

割箸自動選別装置の開発

白川 真也

はじめに

北海道は全国でも有数の割箸^{わりばし}の産地となっていますが、近年輸入の増加により、その生産量、出荷額とも急減しており、また熟練作業員不足も深刻化している状況にあります。

現在、割箸の選別は人手により行っており、その習熟には期間を要し、また、多くの人員を必要とすることから、コスト削減、省力化の観点から装置の自動化を推し進める必要があります。

割箸製造工程は

玉切り 煮沸 断裁 選別 乾燥 元ぞろえ
最終選別 面取り仕上げ

の順に行われますが、断裁後の選別は人手不足の影響もあってあまり行われていないのが実状です。従来、この部分においては不良品（ハネ品）が3割程度出現するといわれており、この部分で選別を行っておけば次工程に流れる製品数が減少し、乾燥・最終選別工程での処理量が減少することから省力化へと結び付けることが可能となるわけです。このため、林産試験場ではこの部分での選別を対象とした自動選別装置の開発を試みました。

検出装置

従来、一般的に行われている作業員による目視検査は個々の作業員ごとのばらつきや先入観、長時間の作業に耐えられないなどの難点があり、これまでも人間に替わる数多くのセンサが開発されてきましたが、実用には至っていませんでした。しかし、近年集積回路やソフトの進歩により、安価で高性能の工業用画像処理装置が開発されてきていることから、この装置を用いて、認識・選別を行うこととしました。

通常、断裁直後の選別は割箸の形状を成していない等の明確な欠点を持つもののみを仕分けし、微細な欠

点は最終選別で識別し、仕分けをしています。断裁工程では煮沸して十分に水分を含んだ原木からロータリーレースで単板切削し、割箸に断裁されるためこの部分では材のあばれはほとんどありませんが、反面含水率の高低による材色の変化が多くなっています。この工程通過後は乾燥工程に至り、この中で繊維傾斜の乱れ等により変形したり、くされ等による変色が明瞭となるわけです。したがって、開発した検出装置では断裁直後に現れる材幅過大、材長不足、割れ、欠け等の形状不良や腐れ、変色等の材色不良のそれぞれ顕著なものを検出できる性能を有することを目標として装置の構成を行いました。

画像処理装置は白黒カメラで割箸を撮像し、撮像された画像を白と黒に分け、それを演算処理して良否の判定を行うものです。この研究では良品の割箸の材色を白、節や腐れ等の欠点部分が黒になるように装置を設定し、白部分がどれだけあるかを計測して良否の判断を行います。

図1を例に説明しますと、の良品割箸の場合すべてが白部分として認識され、その面積が仮に100とします。は欠点を含んだ割箸で、欠点部分は黒部分として認識され、その部分が30としますと白部分は70となります。ここで白部分が90以下であれば欠点材というように設定しておきますと、の割箸は欠点材として識別されることとなります。実際の識別方法はもっと複雑ですが、基本的にはこのように行います。

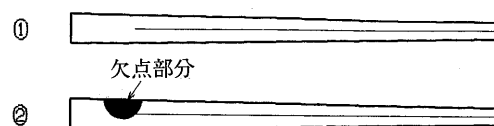


図1 欠点識別方法

割箸選別装置

割箸の選別は

断裁 整列 粗大片除去 横送り 小片除去
測定 選別

の工程で行うこととし、選別装置の設計・試作を行いました。装置の全景を写真に示します。

断裁後の割箸はシュートにより落下し、図2に示す整列機構を通過します。ここでは良品はパレットの仕切りにぶつかることによりパレットの形状に沿った姿勢となって、パレット内に整列され、さらにコンベア下部に設けた加振機によりパレット内に納めます。次に図3に示す粗大片除去工程に送られ、回転羽根によりパレットから上方にはみ出た割箸を接触させてコンベアの下方向へ落下させます。この部分を通過した良品割箸や小片は横送りロッドにより押し出され、図4に示す短尺材・小片除去工程へと送られます。ここではチェーンコンベアにより割箸の先端・元端部分のみを支持して走行し、長さの短い割箸や小片等を下方へ落

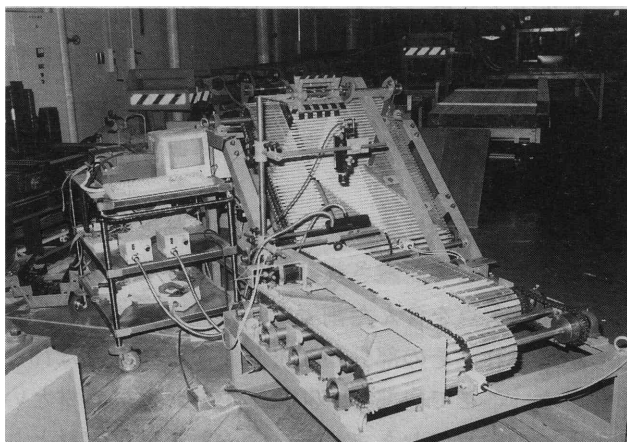


写真 割箸自動選別装置

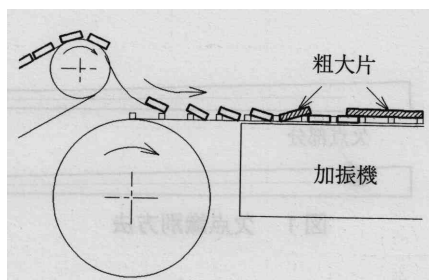


図2 整列機構

下させ、選別します。また、粗大箸や変形の大きな割箸等は前工程の横送り機構において正規の位置まで押し出されないため、この部分で落下します。

測定工程を図5に示します。ここでは前述の画像処理装置を用いて良否の判別を行います。上方にCCDカメラおよび光源を設置し、チェーンコンベア下部は黒色に塗装して背景色が黒になるようにしています。測定の基準位置に割箸が到達した時点で測定を開始し、良否の判断を下します。

仕分け工程を図6に示します。計測後の割箸はチェーンコンベアからパレットコンベアに載せ換えられ、良品がソレノイド位置に到達した際にソレノイドを作動させて横送りロッドを横送り用ガイドレールに載せ、割箸を横送りします。不良品はソレノイドを作動させず直進します。また、計測位置とソレノイドの位置は離れているため、計測結果（良否）の信号はいったん蓄えられた後、順次出力します。なお、前述の横送り機構もこれと同様の機構としています。

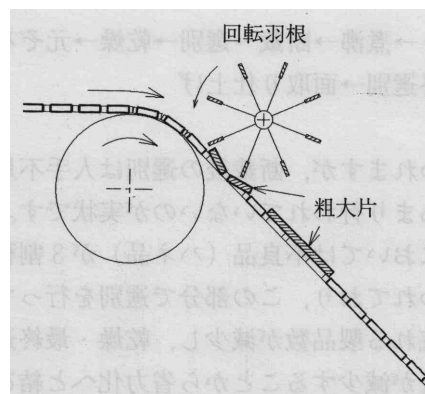


図3 粗大片除去機構

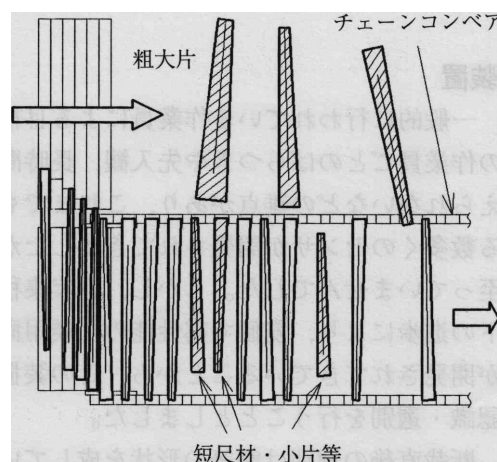


図4 短尺材・小片除去機構

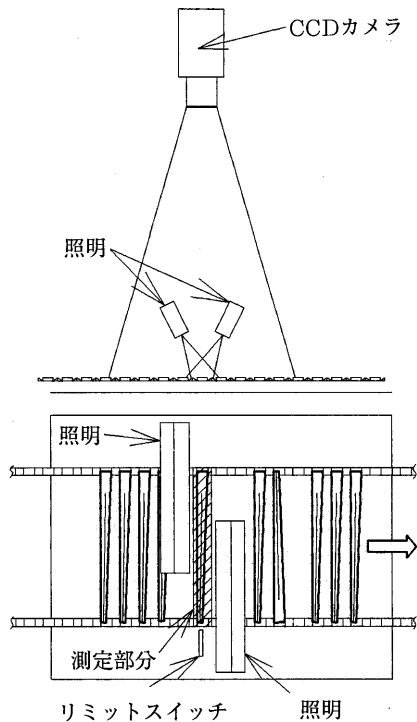


図5 測定工程

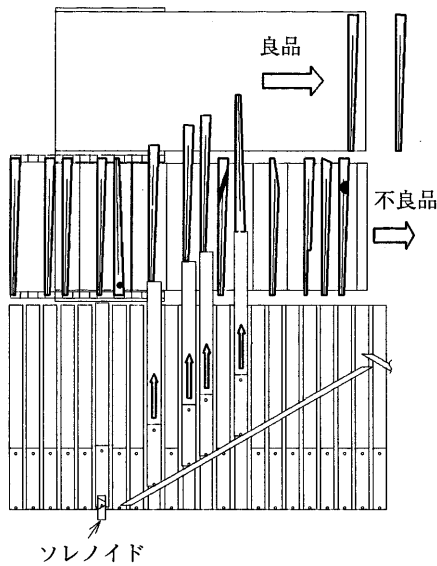


図6 仕分け機構

選別試験

本選別装置は断裁直後の割箸の選別を目的として検討・設計しており、このため、良否の判定のみしかできませんが、装置の性能を把握する目的で乾燥後の割箸についても測定方法を変更し、選別試験を行いました。

試験材は断裁直後のシナ割箸1780膳および乾燥後の

シナ割箸2012膳を用い、下記の基準で識別性能を試験しました。

形状：断裁直後、乾燥後ともに割箸の形状を成していないものは不良品（2等以下）。形状のバランスがとれていれば標準の割箸より $\pm 1\text{mm}$ 程度の幅の狭は良品。

腐れ：断裁直後は木材組織が完全に破壊されている腐れは不良品。組織の破壊までいかない軽い変色は良品。乾燥後はすべて2等以下。

節：断裁直後は目立たない生き節・死節は良品。節の大きなもの、目立つ死節、乾燥後割箸の変形を発生させると思われる節は不良品。乾燥後はすべて2等以下。

(1) 断裁直後材の識別性能

表1に選別精度を示します。この時点での割箸は含水率の高低により材色に濃淡があるため、材色による良否の判断を極力避けるために、しきい値（白黒の境界線）を低く設定し、材色の濃淡はなるべく白部分として認識するようにしています。本装置により良品として選別されたものの中で、目視により良品と確認されたものは95.5%ありました。同様に不良品は93%が不良品として選別できました。間違って選別された中で不良品として選別された良品には高含水率により材色が濃くなっているもの、生き節が存在してその色が濃いもの等がありました。また、上方からカメラで撮像するというセンサの配置から、厚さが薄いもの、表面が粗れているもの、木口が汚れているものは欠点として識別できませんでした。これらを検出するには、変位センサ等の補助センサを利用する必要があ

表1 断裁直後材の選別精度

| 選別結果 | 全測定数 | 良品 | 不良品 | 落下 | 不良品+落下 |
|---------|------|------|-----|-----|--------|
| 確認結果 | | | | | |
| 総数(膳) | 1780 | 1148 | 501 | 131 | 632 |
| 良品(膳) | 1140 | 1096 | 41 | 3 | 44 |
| 不良品(膳) | 640 | 52 | 460 | 128 | 588 |
| 選別精度(%) | | 95.5 | | | 93.0 |

表2 乾燥終了材の選別精度

| 選別結果 | 全測定数 | 1等 | 2等以下 | 落下 | 2等以下+落下 |
|---------|------|------|------|-----|---------|
| 確認結果 | | | | | |
| 総数(膳) | 2012 | 848 | 1002 | 162 | 1164 |
| 1等(膳) | 902 | 775 | 123 | 4 | 127 |
| 2等以下(膳) | 1110 | 73 | 879 | 158 | 1037 |
| 選別精度(%) | | 91.4 | | | 89.1 |

ります。また、割箸の端部分に位置する腐れ・死節は今回の測定手法では検出が困難で今後研究を進める必要があります。

断裁直後の工程で健全材の中へ不良品が混入していたとしても最終選別の工程で仕分けられるため、多少の混入は許容されますが、不良品に健全材が混入していた場合は不良品とともに廃棄されることとなり、歩留まりの低下を招くこととなります。このため、健全材中への不良品の混入を多くし、不良品中への健全材の混入を少なくするように装置を調整することにより歩留まり低下を回避することが可能と考えられます。

(2) 乾燥直後材の識別性能

表2に乾燥後の割箸の選別精度を示します。1等材のうち91.4%が選別できています。反り、ねじれ、面粗れ、材薄等は前述のとおり検出は困難です。2等以下として選別された中で1等に属する割箸はそのほとんどが材色が若干濃いためにセンサの能力上2等以下に選別されたもので、その他に材幅が1等の許容値内であるにもかかわらず微妙な変形等により2等以下と判定されたものがありました。

人手による選別の中でも材色に関する選別の場合は単純な色の濃淡だけでなく、木理や色調等を含めた人間の美的感覚により仕分けを行っている場合が多いようで、本研究の手法ではそこまでの機能を持たせることは現段階では困難であり、今後研究を進める必要があります。

この選別後の割箸は最終製品として出荷されるため、1等製品中の2等以下製品の混入はクレームの対象となる場合があります。一方、2等以下製品中の1等製品の混入は、歩留まりの低下となります。したがってこの工程に自動選別装置を導入するには前述の補助センサを用いて選別精度を向上させ、さらに1等製品中

の2等以下製品の混入を少なくするような設定を行い、また歩留まりの低下を許容する必要があると考えられます。

(3) 選別速度

実験によりこの装置による断裁直後材の選別速度は約10膳/秒であることが分かりました。現在の断裁機の断裁速度は5膳/秒程度であることから、現段階では十分対応が可能であることが分かります。また、複数台の断裁機で製造された割箸を1台の選別機で選別することも可能になると考えられます。

乾燥後の割箸の選別速度は約5膳/秒でした。最終選別工程を現行の人手による1日当たりの処理量から換算するとその速度は約1.7膳/秒となり、装置トラブル等がなければ1台の選別機で約3人分の処理が行えることとなり、省力化へ結びつけることが可能と考えられます。

おわりに

割箸の自動選別装置を試作し、生産工程への導入を検討しました。その結果、断裁直後の工程には装置の調整により十分導入可能であることが分かり、乾燥直後材の場合でも装置の改良・調整により自動選別の可能性を見いだすことができました。この装置は保守要員程度は必要と思いますが、労力の軽減には大いに役立つはずで、このことにより従業員の安定確保、生産コストの削減等につながり、地域経済の振興に役立つものと考えられます。

参考資料

白川真也ほか2名：林産試験場報，8巻6号，p.1-11（1994）。

（林産試験場 機械科）