

スギ材仮道管の圧縮変形

琉球大農学部 林 弘也・大浦 正嗣
 沖縄県林務課 仲田 眞

1. はじめに

木材が圧縮荷重を受けて変形するとき、細胞壁の永久的な構造変化である細胞壁内の変形として Slip plane を生じ、Slip plane が多数生じると細胞壁に形態的な変化を生じる。しかし、Slip plane を検出する方法と細胞壁の形態的变化を検出する方法は原理的に異なっており、両者の結果を直接付き合わせることはかなりの困難がある。本論では、Slip plane の位置を正確に把握し、細胞壁の形態的变化と付き合わせ、Slip plane から細胞壁の変形までの過程を明らかにすることを目的とした。

2. 材料および実験方法

供試材は宮崎県産の58年生のスギ (*Cryptomeria japonica*) 成熟材であり、平均生長輪幅は1.8mm、気乾密度は0.39 g/cm³であった。このスギ材は立木時に圧縮破壊をしていた材である。計測用の試料はスギ材から一辺5~8mmのブロックを切り出し、Keith, Cote の切片化法¹⁾により厚さ15~20μmの放射および接線断面切片を滑走型マイクロームで作製した。

Slip plane は、水とグリセリン3:1の混合液で簡易封入し、偏光顕微鏡で検出した。Slip plane を検出した切片は水洗し、アルコール系で脱水、乾燥し、反射型の電子顕微鏡 (SEM) で細胞壁を観察した。

Slip plane は、偏光顕微鏡観察時に写真および写真により発生した位置を記録し、これに基づいてSEM像と対照した。Slip plane の分類に従って、各50サンプルを対照した。

細胞壁の変形はSEMで計測したが、変形の細胞軸に対する傾斜角度、細胞壁の変形位置の計測は直接CRT上で行った。計測は早材、早材から晩材への移行材、晩材に対しそれぞれ100サンプルについて行った。材の区分は、早材は仮道管の接線壁の厚さの和に対する内腔の放射方向の径の比が1.7以上の材、移行材は1.1~1.7未満の材、晩材は1.0以下の材とした。

3. 実験結果および考察

偏光顕微鏡は細胞壁内部の構造変化を検出できるが、細胞壁表面の変位や変形の検出は困難である。一方SEMは表面の変位や変形は検出できるが細胞壁内の構造的な変化は検出できないので、両方法の実験結果を直接結びつけることは困難である。しかし細胞壁の破壊過程は漸進的過程であると考えられるので、定性的な関係を明らかにすることは可能であろう。

相接する仮道管壁を単位に、単壁型と両壁型のSlip plane²⁾の位置を偏光顕微鏡で検出し、同じ位置の細胞壁表面の変形をSEMで検出し対応させると、単壁型のSlip plane が表面変形として認められたのは数%と少なく、両壁型のSlip plane は約70%には表面の変形が認められ、両壁型のSlip plane は単壁型よりも細胞壁の変形が進展した段階にあると考えられる。また同じ型のSlip plane でも、細胞間層が分離したSlip plane は表面の変形の出現率が高く、更に変形が進展しているものと考えられる。図1に各Slip plane の分類型毎の表面変形の出現率を示した。

縦断した細胞壁では壁表面の変形の形状が判然としないので、接線断面では仮道管の接線壁を、放射断面では放射壁について放射組織に接しない壁部分を観察した。細胞壁は何れも破断、分離することなく、連続した壁表面を示していた。Slip plane に伴う細胞壁

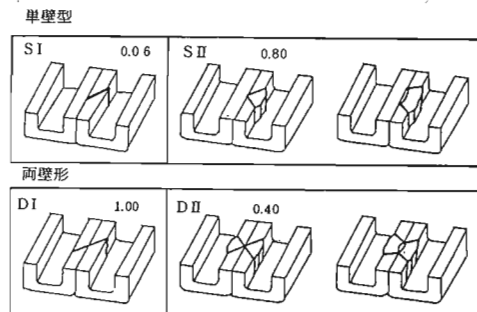


図-1 スリッププレーンとSEMで確認された細胞壁表面の変形

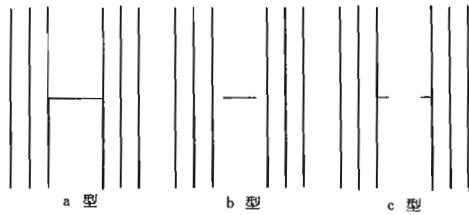


図-2 仮道管壁の変形線

の変形は部分的な位置のずれであり、壁は破断しないのであろう。

細胞壁の変形はある程度の幅をもつ線状の変形と幅の狭い線状の変形が認められた。幅をもつ線状の変形は壁表面が内腔側に隆起した変形であり、幅の狭い線状の変形は壁表面が細胞間層側に陥没した変形である。Slip plane が細胞壁の軸に対して傾斜していることを考え合わせると、幅をもつ線状の変形は両壁型、単壁型のV字のSlip plane, S II, D II に依り、幅の狭い線状の変形は両壁型のDI, 単壁型のSI, S II のSlip plane に依るのであろう。線状の細胞壁の変形(以下変形線と呼ぶ)の傾斜角、長さの計測には変形線の幅は考慮せず、2種の変形線を一つの変形線として取り扱った。

変形線の長さは各断面の細胞壁の水平方向の幅に対する位置に基づいて図2に示した3型に分類した。変形線の長さはいずれの断面でも、早材と晩材の差異は10%以内であり、材による差はないと考えられる。a型の変形線は接線断面が50~60%であり、放射断面は80%であった。接線断面のc型は20~40%であり、

放射断面のa型の発生数に比較して少なく、放射壁のa型から接線断面のc型に連続しているならば、a型の1/3以下であろう。接線断面のa型と放射断面のc型も同じような関係にある。大多数の変形線は一細胞壁内に限られていると考えられる。

変形線の細胞軸に対する傾斜角は、いずれの断面でも90°が多いが、接線断面は放射断面よりも角度のばらつき範囲が広がっていた。しかし接線断面の90°と70°との変形線は全変形線の90~95%にもなり、極く限られた範囲にある。接線断面の変形線の傾斜角分布を図3に示した。

Slip plane は細胞壁の微細な構造変化であるが、単一のSlip plane であっても細胞壁の表面に変形を生じることがある。細胞壁表面の変形線は細胞軸に対してほとんど90°の角度をなし、単一の細胞壁内に限って発生し、細胞壁の周囲に連続して発生しないようである。

4. 結 論

得られた結果を取りまとめると

1. Slip plane による細胞壁の変形は単壁型より両壁型の方が大であるが、細胞壁表面の変形は単壁型のSlip plane によっても生じる。
2. 細胞壁表面の変形は細胞の軸に直角に生じ、ほぼ単一の壁面に限られる。

引用文献

(1) C. T. Keith and W. A. Cote, Jr. : For. Pro. J., 18 (3), 67~74, 1986
 (2) 林 弘也・遠山隆幸・仲田 真: 琉大農学報, 33, 221~227, 1986

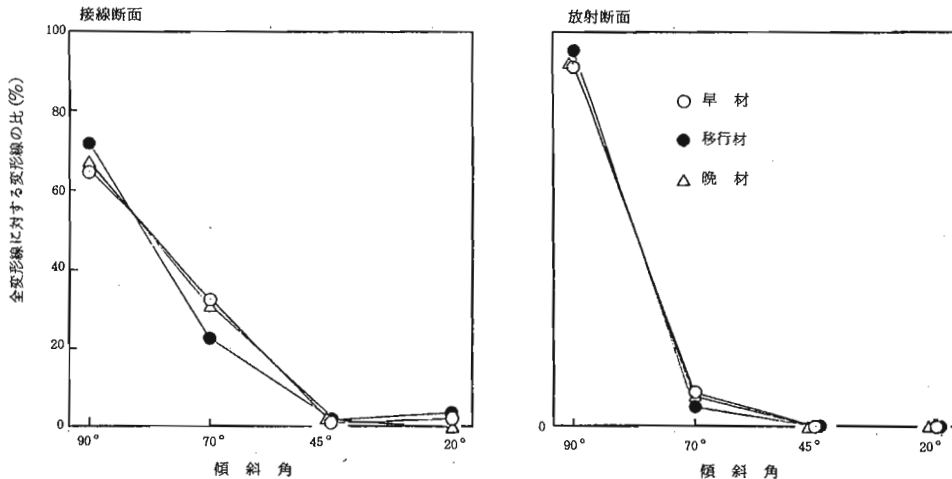


図-3 仮道管壁の変形線の傾斜角