

節を見わかる電子の目

白川 真也

はじめに

北海道で生産されている合板は、表面の化粧を目的とした合板が主体ですが、今後、造林木を含めた針葉樹を合板へ利用する技術の開発が望まれています。

合板を構成する単板の品質は裏割れ、面粗れ、腐れ、節等によって評価されますが、現在これらの品質評価は、熟練者の視覚に頼って計測、計数、分類等の作業を行っているのが実状です。しかし、視覚による判定は精度が不安定で、作業の繰り返しによって次第に効率落ちる傾向があり、また、節の数の多い場合には作業能率も悪く、これら視覚に代わる何らかの方法で自動的に計測・処理・判断を行い、選別や欠点部分の除去を行う必要があります。

ここでは、光ファイバーを検出端に用いたフォトセンサにより単板の節部分を見つけ出す方法について検討しましたので、その結果を紹介します。

節の検出方法

節を見つけ出すにはまず、板面の情報をとらえ、次にその情報を基に節部分を認識していくという方法をとります。

1) 板面の節を検出する装置のしくみ

板面の情報をとらえるセンサにはCCDカメラやカラーセンサ等、いろいろなセンサが考えられますが、ここでは光ファイバーを検出端に用いたフォトセンサを使用しました。

使用した光ファイバーユニットの先端形状を図1に示します。これは、直径3mmの管の中に直径

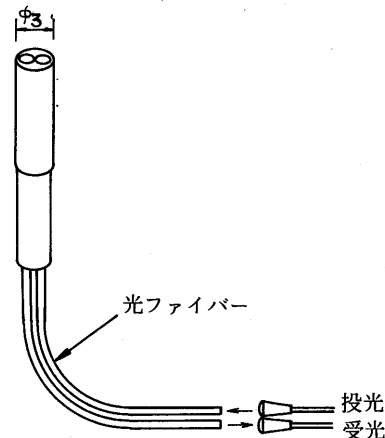


図1 光ファイバーユニット

1mmの光ファイバーを2本埋め込んであり、一方は赤色LEDと接続して投光し、もう一方はフォトトランジスタと接続して受光します。フォトトランジスタは明るさにより出力電圧が変わるという性質を持っており、その電圧変化から節部分を検出するというしくみです。

このセンサでは、濃度の濃い部分は受光量が少なくなり、出力電圧は低くなります。

次にこの出力電圧をマイクロコンピュータで入力する訳ですが、回路の電氣的ノイズを抑え、またセンサの感度を若干鈍くするために高周波成分の出力を低くするハイカットフィルターを通します。また、センサの出力はアナログ信号ですのでこれをデジタル信号に変換してコンピュータで処理するためにA/Dコンバータを介してマイコンに入力しています。装置の構成を図2に示します。

試験装置ではこの光ファイバーユニットを角棒

の中に7mm間隔で48個直線上に埋め込んだものを単板の表面から7mm離れた位置に単板面と平行に設置しています。機械装置の概略を図3に、全景を写真1に示します。

2) センサでの検出

ここでは板面の情報の中の、節部分の情報だけが必要な訳ですが、カラマツのように節部分と節以外の部分（特に年輪の晩材部）の濃淡の差があまりない材の場合には色の濃淡だけによる節部分の検出は困難となります。

図4はチップソーで鋸断したカラマツ，トドマツそれぞれの板目面と木口面を交互に配置した試験片上を通過した一本のセンサの出力電圧をコンピュータで入力してフルスケール4096階調の受光

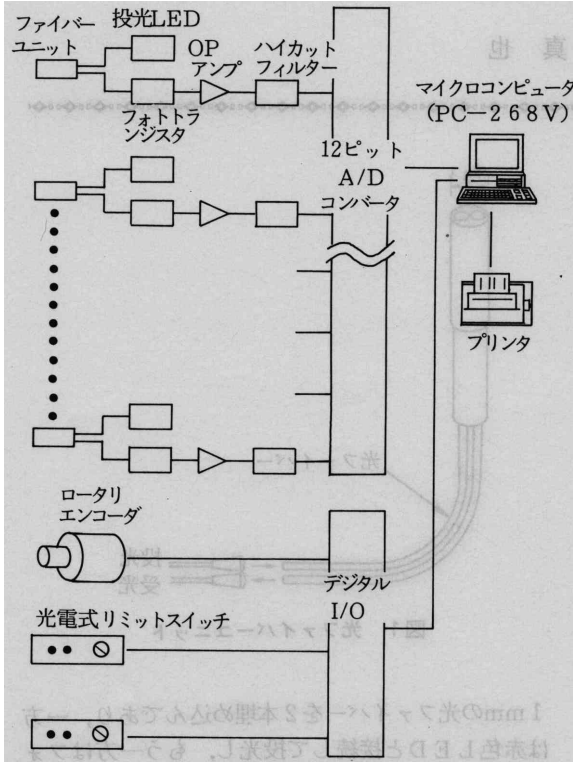


図2 装置の構成

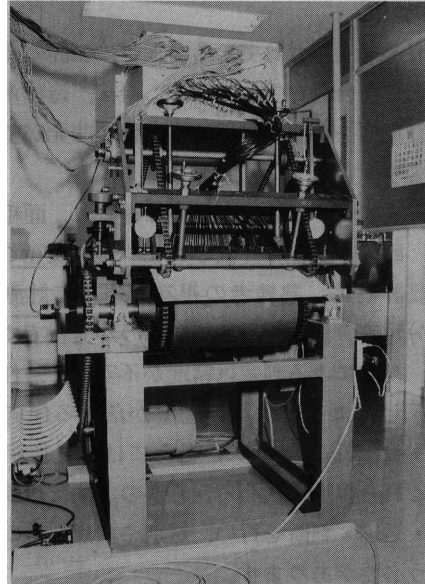


写真1 機械装置の全景

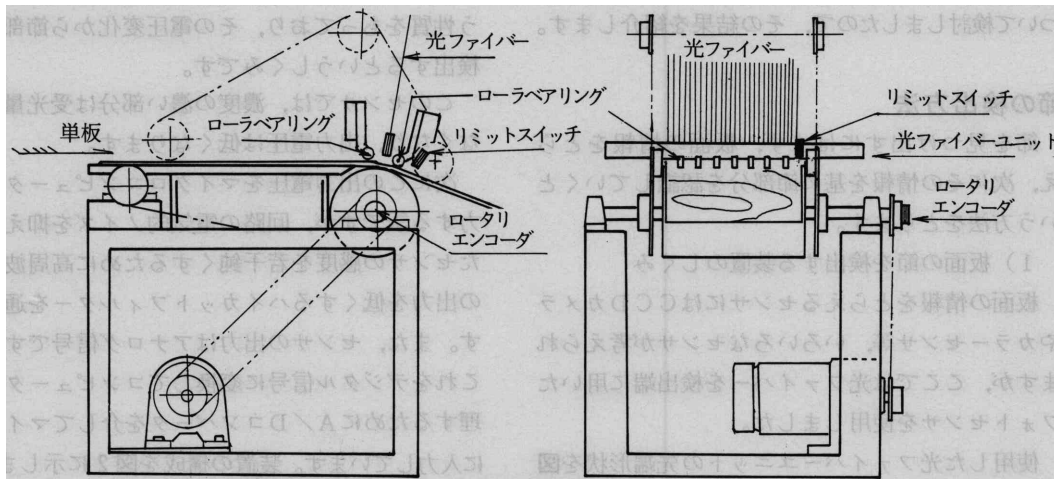


図3 機械装置の概略

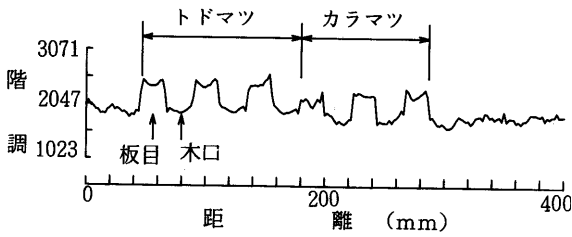


図4 チップソーで鋸断したカラマツ心材およびトドマツの板目面と木口面を交互に配置した試験片上を通過した一本のセンサの受光波形

量とし、送り方向の長さとの関係を受光波形として示したものです。同一樹種で比較する場合、木口面は板目面より 300~500階調低くなっています。

また、肉眼観察ではトドマツ木口面よりもカラマツ板目面の方が色が濃く、色の濃淡だけではカラマツ板目面の方が階調が低く出てくると思われるのですが、逆にトドマツ木口面のほうが階調が低くなっています。

これは投光・受光2本の光ファイバーが隣接していることにより板面に対してほぼ直角に投光し、ほぼ直角に受光することができ、濃度の差に加えて繊維方向の違いによる光の反射・吸収も検出しているためではないかと推測されます。

したがって、ロータリーレースで剥いた単板のように節以外の部分に対して節部分の繊維方向が直角に近づいているものに対しては、この光ファイバーを用いたセンサは検出能力が優れていると考えられます。

3) 節を認識する

このようにこのセンサには節の部分では出力が低く出てくるという特徴がありますが、しかし個々のセンサの出力信号単独では判断できないことがあります。それは低く出てきた部分が節なのか節以外のもの(割れ、塵、厚さむら、年輪等)なのか、節だとした場合にその径がいくらなのか、そしてその節が生き節なのか死に節なのか抜け節なのかということです。

これには、48本のセンサの板面全体での出力信号の関連から判断する必要があります。そこで、

1989年9月号

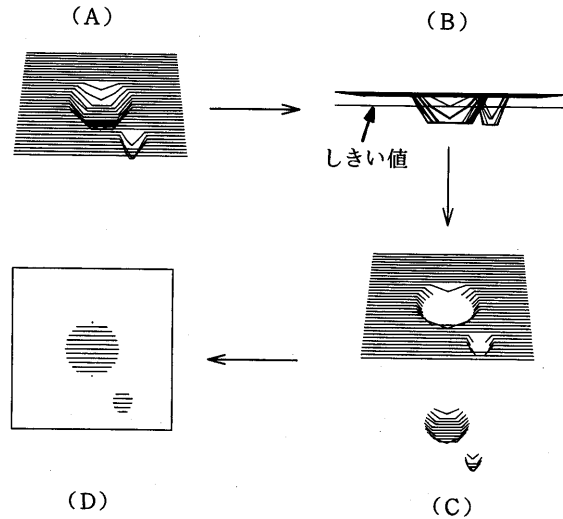


図5 画像処理(二値化)

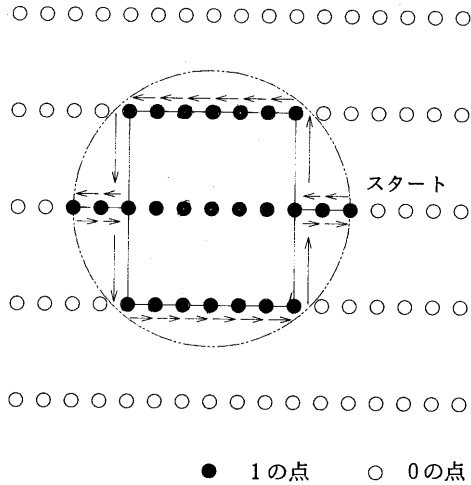


図6 ラベリング

ここではマイコンを用いた一般に画像処理といわれている手法で節部分の認識を行っています。画像処理というのは多種多様の処理方法がありますが、ここでは処理時間やマイコンの記憶容量の問題などがあるため、ごく簡単な処理方法を用いました。

図5は一枚の単板を計測したものを簡単に図化したものですが、これを基にその方法について説明します。各センサの受光波形を並べると(A)のようになりますが、この中のへこみのある部分が節部分だとします。これを(B)のようにある一

定の値（これをしきい値といいます）を境に上下に分割しますと（C）のようになります。ここで必要なのは節についての情報だけですので（C）の上の方（板面）のデータを0に置き換え、下の方（節）を1に置き換えます。すると残されたものは節部分だけということになり、これを平面的にみると、（D）のように節部分だけが表示されることとなります。

この図を人間が見ると節が2個あるのが一目で解りますが、マイコンでは一つ一つの節を認識していくラベリングという処理を行います。これは図6（2mm間隔で検出していますので実際にはこのような点の集まりとなります）に示しますように、スタート点から上下左右に輪郭となる点を探しながら連結して行き、その輪郭線で囲まれた部

分を一つの節として認識する処理です。こうすることによって図5のように近接した節もそれぞれ別々の節としてとらえることが出来るわけです。

次にこのラベリングを行った一つ一つの節部分についてそれが節なのか節以外のもの（割れ、塵、厚さむら、年輪等）なのかの確認を行います。これは縦横の長さの比率や輪郭線で囲まれた節部分に含まれる出力電圧の構成などから求めます。

これによって節部分だけが残る訳ですが、今度はその節の種類（生き節、死に節、抜け節）を同様に出力電圧の構成などから求め、直径を算出します。

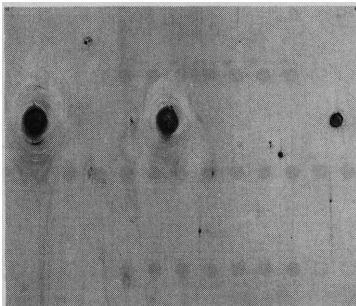


写真2 試験に用いたトドマツ単板の一例

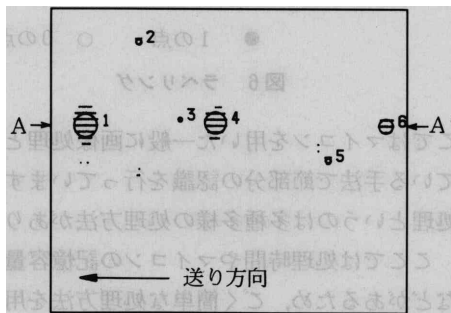


図7 試験材に対比させた認識結果

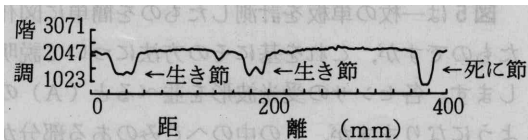


図8 節部分における受光波形

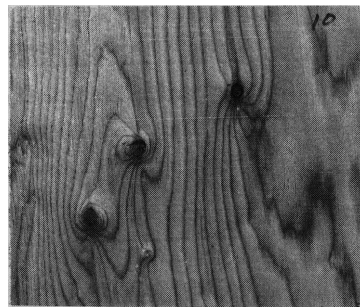


写真3 試験に用いたカラマツ単板の一例

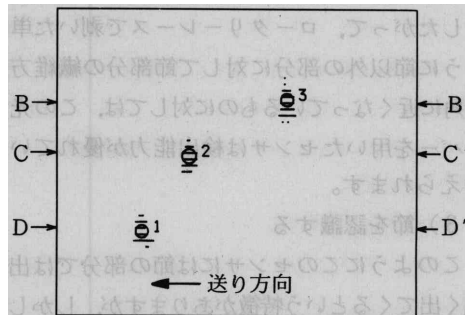


図9 試験材に対比させた認識結果

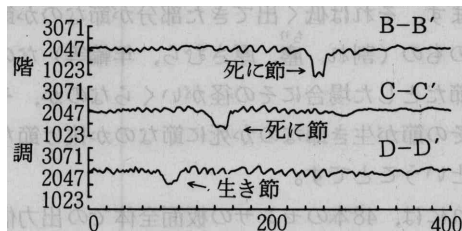


図10 各節部分における受光波形

試験結果

1) 節部分の検出結果

図7は写真2のトドマツ試験材に対比させた認識の結果です。これは前述の図5の(D)に相当するもので、節として認識された部分に直径相当の円を重ねて描いたものです。

図8は図7の死に節および生き節部分を含む場所を通過した1本のセンサの受光波形です。トドマツ単板は肉眼でも節部分と節以外の部分の濃淡が、はっきりとしており、この受光波形にもその受光量の違いが現われています。

図9に同様に写真3のカラマツ試験材に対比させた認識結果を、図10に生き節・死に節部分を通過した、各センサの受光波形を示します。

2) 節の認識の精度

先にも述べましたが、ここでは節として認識された集団が節なのか節以外のものなのか、節だとした場合にその節の種類は何なのか、そしてその節の直径がいくらなのかという事を認識する事目的を絞って実験を行いました。試験材は幅500mm×長さ500mm、厚さ4mmのカラマツ単板(心材)25枚(生き節42個、死に節65個、抜け節2個)およびトドマツ単板24枚(生き節86個、死に節21個、抜け節1個)を用い、送り速度は10m/minで行いました。

まず第1点目の節と節以外のものの判別についてですが、しきい値を低くすると節として認識されないものもありましたが、適正なしきい値では100%節を節として認識することができ、節以外のものを節として認識したものは皆無でした。

第2点目の節種類の分類精度に関しては、しきい値によって若干の変動はありますが、ほぼ80~88%が生き節は生き節として、死に節は死に節と

して判別する事ができました。

第3点目の節の直径の認識精度についてですが、トドマツでは95%信頼限界で±3mm程度、カラマツ死に節では同様に±5mm程度、カラマツ生き節では±9mm程度でした。

カラマツにおいては認識精度が良くありませんが、これは節部分と節以外の部分の色の差があまりないために、節の回りに繊維走行が節に近い、いわゆる節袴^{はかま}や年輪があると、これを節としての集団の中に包含してしまうものや、しきい値によっては節の中心部分しか認識されないものがあるためと考えられます。

おわりに

これまでの結果から実用化に際しては単板段階での節部分のカットや節の有無・数量による品質区分を行うのであれば、節部分の自動品質検査が行えると考えられます。しかし、直径の高精度を必要とする場合には、ハードウェア・ソフトウェアの若干の検討が必要と考えられます。

今後は種々の画像処理手法を用いて節の認識に最適な方法を検討する予定です。また、JASの品等区分方法に基づいて、自動品等区分を行う方法についても検討を行う予定です。

また、単板・合板に限らず板材等の品質検査・品等区分においても応用が可能なものもあると思われしますので、それらについても検討を行って行きたいと考えています。

参考文献

白川真也, 野崎兼司, 佐藤 眞: 林産試験場報
第3巻 第2号(1989)

(林産試験場 機械科)