

針葉樹合板節脱落防止処理装置のための画像処理システムの開発

高橋 裕之, 本間 稔規, 飯島 俊匡, 平林 靖*, 白川 真也*

Development of Image Processing System for Equipment Prevention of Loosened Knots from Softwood Veneer.

Hiroyuki TAKAHASHI, Toshinori HONMA, Toshimasa IJIMA,
Yasushi HIRABAYASHI*, Shinya SHIRAKAWA*

抄 録

合板製造に用いられる樹種として、広葉樹から針葉樹へと転換が進み、今では針葉樹合板が主流となりつつある。しかし、針葉樹は広葉樹に比べ節が多く、乾燥工程において抜け落ちてしまう場合が多い。このため、節の脱落を防止する装置の開発を目的として、節の識別を行い、座標位置と大きさを計測するための画像処理システムの開発を行った。さらに、ロボットシステムを用いた脱落防止処理装置と統合して、動作試験を行い、有効性を確認した。

キーワード：合板節脱落防止装置、画像処理システム

Abstract

In softwood veneer production, conifer softwood veneer is becoming mainstream from broadleaf tree softwood veneer. However, as for the conifer, there are a lot of loosened knots at drying process in comparison with a broadleaf tree.

In this study, we developed an image processing system to measure the position and the size of knots in conjunction with a equipment preventing loosened knots from softwood veneer, and evaluated the feasibility.

KEY-WORDS : Equipment Preventing loosened Knots from Softwood Veneer, Image Processing System

1. はじめに

かつて北海道において製造されてきた合板の主流は、表面化粧を目的とするセン・カバ・ナラ・シナ等の道産材広葉樹合板と、各種オーバレイ用の合板や、コンクリート型枠用合板等の南洋材合板であった。しかし、道産材広葉樹合板は円高により輸出が困難となり、内需に関しても、シナ合板以外のものについては建材として量的な市場確保が難しくなっている。また、南洋材合板については東南アジア諸国の技術力の向上により製品輸出が増加すると共に、環境保全の面から資源国の輸出規制が行われ、熱帯産材の原木輸入は困難となっている。一方、日本の森林資源を見ると、造林木を含めた針葉樹材

の蓄積が多く、高度利用が望まれている。針葉樹合板については、当初生産面においては歩留まりや生産効率が低いとの理由により生産が定着せず、また、販売面においても節の多さが嫌われ、需要が増えなかった。また、樹種によってはコンクリートの硬化不良を発生させるなど種々の困難と直面した。しかし、現在は、長年の技術開発により広葉樹合板と性能的にほとんど差のない「構造用合板」を始め、「型枠用合板」や「普通合板」の一部も製造が可能になり、年を追うごとに合板需要に占める針葉樹合板の割合が増加している。

このように、合板製造は広葉樹合板から針葉樹合板へと転換が進み、今では針葉樹合板が主流となりつつある。しかし、北海道産の針葉樹であるカラマツ、トドマツ、本州における

* 林産試験場 * Forest Products Research Institute
事業名：重点領域特別研究（平成20～21年度）
課題名：針葉樹合板の節脱落防止自動処理装置の開発

スギは広葉樹に比べて節が多く、節部分は他の部分と繊維走向が異なることによる収縮率の違いから単板の乾燥工程で収縮し、抜け落ちてしまうという大きな問題があり、需要拡大の大きな足かせとなっている。

節の抜け落ちた単板を用いて合板を製造した場合、台板合板においては表板を貼った後に抜けた節部分が凹みとなって表面に現れたり、型枠用合板においては節部分がコンクリート面に凸部となって残ったり、また、内装用合板においては節の抜けた合板は美観上好ましくないとされる。このため、現在は人手によって抜け落ちた節の照合を行い再び取り付けるか、照合できない場合にはパテや栓にて埋め込む作業を行っており、多くの時間を費やし、作業効率が悪く、大量生産ができないことから、コストアップの要因となり、現在も量産化までには至らない。今後益々生産量が増加すると思われる針葉樹合板の製造には、製造工程における節の脱落を防止する技術の開発が急務である¹⁾。

本研究では乾燥工程の前工程において、節が脱落するのを防止するための処理方法および処理装置を開発することを目的に、画像処理技術を用いた節識別手法を確立し、存在位置と大きさを計測するための節検出・識別手法および画像処理システムを開発を行った^{2, 3)}。

2. 節識別処理のための画像処理システムの開発

2.1 画像処理手法の確立

節は、生き節と死節に分けられる。生きていううちに枝打

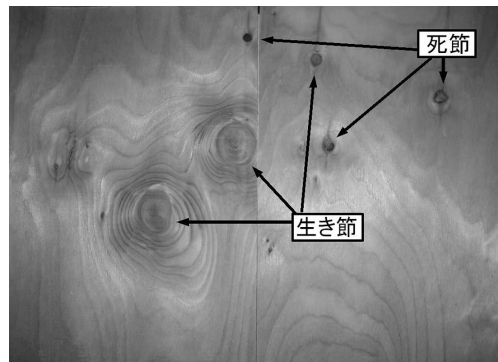
ちした痕跡を生き節、枯枝の痕跡を死節と言う。乾燥工程で抜け落ちてしまう節は、主に死節である。しかしながら、生き節においても、乾燥工程で割れ等が生じ、欠け落ちることがあるため、脱落防止処理を施す必要がある。

節の識別を行い節脱落防止自動処理装置に搭載するための画像処理システムの開発を進めるにあたり、実際の搬送ラインを想定した画像撮像システムを試作開発し(図1)、画像処理フローの検討を進めた。

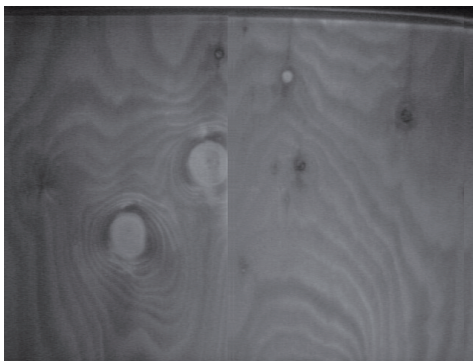
画像撮像システムによる撮像試験を行い、その結果から(図2)、節は生き節と死節では性状が異なることが明確となった。このため、本画像処理手法では、節を生き節と死節を別々に抽出する手法について検討し、最終的に統合することとした。



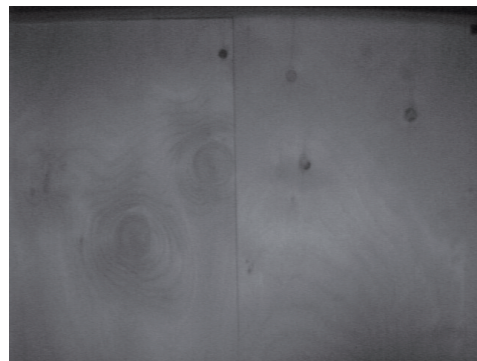
図1 画像撮像システム



a) 対象単板

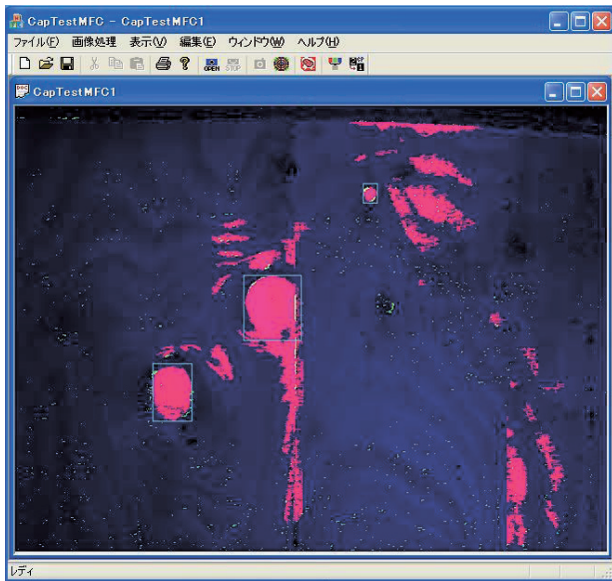


b) 透過光画像

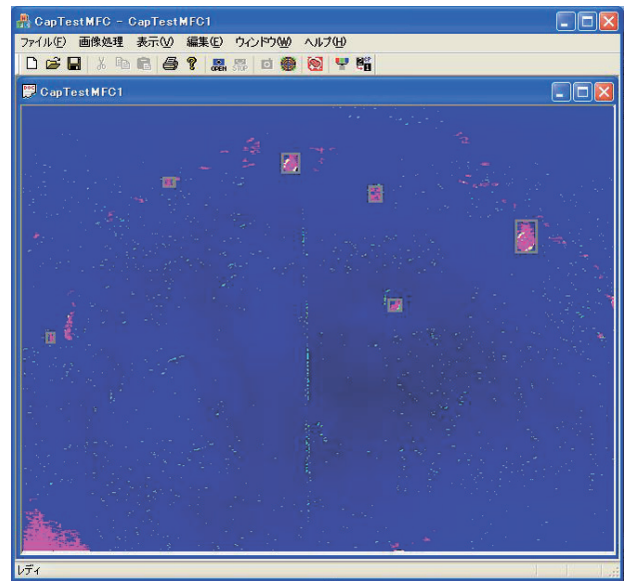


c) 反射光画像

図2 単板撮像画像一例



a) 生き節識別処理結果



b) 死節識別処理結果

図3 画像処理結果例

(生き節識別手法)

生き節は照明を透過しやすいことから、透過光画像を用い、以下の処理フローで識別可能である。

- 1) 低輝度画素削除処理
- 2) 小領域分割2値化処理
- 3) 小/大面積図形削除処理
- 4) 円形図形抽出処理 (特徴量を距離として識別)

(死節識別手法)

死節は外縁部が黒っぽく変色していると共に光を透過しづらいため、反射光画像を用いた以下の処理フローで識別可能である。

- 1) 2値化処理
- 2) 小/大面積図形削除処理
- 3) 円形図形抽出処理 (特徴量を距離として識別)

それぞれの処理結果を図3に示す。このように、2値化処理でノイズが残るが図形形状特徴量から節を識別することが可能である。

2.2 画像処理システムの開発

2.2.1 画像処理システムの構成

処理対象の合板は約1000mm×1800mmであり、この合板上の直径約10mm～数十mmの節を識別できることを目標とした。また、節脱落防止処理装置は、合板を約300mm/秒で搬送させながら、ロボットシステムにより処理剤を塗布することで行う。カメラの撮像領域および解像度から、処理領域を約1000mm×450mmの範囲に設定し、処理領域を左右に2分割して2台のカメラで撮像するシステム構成とした。このため、画像処理システムは、領域毎に2台のカメラで撮

像した2画面分の画像処理を行い、処理結果を統合し、ロボットシステムにデータを転送する。これらの一連の処理は、前後の処理時間や実用化を見据えて1秒以内で終了し、次の処理に備える。この機能を実現するため、本システムは、組込型の画像処理ボード (SVP-330, ルネサス北日本セミコンダクタ製) と2台のカメラ, 小型液晶モニタ, 高周波蛍光灯により構成した。

さらに、カメラ画像 (スルー) 表示, 2値化処理, 節抽出処理など, パラメータの設定などに必要となる画像処理機能を作成し, これらの画像処理機能をイーサネットを介したTCP/IP通信によりコマンド処理として実行できるようにした。このため, クライアント型通信プログラム (Telnet等) からコマンドを送信し, パラメータの設定や動作を確認することができる。これにより, 処理内容を確認した後, ロボットとの通信に切り替えて画像処理動作指令を受け, 画像処理を実行して結果をロボットに返すことが可能となり, 調整作業が容易に行える。実装したコマンド機能を以下に示す。

1) 通信制御機能

クライアントシステムとの通信制御を行うための機能として実装した。

－VS6577G (コネクション確立) : STARTを返信してロボットの動作を開始

－STOP : コネクションの切断処理

2) 画像処理機能

画像処理機能の確認およびパラメータ調整のための機能として実装した。

－TRIG : 節識別処理 (2画面統合) の実行

－1 [2] : カメラ1 (または2) スルー表示

－B [b] : 2値化処理 (B : カメラ1, b : カメラ2)

－D [d]：節識別処理（1画面）

（D：カメラ1，d：カメラ2）

－R xxx：しきい値（xxx：10進数3桁）の設定

2.2.2 画像処理フローの実装

本試験では比較的節が明瞭なトドマツを対象とすることにしました。さらに、乾燥工程で抜け落ちてしまう節は主に死節であるため、処理速度や実装の容易さから死節の検出手法を実装した。

このため、画像処理フローは、カメラ入力、2値化処理、ノイズ除去のための膨張処理および縮退処理、ラベリング処理、面積フィルタ処理、図形特徴量による識別処理を行い、得られた節図形から座標値と大きさを算出した。画像処理ボード上で実現する画像処理フローは、画像処理速度の向上のため、画像処理ボードが有する画像処理ライブラリの活用を基本として作成した。それぞれの処理内容を以下に示す。

1) カメラ入力

カメラはNTSCビデオ入力により、画像解像度512画素×512画素×8ビットの画像として取り込む。

2) 2値化処理

対象としたトドマツは、板色と節の濃度値の相違が比較的大きいため、予め設定した固定しきい値による2値化処理とした。

3) ノイズ除去処理

板色の影響や割れなどにより2値化処理において不要な画素が抽出されたり、節が分断される場合があるため、ノイズ除去処理として、膨張処理と縮退処理を行った。

4) ラベリング処理および面積フィルタ処理

2値化画像から節図形を抽出し、個数、面積および図形特徴量の算出を行うためラベリング処理を行った。同時に面積フィルタ処理を行い、予め設定した基準図形に対して、画素数が少ない図形および多い図形を除去した。

5) 図形特徴量による識別処理

これまでは図形特徴量として、距離による円形度を用いた識別を行ったが、実装の容易さから簡便な特徴量として、得られた図形からフェレ径を求め、垂直径と水平径の比を算出し、設定値に対して適正な値以外の極端な長方形の図形を削除した。

6) 座標値、大きさ算出

得られた節図形のフェレ径の中心を座標値とし、フェレ径の垂直径・水平径を比べ小さい値を節の大きさとした。

これらの画像処理を左右のカメラ毎に行い、座標変換し統合した。具体的には、カメラ2で得られた座標値に対しては、予めキャリブレーションにより求めておいたオフセット値を付加し、統合データとした。このとき、ロボットコントローラの通信バッファの制約からデータ数は15以下に制限してお

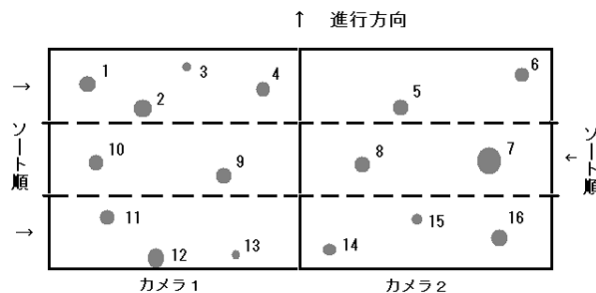


図4 データソート概念図

り、取得した処理結果から15個以上の節図形が抽出された場合には、大きな節から15番目までを有効データとした。

画像処理システムでは、節はラスタスキャンで検出された順番でデータが得られるが、ロボットシステムは通信により受け取ったデータ順に動作を行うため、効率的なロボット経路になるように、データソート機能を付加した。本システムでは、処理エリアを進行方向に対して3分割し、それぞれの分割エリア毎に左から右、右から左、左から右と移動できるようにデータの順序を入れ替えた。データソート機能の概念図を図4に示す。図4の例では、データ番号1番から順に送信されるが、データ数が16であるので、一番小さい節（13番目）を除外して15個分のデータを送信することになる。

3. ロボットシステムとの統合による動作試験および考察

試作した画像処理システムとロボットシステムを統合し、動作試験を行った（図5）。

これらのシステムはイーサネットにて接続され、ロボットシステムからの接続要求を受けて、通信コネクションを確立して通信を行う。ロボットシステムでは、コンベア移動距離に合わせてトリガ信号を送信し、画像処理システムで処理を行い、識別された節の総数に続けて、個数分の節データ（座標値、大きさ）を順に送信する。ロボットコントローラでは、ロボット座標へ変換し、移動動作を行い、スプレーガンで処理剤噴霧を行う。

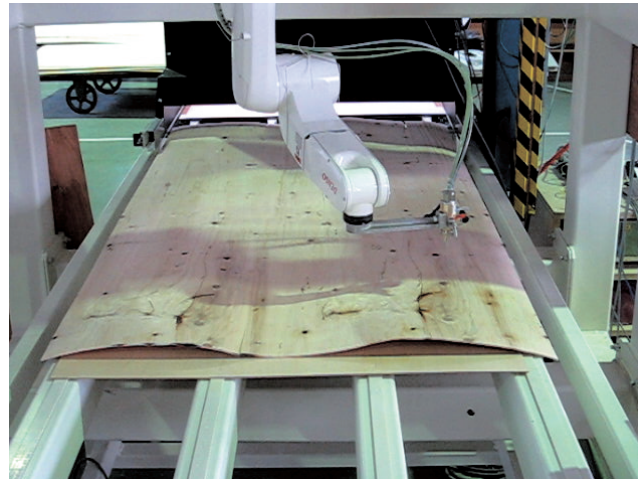
動作試験として、約1000mm×1800mmの単板20枚を搬送させて処理を行った結果、以下のことが確認できた。尚、本動作試験では処理剤は用いずに水による噴霧試験とした。

- 1) 一連の作業動作が実現でき、節に対して脱落防止処理（噴霧）を行うことを確認した。
- 2) 脱落防止処理が節から外れた場合があった。
- 3) 脱落防止処理を行わない節があった。
- 4) 同じ節に対して脱落防止処理を行う場合があった。

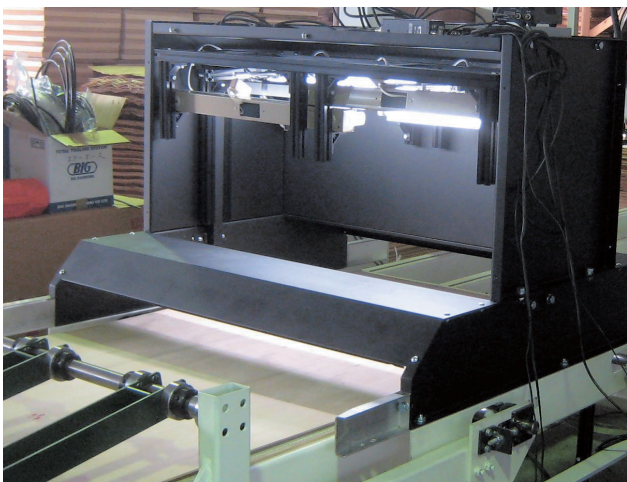
これらの試験結果のうち、2)については、動作試験で用いた単板は、乾燥終了材であったためゆがみ等があることが



a) 節脱落防止処理装置全体図



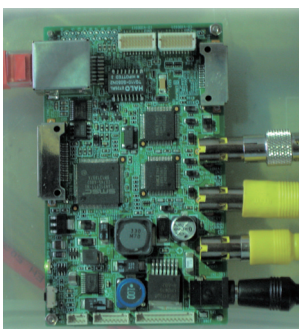
b) ロボットシステム (作業例)



c) 撮像環境



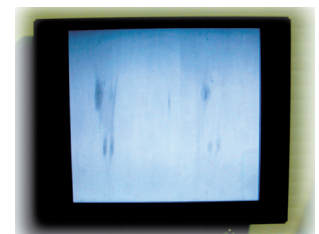
d) カメラ部



e) 画像処理ボード



f) 画像処理プログラム開発システム



g) 画像処理結果例
(上: 原画像、下: 処理結果)

図5 合板節脱落防止処理装置

原因で搬送中に板がずれる場合があります、これに起因すると考えられる。実際に脱落防止処理を行う場合は、湿潤状態であるため、搬送中に板がずれる問題が発生することは少ない。

3) は、画像処理による抽出ができなかった場合もあるが、節の大きさが実際より小さく算出された場合やノイズ等も含

めて15個以上抽出された場合などであった。画像処理フローの改善と併せて、節が多い場合には、分割して送信するなど動作フローの改良やロボットコントローラのバッファ容量を増やすなどの対策が必要である。

4) は、節が分断されて抽出された場合やカメラ1とカメ

ラ2の境界近傍において両方のカメラで抽出された場合があると思われる。画像処理フローの改善と座標位置に近いデータは統合するなどの処理を厳密に行う必要がある。

また、節の未抽出や分断される問題では照明ムラの影響があると考えられる。照明ムラを減らす照明装置の設置方法や領域分割等の2値化処理の高度化の検討が必要である。

4. まとめ

本試験では、画像処理システムを試作開発し、脱落防止処理を行うロボットシステムとの統合化を行い、節脱落防止自動処理装置の構築を行った。さらに、トドマツ単板を用いた動作試験を行った結果、搬送機の単板搬送時間内に一連の節脱落防止処理が可能であることを確認した。しかしながら、抽出できない節や重ねて処理を行った節もあり、画像処理環境や処理フローの改善点が明らかとなった。今後は、これらの改善点を解決し、処理の確実性向上を図ると共にカラマツなど単板の様相が複雑で節の抽出が難しい樹種に対する処理フローの確立を目指す。

引用文献

- 1) 白川真也, 平林靖, 高橋裕之他, 重点領域特別研究報告書「針葉樹合板の節脱落防止自動処理装置の開発」(2009)
- 2) 高橋裕之, 飯島俊匡他: 針葉樹合板節脱落防止装置のための画像処理システムの開発, 工業試験場成果発表会プログラム・発表要旨2010 pp.102, (2010)
- 3) 高橋裕之, 本間稔規, 飯島俊匡: 針葉樹合板節脱落防止装置のための画像識別システムの開発, 北工試だより 2011.07 pp4, (2011)