

圧縮試験による細胞壁の変形

琉球大学農学部 林 弘也
遠山 隆幸
仲田 真

1. はじめに

木材が圧縮荷重を受けて変形するときに、木材組織のどの部分に変形が生じ、その変形がどのように拡大して全体的な破壊に至るかという破壊過程は、細胞壁を対象とするミクロな変形過程から、ブロック試験片を対象とするマクロな変形過程まで、広い範囲に及んでいる。ところが、木材の種々の細胞や組織が変形過程に係って解析を難しくし、ミクロおよびマクロな変形過程を相互に結びつけるには至っていない。本報告では、偏光顕微鏡で検出される細胞壁内の構造変化と早・晩材や放射組織との関連性を検討することを目的とした。

2. 実験材料および方法

53年生のスギ(*Cryptomeria japonica*)材の髓から生長輪数30以上の成熟材部を試験材とした。試験材から横断面が20mm×20mm、繊維軸方向の長さが約120mmの材を切り出し、試験片に加工した。圧縮試験は島津製作所製万能試験機RCS-R-5000型を使用し、試験片を室温20°C、相対湿度約65%で調湿した後に行なった。

圧縮試験の後にエルマ光学製スライディングマイクロームを用いて、検鏡用切片を試験片から採取した。切片用ブロックは、飽水状態にした後に、厚さ15~18μmの放射断面切片を2切片ごとに1切片を取り、合計20切片の永久プレパラートを常法によって作成した。

slip planeは、日本光学製の偏光顕微鏡により、直交ニコルの下で全プレパラートについて観察した。一生長輪を、早材部、早材から晩材への移行材部、そして晩材部の3材部に区別した。材の区分は、仮道管接線壁の厚さに対する放射方向の仮道管内腔の径の比に基き、この比が1.7以上を早材部、1.1~1.7未満を移行材部、1.0以下を晩材部とした。

3. 実験結果及び考察

slip planeを仮道管壁の構造変化を示す基本単位と

考え、圧縮破壊した材の仮道管壁に発生したslip planeを対象にした。

1. slip planeと仮道管との関係

針葉樹材の早材部仮道管と晩材部仮道管とでは、同じ性能をもっている仮道管として取り扱い難い面があるので、slip planeの発生状態と1生長輪内での仮道管の位置との関係を最初に検討した。

互いに接する2仮道管壁を1単位にして、slip planeを区分した。この区分には、互いに接する仮道管壁の一方の壁に生じた構造変化が加えられている。この型の構造変化を単壁型、互いに接している両仮道管壁に生じた構造変化を両壁型とした。Wardrop, Dadswell¹⁾らがminute compression failureとした構造変化は同じ場所に生じたslip planeであり、1つの単位をなす構造変化として取り扱った。破壊した試験片に生じた各材部毎の発生数を図-1に示した。slip plane数はどの材部でもほぼ同数であったが、晩材部のslip plane数は放射組織に接しない仮道管壁にかなり多く、他の材部の仮道管とは異なった挙動を示唆している。Dinwoodieの定義したslip planeに限ると、slip planeの発生数はDinwoodieの結果²⁾と一致した。従ってこの結果は単壁型のslip planeによるものであろう。放射組織に接しない仮道管壁では、単壁型は晩材部に多く生じ、両壁型は早材部に生じていた。仮道管では細胞壁の厚さがslip planeの型に影響するものと考えられる。放射組織に接する仮道管壁では、両材部仮道管壁ともに両壁型が単壁型よりも多く生じ、移行材部仮道管壁には単壁型が両壁型よりも多く生じる傾向を示した。しかし晩材部の仮道管壁は放射柔細胞の影響を受け、slip planeの数が減少しており、早材部とは放射組織の作用が異なっているのであろう。

2. slip planeの発生と放射組織の関係

晩材部仮道管壁のray margineからの距離とslip planeの発生数との関係を図-2に示した。図の横軸は放射柔細胞の繊維軸方向幅の平均値を単位にしたray margineからの距離を示した。slip planeは放射組織からの距離と共に指数関数的に減少する。

Hiroya HAYASHI, Takayuki TOHYAMA and Shin NAKADA (Coll. of Agric., Univ. of the Ryukyus., Nishihara, Okinawa 903-01)

Cell wall deformation under compression load applied parallel to grain.

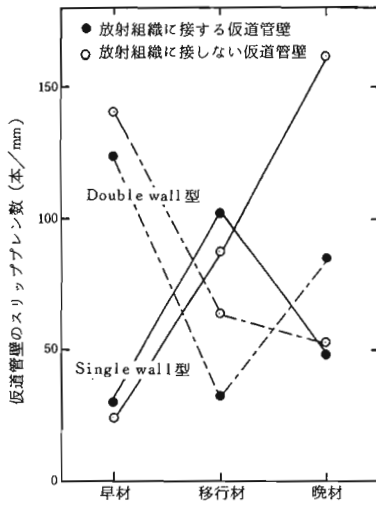


図-1 1生長輪内のスリッププレーン数

slip plane 数がその他の仮道管壁とはほぼ同数になるのは、早材部では放射組織の端から約 12細胞幅であり、移行材部では約 10~12細胞幅、晩材部では約 6細胞幅である。このことは単壁型、両壁型ともに認められた。

放射組織に接する仮道管壁の slip plane 数は図-3 に示すが、放射組織の上下に 0~3 平均柔細胞幅にある仮道管壁より少なく、放射組織の仮道管壁への影響があることを示している。

圧縮荷重が小さい場合の slip plane 数を図-4 に示した。放射組織の上下端にある放射柔細胞に接する仮道管壁に最も多く、破壊した材の発生状態と異なっている。圧縮荷重が小さい時には、放射組織に接する仮道管壁に slip plane を生じてエネルギーを吸収し、圧縮荷重が大きくなると放射組織の上下にある仮道管壁に slip plane を発生してエネルギーを吸収すると考えられる。

次に得られた結果をまとめた。

1. slip plane は単壁型の 3 型式、両壁型の 2 型式

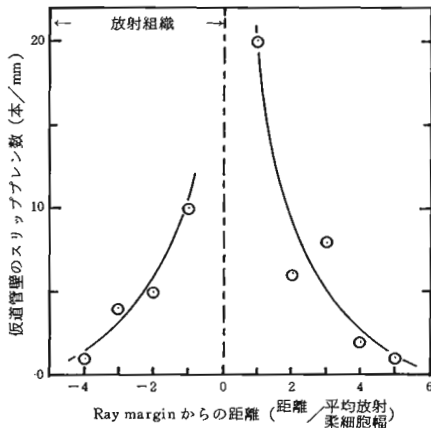


図-3 仮道管壁のスリッププレーンの位置と Ray margin の関係 (破壊材)

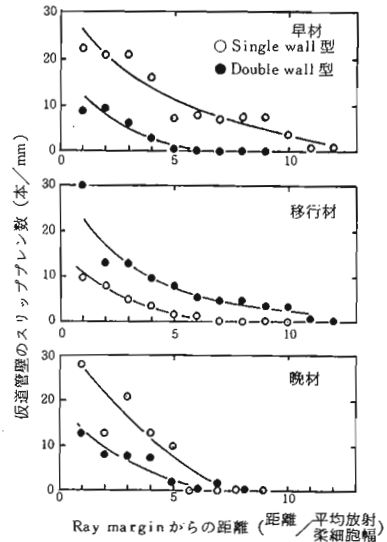


図-2 放射組織からの距離と仮道管壁のスリッププレーン数に区分される。

2. 早材部仮道管壁には主に両壁型が生じ、晩材部仮道管壁には主に単壁型が生じる。

3. slip plane は放射組織に接する仮道管壁と放射組織に接しない仮道管壁とはほぼ同数であるが、晩材部では放射組織に接しない仮道管壁が多い傾向にあった。

4. 放射組織の上下にある仮道管壁の slip plane 数は放射組織からの距離とともに指数関数的に減少する。

5. slip plane は、圧縮荷重が小さい場合には、放射組織に接する仮道管壁に多く生じ、放射組織の上下端の放射柔細胞に接する仮道管壁に最も多く生じる。

引用文献

- (1) Wardrop, A. B., Dadswell, H. E. : Aust. C. S. I. R. O. Bull., 221, 14~32, 1947
- (2) Dinwoodie, J. M. : J. of inst. of wood sci., 4, 37~53, 1968

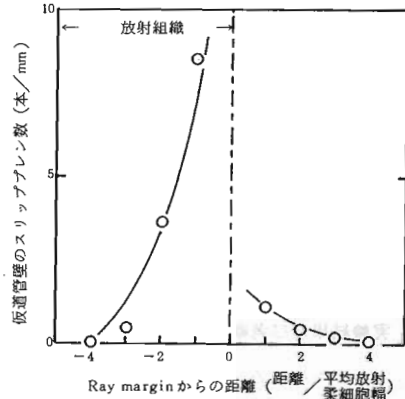


図-4 仮道管壁のスリッププレーンの位置と Ray margin の関係 (破壊荷重の 63% 荷重)