

ひき板の仕上がり厚さを予測する装置

白川 真也

1. はじめに

集成材の製造工程では、まず乾燥した製材を搬入し、要求される性能に合わせて節や腐れ、曲がり等の欠点除去を行います。次にひき板の上下両面にかんなをかけて厚さをそろえ、それを縦継ぎし、集成接着して製品とします。この欠点除去を終えた板（ひき板）が曲がりやそりの少ないものであればかんなで削りとられる量が少なくて済みます。しかし、最近の集成材用原木は、資源の減少にともない、大径・良質なものを小径・低質なものと変化してきているために、これらいろいろな欠点を含むひき板が多くなってきており、上に述べた削り取られる量が多くなり、材積歩留まりが低下してきています。

したがって、これらのひき板の材積歩留まりの向上をはかるためには、一枚一枚のひき板について下面と上面をどのように切削するのが最適かを考慮しなければなりません。

それには簡単な方法として一枚一枚の厚さを計

り、熟練者の経験に基づいて曲がりなどを考慮し、どのくらいの厚さに仕上がるかを判断して分類していくという方法や、少しずつ削りながら判断・分類するという方法がありますが、これらは人手が多くかかり、作業能率も悪くなります。

そこで、私達は作業能率と精度を高めるため、これらの作業を機械装置とマイクロコンピュータに行わせて、自動的に処理・判断し、分類・表示する装置を設計・試作しました。

本稿では、この装置について、簡単に紹介します。

2. 装置の設計・試作

2.1 基本的考え方

ひき板は図1(A)のような形状をしたものが代表的で、これを切削した場合、仕上がり材として得られるのは図1(B)に斜線で示される部分です。通常これをモルダーなどの機械かんなで切削する場合、一般的には下面の削りしりを1mm

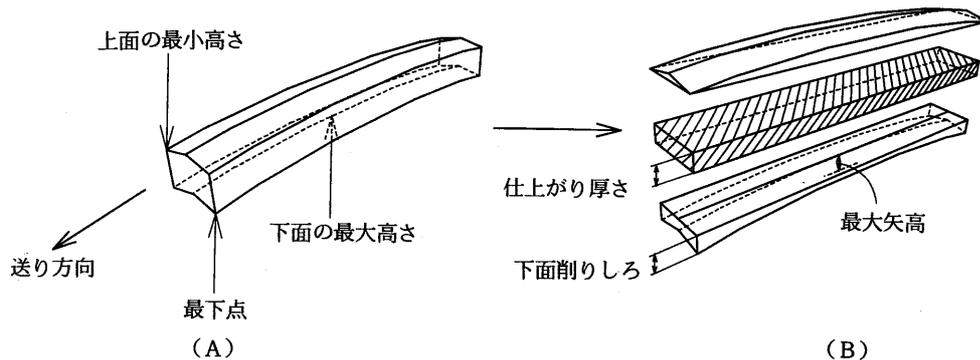


図1 削りしりと仕上がり厚さ

とか2mmに固定して切削し、そこに沿って上面を切削して、21mmとか23mmとかの決まった寸法に仕上げます。

ここでは下面と上面のかんな刃の位置は固定されていますので、仮に下面の最大矢高が2.5mmで削りしろが1mmであった場合、削り残しは1.5mmとなり、不良品（廃棄・用途替え等）となります。

この装置ではひき板の一枚一枚に例えば下面削りしろ2mmで仕上がり厚さ21mmとか、下面削りしろ1mmで仕上がり厚さ23mmとか、そのひき板ごとに最良の切削条件を与えてやるということが基本的な考え方となっています。

通常の集成材製造工程では次の縦継ぎ工程の後に再度ひき板の上下面を仕上げ切削しますので、この段階ではひき板に0.5mm程度の削り残しがあっても許容されているようです。したがって、材積歩留まりを上げようとするれば、下面は削り残しが0.5mm残るまで切削し、次に切削した下面を基準面として上面を同様に削り残しが0.5mm残るまで切削すれば最高の歩留まりとなります。しかし、これではバラバラな厚さのひき板が次々に生産されるということになり、意味がありません。また、下面の削りしろや仕上がり厚さは機械

の性能にもよりますがひき板ごとに簡単に変更できるものではありません。

したがって、本装置では、下面削りしろ・仕上がり厚さ共に1mm間隔の設定とし、どの程度の分類がよいかということや、端数（例えば削りしろ1.25mmとか1.82mmとかの場合に1mmの切削にするか、2mmの切削にするか）の取扱は実験により確認をする事としました。

なお、この装置は前述のように欠点除去工程とモルダ等切削工程の間に配置するものとし、そのことから、使用するひき板は大きな欠点（極端なへこみや割れ、抜け節等）がなく、表面性状は製材工程でのひき肌で、変形形状は、なだらかな

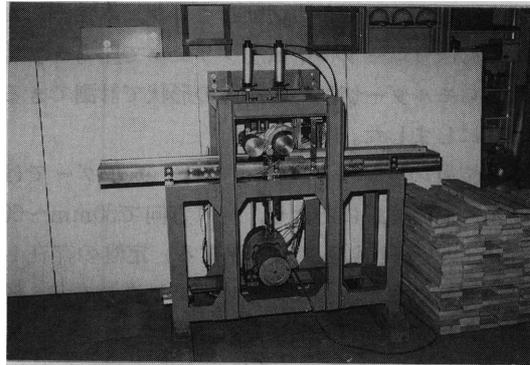


写真1 測定装置の全景

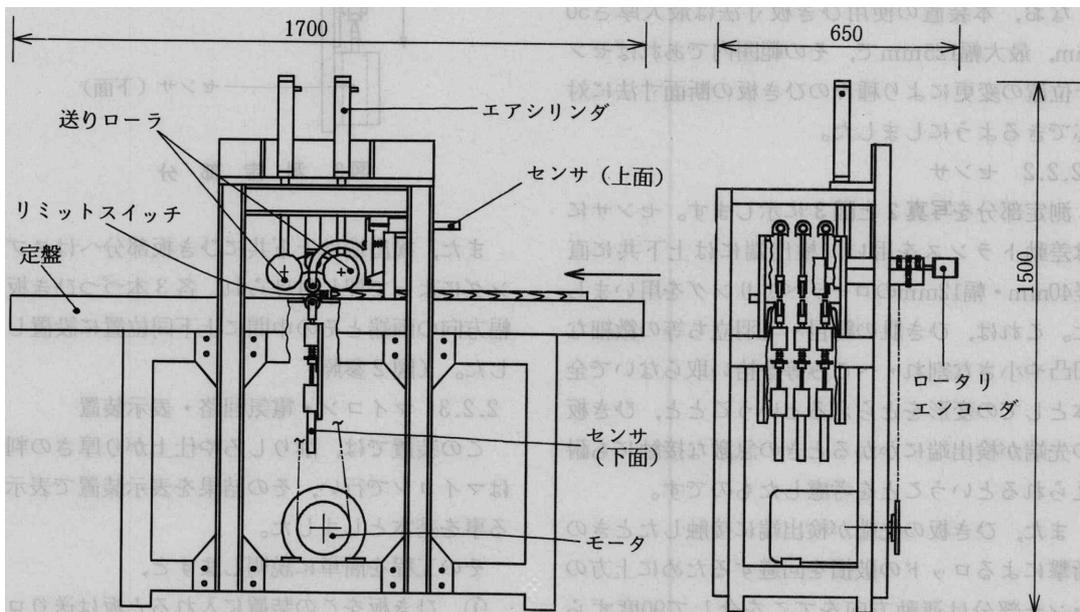


図2 測定装置

カーブを描いて変形をしているという前提で設計しました。

2.2 装置の構成

2.2.1 測定装置

測定装置を写真1と図2に示します。測定装置は変位量測定センサ、ひき板の有無を検出する光電スイッチ、測長用のロータリーエンコーダ、定盤、ひき板送り用ローラと空気圧シリンダ・エアコンプレッサおよび駆動用モータで構成されています。

モルダによる切削工程ではひき板をローラで送ると同時に上部からローラに圧力を加えてひき板を押しさえつけながら切削しますが、本装置においても送りローラに空気圧シリンダで圧力を加えながらモルダ切削時と同様の形状で計測できるようにしました。

本装置の下部センサの位置は、モルダではかな胴の位置にあたり、送り方向で30mm~60mm程度（削りしろにより異なる）定盤の存在しない部分がありますが、本装置では送り方向・幅方向共に、各センサの移動量に見合った最小限の隙間しか設けておらず、定盤の分断はありません。

なお、本装置の使用ひき板寸法は最大厚さ50mm、最大幅125mmで、その範囲内であればセンサ位置の変更により種々のひき板の断面寸法に対応できるようにしました。

2.2.2 センサ

測定部分を写真2と図3に示します。センサには差動トランスを用い、検出端には上下共に直径40mm・幅12mmのローラベアリングを用いました。これは、ひき肌の鋸目・毛羽立ち等の微細な凹凸や小さな割れ・へこみ等を拾い取らないで全体としての変形をとらえるということと、ひき板の先端が検出端にかかるときの急激な接触にも耐えられるということを考慮したものです。

また、ひき板の先端が検出端に接触したときの衝撃によるロッドの破損を回避するために上方のセンサ部分は運動方向をてこを介して90度ずらし、水平方向に変えてあります。

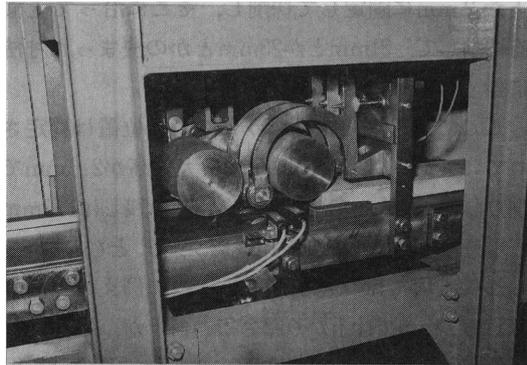


写真2 測定部分

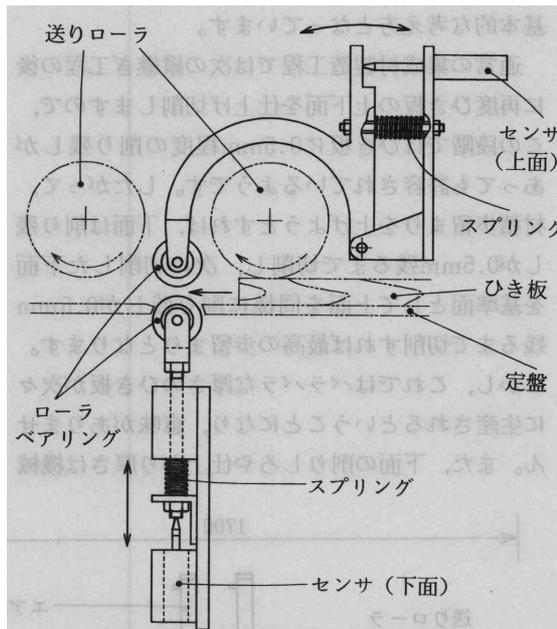


図3 測定部分

また、検出端は上下共にひき板部分へはスプリングによって押し付けられ、各3本づつひき板の幅方向の両端とその中間に上下同位置に設置しました。（図2参照）

2.2.3 マイコン・電気回路・表示装置

この装置では、削りしろや仕上がり厚さの判断はマイコンで行い、その結果を表示装置で表示する事を基本としました。

その工程を簡単に説明しますと、

ひき板をこの装置に入れると板は送りローラにより送られ、リミットスイッチが入り、コン

コンピュータに信号を送ります。

コンピュータでは、その信号を受けて検出端の変位量とその位置の計測を開始し、ひき板の形状等を計算します。

ひき板が装置から出るともう一方のリミットスイッチが働きコンピュータでの計測は終了します。

計算されたひき板の形状から最適下面削りしろ・最適仕上がり厚さを計算します。

計算結果に基づき表示装置へ信号を送り、表示します。

ソフトウェアはROM（読みだし専用メモリ：記憶内容が電源を切っても消去されないメモリ）に書き込んであり、電源を入れるとすぐにスタートします。

作製した表示装置を図4に示します。本来ならば得られた結果に基づいてひき板の仕分け工程などに結びつけられたいのですが、本装置は実験用の試作機ということもあり、LEDランプ等での表示を行う事としました。なお、表示装置への信号は簡単な回路の付加により仕分け工程などへ結び付けることが可能です。

また、誤操作・誤作動等により、計算値が異常

値となった場合には、LEDランプの点滅により警告をするよう設計しました。

2.3 使用方法

完成後の装置は作業者の錯覚や読み違い、誤操作などのいわゆる人為的ミスがなるべく入り込まず、誰にでも簡単に使用できるように、キーボードなどによる入力は一切行わないように配慮しました。

その使用手順を以下に示します。

- 1) 電源スイッチを入れる。
- 2) 表示装置の全LEDが点灯し使用開始となる。
- 3) センサの0点を設定し、センサ・コンピュータ・回路の作動チェックを行うため基準盤（軟鋼製：厚さ25mm・表面研磨仕上げ）を上下のセンサの間に挿入する。
- 4) 表示装置のLEDが一つずつ消えて行き、すべてのLEDが消えた時点で0点設定・作動チェックが完了。
- 5) 基準盤を取り出す。
- 6) エアシリンダへ圧縮空気を送り、モータのスイッチを入れ使用開始。

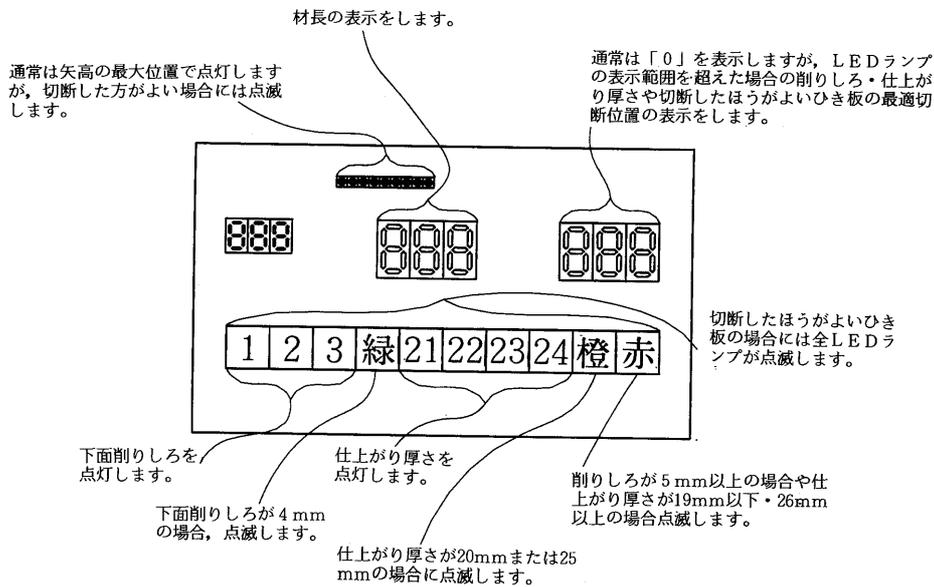


図4 表示装置

3. 試験結果

試作した装置の性能について試験結果を簡単に紹介します。

試験材は、製材寸法で厚さ27mm、幅120mmのナラ乾燥材で、これらはクロスカットソーを用いて欠点除去などを行った後、供試しました。長さは約400~1,000mm、数量は全部で120枚用いました。

ひき板の変形形状と送り方向は第1図のとおりとし、送りローラ圧力は60kg、送材速度は15m/minで行いました。

下面の切削はモルダールを用い、切削量は下面削りしろ3mmと計算(表示)された場合は初回に1mm、2回目で2mm切削し、1mmおよび2mmと計算(表示)された場合はそれぞれ一回で切削しました。上面の切削は自動かん盤にて1mmづつ計算(表示)された仕上がり厚さになるまで切削しました。

切削後、削り残しの認められたものはデブスゲージを用いて削り残し量を測定しました。

まず、装置での測定・演算結果とそれに基づく実際の切削との比較ですが、削り残しが最大0.5mm程度までは許容されるという前提で、下面削りしろおよび仕上がり厚さの計算を行い、その表示に基づいて実際に切削をして、削り残しが許容範囲に収まっているかどうか検証しました。

その結果、削り残しが最大0.3mmに収まるように計算すると、それに基づく下面削りしろの計算結果と切削結果の削り残し量の誤差は95%信頼限界で±0.23mmとなり、これに計算上での削り残しの最大許容値0.3mmを加えても0.53mmということになり、おおよそ0.5mmという許容範囲に入ることが分かりました。

また、設定分類数(下面削りしろと仕上がり厚さの組み合わせ)と歩留まり・不良品数・構成比等の関係から最適な分類方法を考察してみました。

歩留まり計算に係るひき板の体積の算出にあたっては、測定寸法を基にした、より実体積に近い方法と、一般工場によく用いられているすべてのひき板の厚さを27mm一定とした方法の2種類を考えました。また、仕上がり厚さ19mm以下のものは実用に供しないと仮定して、これを不良品として歩留まりを0に算入するか、その分を始めから歩留まり計算から除外するかに分けて考察しました。

集材材工場では、一般に下面削りしろは2mmで、仕上がり厚さは21mmと23mmに分類して切削するという方法(広葉樹を対象にした場合に多い)や、下面削りしろ2mm・仕上がり厚さ21mmに固定して切削するという方法(針葉樹を対象にした場合に多い)があるようですが、表1にこれらと比較した結果の一部を掲載します。

表1 仕上がり厚さの組合せと歩留まり

下面削りしろ(mm)	仕上がり厚さ(mm)					歩留まり(%)				不良品(本)	良品出現率(%)	構成比(%)						
	20	21	22	23	24	25	A	B	C			D	20	21	22	23	24	25
1・2・3 (3分類)	○	○	○	○	○	○	91.24	91.24	85.19	85.19	0	100.00	2.1	7.9	22.1	31.4	27.9	8.6
	○		○		○		89.34	89.34	83.44	83.44	0	100.00	10.0		53.6		36.4	
2 (固定)		○		○			82.46	86.80	77.17	81.23	7	95.00		53.4		46.6		
		○					79.03	83.19	73.89	77.78	7	95.00		100.0				

歩留まり	ひき板の体積算出の方法	不良品をどうするか
A	個々のひき板の計測値に基づいた実体積	歩留まりを0として計算する
B	〃	歩留まりの計算に入れない
C	全てのひき板の厚さを27mmと仮定	歩留まりを0として計算する
D	〃	歩留まりの計算に入れない

この表1は先述の切削試験に用いたひき板の初期形状を測定した際のデータを基に、それぞれ120本のひき板を、下面削りしろ1, 2, 3mmの3段階に分類して切削し、それらをさらに20, 21, 22, 23, 24, 25mmの仕上がり厚さに分類して切削した場合(下面3段階×仕上がり厚さ6段階=合計18種類の分類)、同様に下面削りしろ1, 2, 3mm, 仕上がり厚さ20, 22, 24mmに分類して切削した場合(9種類の分類)、下面削りしろを2mmに固定し、仕上がり厚さを21, 23mmに分類して切削した場合(2種類の分類)、下面削りしろ2mm, 仕上がり厚さ21mmに固定して切削した場合の4通りを想定して歩留まり、不良品数、良品出現率、仕上がり厚さ別の構成比率をマイクロコンピュータで算出したものです。

下面削りしろ1, 2, 3mmで厚さ6分類にすると歩留まりはかなり高くなります。しかしこの場合、切削条件としては18種類に分類しなければならず、一般工場の作業工程を考慮した場合、後工程の作業量は相当多くなり、あまり実用的ではありません。

下面削りしろ1, 2, 3mm, 仕上がり厚さ20, 22, 24mmの分類は切削条件の分類数は9種類ですが、一般集成材工場の方法に比較すると歩留まりAでは7ポイント程度歩留まりが高くなっており、不良品もありません。構成比は20mmが少ないですが、処理数量が多ければ問題はないと考えられ、高価格のひき板をある程度まとまった数量

を処理する工場ならば、工程が若干複雑になったとしてもこの程度の分類をすることにより歩留まり向上に資することが可能かと思われます。

4. おわりに

ひき板の材積歩留まりの向上を目的に、本装置を試作し、装置の基本的考え方および構成手法について簡単に紹介しました。

この装置の精度は実用上許容範囲内に入ることが確認され、また、本装置を用いることにより、多段階に分類して切削すれば、材積歩留まりを向上させることが出来るという結論を得ました。

また、本装置はこれまでに述べた使用方法以外にも下面削りしろだけによる分類や、切削後のひき板の検査工程(削り残しがないかどうか)への利用、曲がりが大きく切断した方がよいひき板の検査(本装置には補助的に組み入れてあります)などへの応用も考えられます。

今後、本装置を実用機として更に性能を向上させ、仕分け機構を付加したり、モルダール等と組み合わせることで工程の一部として組み入れれば、歩留まり向上省力化の可能性は更に大きくなることと思われます。

参考文献

白川真也, 野崎兼司, 佐藤 眞, 金森勝義, 長原芳男: 林産試験場報 第3巻 第5号 13 (1989)
(林産試験場 機械科)