTH = 12.80mm  
 V-MAG = 500  
 H-MAG = 20  
 T-SPEED = 0.3mm/s  
 POLARITY = POSITIVE  
 Ra = 5.6mm  
 Rl = 99.3mm  
 Rz = \*\*\*.\*\*\*mm  
 Ry = 31.5mm

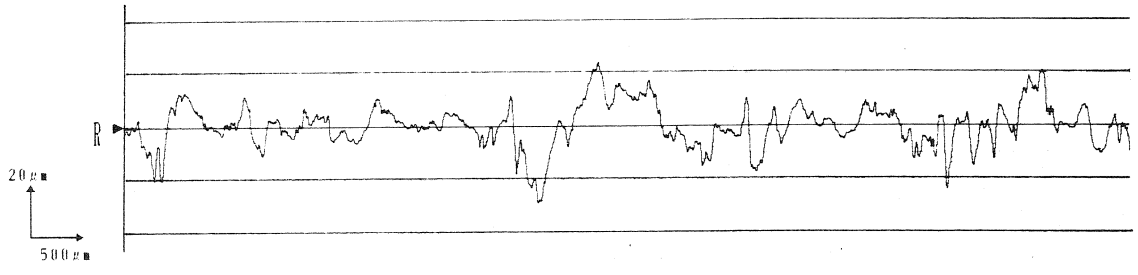


Fig.9 切断面粗さ (チップソー)

JIS-94/ISO  
 ROUGHNESS  
 CUTOFF = 0.8mm  
 TILT COR = FLAT-ML  
 LENGTH = 12.50mm  
 V-MAG = 500  
 H-MAG = 20  
 T-SPEED = 0.3mm/s  
 POLARITY = POSITIVE  
 Ra = 1.8mm  
 Rl = 20.6mm  
 Rz = 6.0mm  
 Ry = 10.6mm

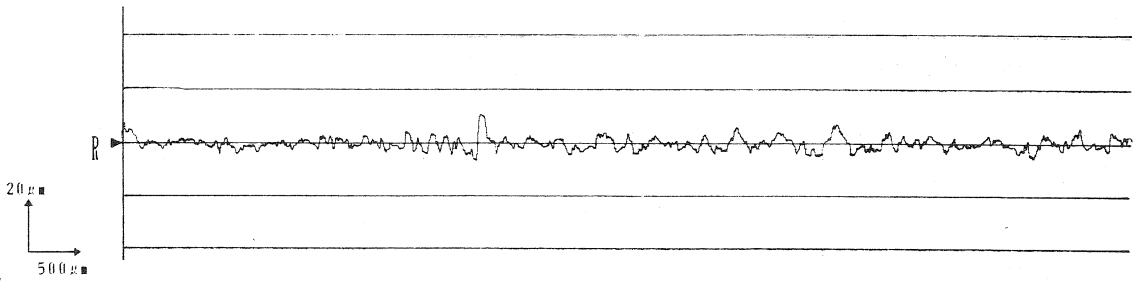
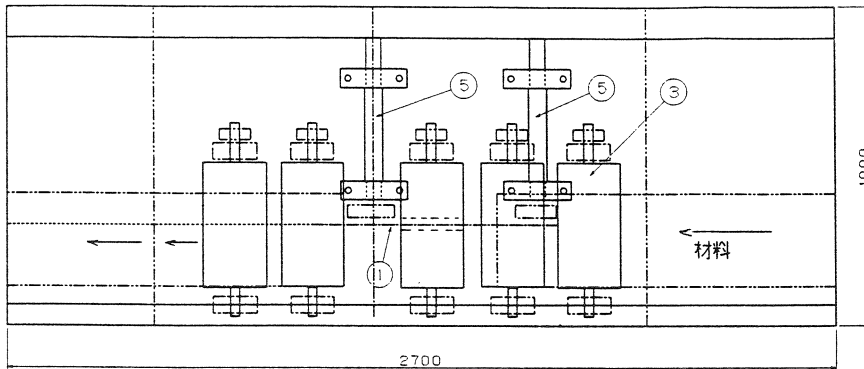


Fig.10 切断面粗さ (開発刃)



- 1.刃物
- 2.刃物モーター
- 3.送りローラー
- 4.ベースフレーム
- 5.刃物主軸

Fig.11 切断装置 (平面図)

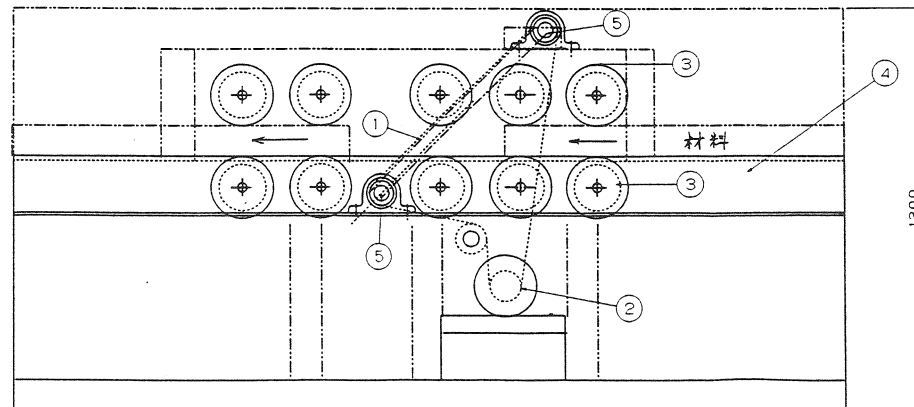


Fig.12 切断装置 (側面図)