

豎鋸盤による挽材精度について

小 西 千代治 吉 田 直 隆
河 島 弘 椛 沢 文 夫
奈 良 直 哉

豎鋸盤による挽材精度は自動送材車式帯鋸盤のように、送材車の歩出し精度の影響をうけることはないが、一度に多数の鋸によって挽材するため、個々の鋸のとりつけ方、緊張のあたえ方、鋸の仕上げ精度の差が問題になる。しかし帯鋸盤の場合と同様に、鋸厚、鋸の目立仕上げ状態、送り速度、鋸速度、鋸の緊張量、挽材寸法等の切削諸元が挽材精度に影響する重要な条件となるのは当然である。この試験では挽材精度の判定は挽曲りと厚さむら及び挽肌によることにした。その結果豎鋸盤の挽材精度に及ぼすいくつかの切削諸元の影響を知りえたが、挽材精度向上のための適正腰入れ量、歯角条件、オーバーハングの問題、材送り機構上の影響、緊張装置等は今後の検討課題である。

1. 試験方法

1) 使用機械

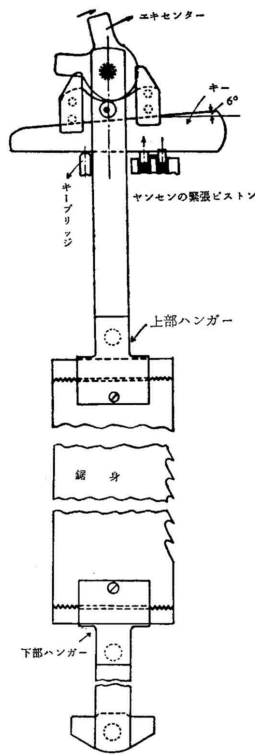
豎鋸盤（西独エステラー社製SS56Vh型）、仕様、性能は本誌1966年9月号参照。

鋸の緊張は第1図の如くキーの打込みと共に各鋸に加わる緊張力を常にほぼ均等にするために有効と考えられるJANSEN（ヤンゼン）の油圧式緊張装置よることとし、ストレインゲージを併用して、緊張量、緊張応力を確かめた。使用鋸掛数は6枚、1回の挽板数は5枚である。

2) 供試鋸及び挽材樹種

供試鋸および供試材は第1表、第2表に示す。

3) 送材速度及びオーバーハング量
送り速度は16B.W.G（以下Gの記号）鋸に対して



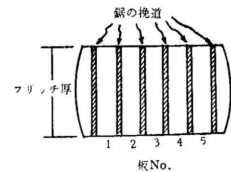
第1図 鋸の緊張装置

2~5m/minの範囲で4段に変え、18G、19Gに対しては4m/min一定とした。更にオーバーハング量（鋸が上昇するとき、歯先が挽道の底と接触するのをさけるために予め鋸を前傾させる量）は送り速度の変化に同調して変る（普通1ストローク長当りの傾斜量で示す）ようになっており、送り速度2~5mに対して8~14mmとした。

2. 試験結果と考察

1) 送り速度、挽幅と挽曲りの関係

挽材精度の判定は挽曲りと厚さむらによった。挽曲りは挽材された板のNo. 毎（第2図）一定箇所6点の厚さを1/20mm精度のノギスで測定し、その最大差の平均値で表わすことにした。なお前端、後端との差の平均値を前後差、上下の差の平均値を上下差とし



第2図 フリッジを挽材したときの板No.

て、何れも挽曲りの特性値とした。厚さむらは6点の平均値をその板の厚さとし、条件別総枚数についての平均偏差によって示した。

16Gの鋸で、挽き幅、送り速度と挽曲りの関係を求

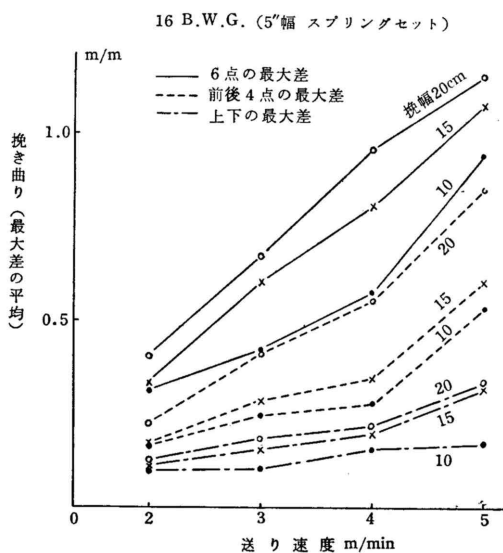
第1表 供 試 鋸

使用鋸厚 (B.W.G.)	鋸 幅 (吋)	歯 型 条 件				ア サ リ 条 件		
		ピ ッ チ (mm)	高 歯 (mm)	喉 角 (°)	歯 端 角 (°)	アサリ出しの 区分・アサリ (mm)	アサリの逃げ角 歯 喉 側 歯 背 側	
16	5	22	9.5	23°	43°	スプリングセット 0.48~0.50	—	—
18	6	22	8.0	23°	43°	スエーヂセット 0.48~0.52	7~9°	16°
19	6	22	7.0	23°	43°	スエーヂセット 0.48~0.52	7~9°	20°

第2表 供 試 材

使用鋸厚	樹 種	フリツチ厚 (cm)	長 さ (m)	本 数	挽板厚 (mm)
16	シセナン	10 25 10	2	72	19
18	〃	〃	〃	18	19
19	〃	〃	〃	18	19

めた結果を第3図に示す。これらの結果によれば、挽曲りは送り速度、挽幅の増加に比例して大きくなる。送り速度の増大は鋸歯の切込み量の増大に関係し切削抵抗は大きくなる。挽幅が大きくなれば1枚の鋸歯の切削量の増加により、それに伴う鋸屑の排除作用が悪くなり、また歯先に発生する切削熱の影響などが、挽曲りの原因になる。挽幅の増加による挽曲りの増大は送り速度が大きくなるほど大きい。挽曲りの特性値のうちでも6点の最大差が上下差、前後差より大きいのは当然であるが、最大差による影響は上下差より前後



第3図 送り速度、挽き巾と挽き曲りの関係

差の方がはるかに大きい。これは鋸の前後にある上下2本の送りと押えの作用をするローラの効果、供試材が2mと短尺であったため、長尺材に比較して、押えの働きが、切削による振動のため、前後において不安定になる率が大きいためと考え

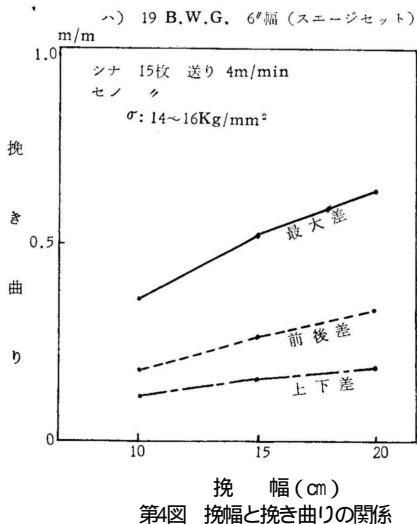
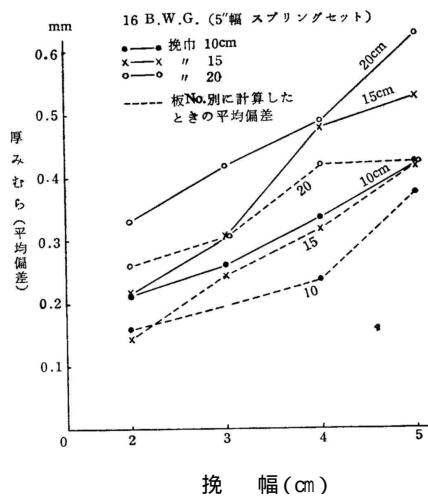
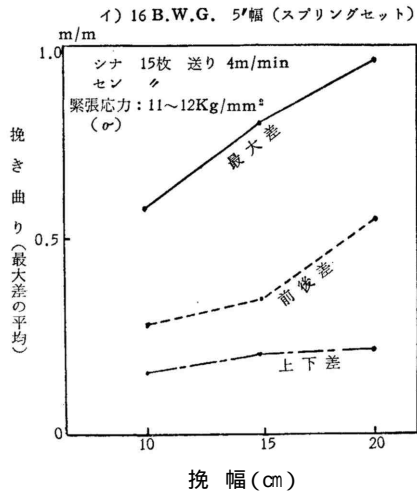
られる。このことは3) 項の厚みむらにおいても同様であった。

2) 鋸厚、鋸幅、アサリ出し方式と挽曲りの関係

第4図に鋸厚別に送り速度を4m/minと一定にした挽幅と挽曲りの関係を示す。これらの結果、18G、19Gとも16Gの場合と同様挽幅の増加につれ挽曲りは比例的に増加の傾向を示すが、厚鋸(16G)は必ずしも薄い鋸(18G、19G)より挽曲りは小さくなく、逆の結果を示した。これは挽曲りの原因である鋸歯、鋸身の座屈強度に関係する因子が鋸厚のみならず、鋸幅、緊張応力が考えられるためと、アサリ出し方式の差、すなわち16Gはスプリングセット、18G、19Gはスエーヂセットであったなど種々の原因に基づいた結果と考えられる。第4図の試験時における緊張力はヤンゼンの油圧緊張装置により、しかも鋸1枚に働く緊張力が一定値に達したことを示すゲージ目盛によったため、鋸厚、鋸幅により平均緊張応力は、厚鋸ほど、幅広鋸ほど小さくなる。図に示した(平均緊張応力)は鋸の断面積より計算した値である。また一方挽材精度におよぼすスエーヂセットとスプリングセットの差に関しては鋸厚2mmのスプリングセットのときの挽材精度は鋸厚1.8mmのスエーヂセットの挽材精度に相当する¹⁾との報告もある。

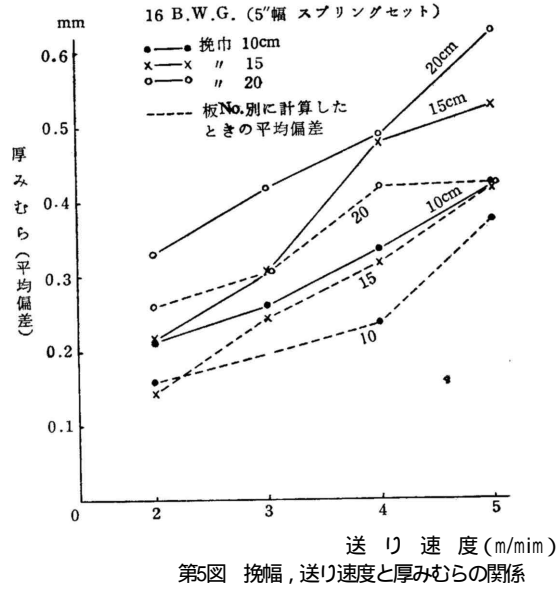
3) 送り速度、挽幅と厚みむらの関係

16Gで送り速度、挽幅と厚みむらの関係を第5図に示す。板の厚みむらも挽曲りと同様に送り速度、挽幅が大きくなるとともに増す。さらに個々の鋸が厚みむらに及ぼす影響をみると、同一鋸条件(2枚の鋸による)で挽材された板(板No.別)の平均偏差(点線で示す)は全部の板の平均偏差(実線で示す)に比べ小さい。これは同一位置の板は同一鋸条件で挽材される



第4図 挽幅と挽き曲りの関係

が、一本のフリツチから挽材された個々の板は、それぞれの鋸の条件の影響を受けるため、全体の板についての厚みむらが、板No.毎に区分したときの厚みむらに比べ大きいのは当然のことで、一度に数枚の鋸を使



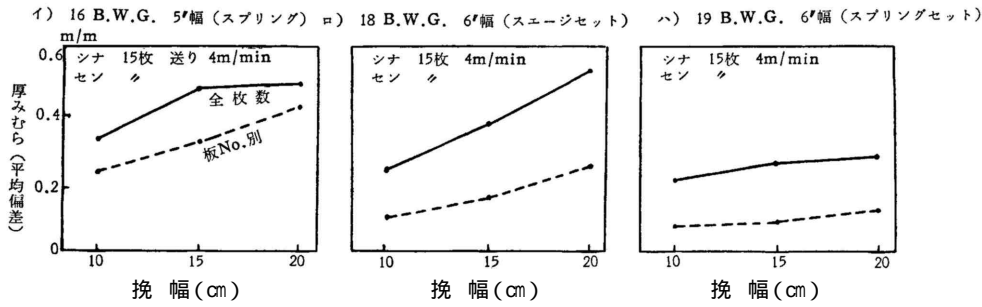
第5図 挽幅、送り速度と厚みむらの関係

用する縦鋸盤の挽材における特有の現象である。この厚みむらの平均偏差を小さくするためには、各鋸の仕上げ精度、鋸掛けの条件を出来る限り均等にする必要がある。さらに縦鋸の場合一枚の鋸の座屈がその鋸に関する板の挽曲りととどまらず、挽曲りのため隣の鋸身を圧迫し、連鎖反应的に全体の挽曲りに関係し、また厚みむらにも関係することが容易に推測される。

第6図は鋸厚、鋸幅別の厚みむらを示したものであるが、18G、19Gとも16G同様の傾向を示すが、挽曲りの場合と同じく、16Gに比べ、18G、19Gの方が厚みむらの平均偏差も小さく、板No.別の厚みむらにおいては、16Gより18G、18Gより19Gの場合が一段と小さい値を示した。

4) 板No. と厚みの関係

縦鋸の場合板厚を決定する因子は理論上は鋸間隔、すなわちスペーサの厚さとアサリの出 (計算板厚 = スペーサの厚さ - アサリの出) となり、帯鋸の場合の如く、歩出機の精度、オフセットの機能の不完全等の影



第6図 挽幅と厚みむら(平均板厚の平均偏差)の関係

響がなく簡単に考えられるが、実際にはそれぞれの鋸の座屈による挽曲り影響が複雑に働き、同時に挽材した個々の板厚には相当なバラツキが発生する。反対に帯鋸の場合は同一鋸なる故、この点の影響は小さいといえる。縦鋸の場合アサリの出の違いによる計算板厚のバラツキは第7図(点線で示す)にみる如く小さいが、実際の板厚は何れの送り速度、挽幅とも縦鋸の特徴ともいえる板No.により相当の差異を示し、一度鋸掛けした後では、板の厚い、薄い個所がきまるようである。これは縦鋸では同一No.の板は同一条件の2枚の鋸により挽材されるため、出てきた板の厚いというよりは、切削にあずかった2枚の鋸の挽曲りの原因であるそれぞれの鋸の仕上り精度、鋸固有の性質にもとづく鋸かけ時の緊張状態の差が板厚のむらに大きく影響すると考えてよい。なお図でみる如くカタアサリが挽曲りに影響し板No.毎の厚みむらに関係すると思われる

る点もあるが、その他別の因子が大きく影響して鋸それぞれが常にどちらかの方向に座屈することはたしかで、それが板の厚さに関係すると結論できる。

5) 鋸厚、鋸幅と緊張応力の関係

挽曲りは鋸歯、鋸身の座屈にもとづく。鋸の座屈力に関係する因子は、鋸の厚さ、幅、歯型、緊張状態における鋸の剛性と考えられている。一般に縦鋸の緊張力(Q)と座屈力(Pcri)の関係は次式があたえられている²⁾。

$$Q = q \cdot b \cdot h \quad (1)$$

q: 平均緊張応力, b: 鋸厚, h: 鋸幅

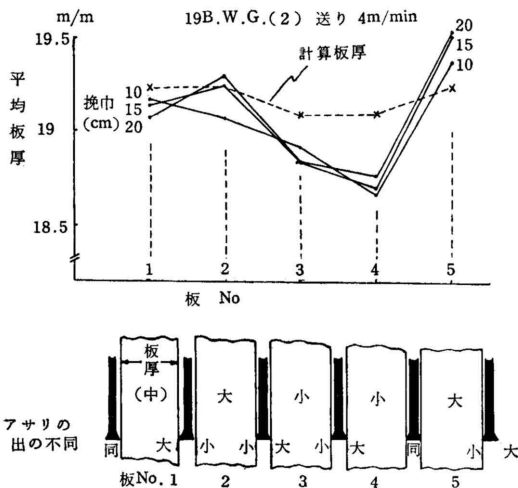
$$P_{cri} = 5.58 \sqrt{C \cdot Q} / \ell \quad (2)$$

l: スパン, C: 剛性 (c=C₁+C₂+C₃, C₁: 鋸固有の剛性, C₂: 緊張による剛性, C₃: 腰入れによる剛性)

各種の条件を挿入して

$$P_{cri} = 1.612bh^2 \cdot q / l \quad (3)$$

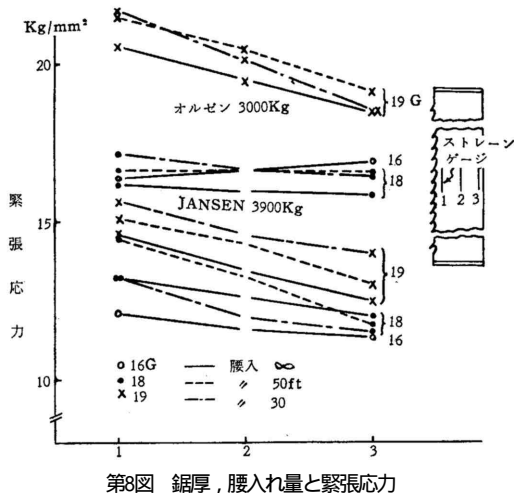
上式より座屈強度に大きく影響するのは鋸幅であるようであるが、b・hを一定とすれば緊張応力(q)となる。ただし一定の緊張力(Q)を与えてもqに関係するのは、鋸厚、鋸幅ということになる。第8図は鋸厚、鋸幅、腰入れ量の異なる各種の鋸を、平常の作業基準により、なるべく一定の取扱いのもとで緊張した場合、実際に発生した緊張応力の分布状態を示したものである。あらかじめオルゼンの引張試験機で荷重と歪率との関係曲線をもとめ、鋸を鋸枠にかけ、ヤンゼンの緊張装置で定荷重(鋸1枚当りの緊張力を示すゲージ目盛の値が3,900kgを示す点までスクリーねじを押しこむよう使用上指定している)を加えた結果発生した緊張応力を測定した。これらの結果オルゼンで



第7図 鋸毎のアサリの出の不同とNo.別板厚との関係

試験したときの鋸寸法別の緊張応力は計算値に近く、断面積に反比例して19Gが高く、16, 18Gはほぼ同様の値を示し、更に腰入れ量の大きい鋸ほど歯底側と歯背側の応力の傾斜が大きく、鋸歯の座屈に関する鋸の剛性を高めるうえで、腰入れの効果が認められる。

つぎに平常の基準により鋸掛けした場合（ヤンゼンの目盛で3,900kg）における鋸寸法別の緊張応力を観察すれば、全般的にも、また歯圧倒の緊張応力ともに19Gが最大で、18G, 16Gの順となった。また19Gについては、腰入れ量と緊張応力の関係はオルゼンの結果と同じ傾向を示したが、18Gでは必ずしもそのとおりとならず、また18Gが16Gより全般的に緊張応力が高い。このように実際の鋸掛けでは緊張をあたえる場合、オルゼンの如く常に一定の状態上下に引張ることが不可能で、キーの挿入方法、エキセンターのきかし方のちがいなど、いろいろと複雑な因子が介入し、緊張力に不同を生ずることに基づくものと思われる。なおヤンゼンで緊張させた場合の、鋸に生ずる応力は鋸の枚数にもよるが、ヤンゼンの指示値から計算した応力の値より、図の如くはるかに低い。

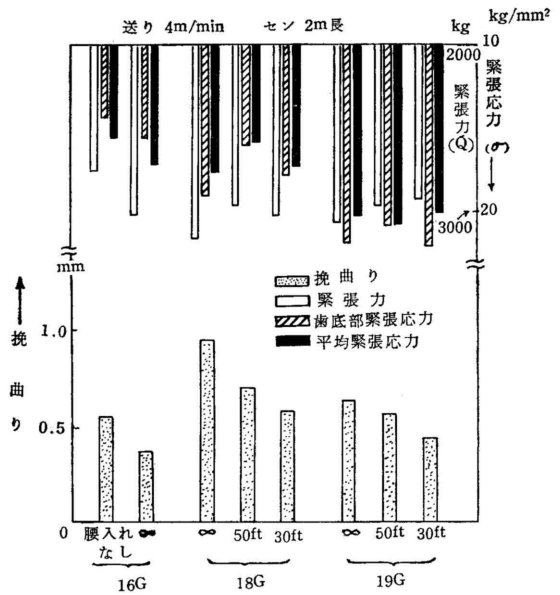


第8図 鋸厚、腰入れ量と緊張応力

6) 鋸の寸法、緊張力と挽曲りの関係

つぎに同一条件の鋸を3枚づつかけ、1枚の鋸身に加わる緊張力が鋸の寸法に関係なく、成るべく同一になるよう、ヤンゼンの緊張装置で調整し、挽き材した

ときの挽曲りを測定した結果を第9図に示す。この場合、あらかじめゲージを張ったコントロール鋸を1枚準備し、1枚の鋸に加える緊張力をほぼ3,000kgになるよう調整したが、実際は図の如く鋸の条件別で不同を生じた。鋸厚、鋸幅、腰入れ量と挽曲り、ならびにこのときの鋸身の緊張応力（緊張力より計算で求めた平均緊張応力）との関係を第9図に示した結果より、i) 緊張応力と挽曲りの関係では同一寸法鋸（16G）で与えた緊張力の低いときは挽曲りが大きい。18Gより19Gの方が挽曲りが小さいのは、鋸厚の影響より



第9図 緊張応力と挽曲り

緊張応力の影響が大きいことに基づくと推測される。

ii) 鋸厚と挽き曲り

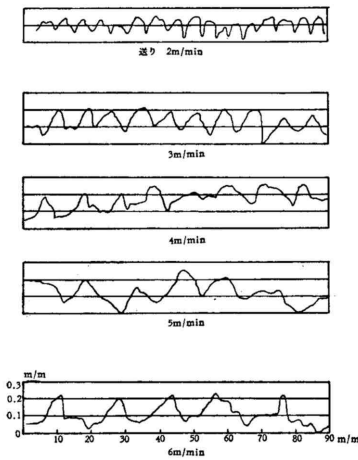
16Gと18Gでは緊張応力はほぼ同じなのに挽き曲りが16Gの方が小さかったのは、鋸厚の影響が鋸幅よりも大きかったことに基づくものではなからうか。

iii) 腰入れの影響

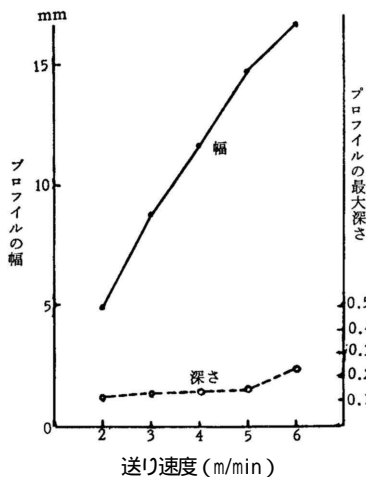
18, 19Gでは3種の腰入れ区分で試験したが、その結果、腰入れ量と緊張応力の関係は第8図の如くにはならなかったが、腰入れ量と挽曲りとの関係は明らかで、やはり腰入れした方が挽曲りは少なくなる傾向を示した。

7) 挽肌

挽肌はアサリ切先の側面切削により形成されるが、挽肌のプロファイルのアラサはアサリの条件、送り速度、ピッチの他に、材料条件、横振れ量が複雑に作用するものと考えられる。19Gの鋸で挽高10cm、シナを挽材し、54倍のアラサメーターにより、表面プロファイルを検査した結果を第10図および第11図に示す。鋸の上下運動1サイクル毎にあらわれるソード・マークのピッチは当然送り速度が増大するに従い大きくなり、その深さもまた大きくなる。これは送り速度が増



第10図 挽肌のプロファイル
樹種 シナ、挽幅10cm、19G



第11図 送り速度と挽肌プロファイル幅、深さの関係

すに従い1枚の歯の切込量も大きくなり、切削抵抗が増す結果、鋸の振れ等の原因によりソード・マークが深くなるものと考えられる。

3. おわりに

本試験で鋸厚と挽材精度との関係を検討せんとしたが、鋸幅、アサリ出し方式の差が介入し、更に鋸1枚に加える緊張力を一定にせんとしたため、鋸厚、鋸幅の因子による緊張応力に差を生じ、これがまた座屈力に関連して挽材試験の結果は厚鋸必ずしも挽材精度良好とならなかった。このことは同一鋸幅である18G、19Gの比較においても言えることで、両者の緊張力を同一に規正したため、19Gの方が緊張応力は大きいが鋸厚が座屈力に影響することを考えた場合、本試験での19Gの方が挽材精度が良好となった結果に対しては幾多の疑問が残る。実際縦鋸にたとえ何らかの方法で鋸1枚に与える緊張力を同一に規正しえたとしても、鋸身の仕上げ状態、ハンガーの鋸身に対するとりつけ状態などの諸条件の差により、鋸身に発生する緊張応力の分布は一様でなく、これらの点よりこの問題は更に今後検討の要がある。以上試験した結果より、縦鋸の使用に当たっての挽材精度向上のためには、鋸の座屈力を高めるため、バンドソーに比べはるかに大きい緊張力を考え、薄鋸の使用に対しては適度の腰入れを施すとともに、鋸歯、鋸身の仕上げ状態、鋸かけに当たっての注意事項、緊張の加え方等に於て、各鋸ともにムラがない様に留意し、1本の鋸といえども挽曲りが大きくなならないような適正な送り基準をきめて、挽材することが、挽曲り、厚みむらを少なくする方法と考えられる。

引用文献

2) 土肥 修; 高速縦鋸盤の研究 (第1報)
(縦鋸の緊張応力), 第13回日本木材学会研究発表要旨