

## 7.5 学位論文要旨 (別紙様式博 5)

### 学位論文要旨

学位授与申請者

氏名 三好 由華

題目 : Basic Study on Controlling Deformation and Fracture Properties of Wood in Lateral Tension

(木材の横引張変形及び破壊特性の制御に関する基礎的研究)

#### General introduction (序論)

木材の用途に応じた適切な利用の基礎として、木材の研究に関して様々な分野で多くの研究が行われてきた。その中でも、木材の変形加工分野の研究に着目すると、曲げや圧縮の研究は多く行われているが、引張変形に関する研究は少なく、引張変形を積極的に利用した加工技術は見られない。その理由として、木材は延性に乏しく、小さな亀裂はすぐさま木材の破断へつながることが挙げられる。そのため、木材の引張変形のメカニズムや変形量を増加できる条件を明らかにできれば、木材の変形性能を向上でき、将来的に引張変形を積極的に利用した加工技術が確立できる可能性が考えられる。

そこで本研究は、木材の横引張変形及び破壊特性の制御に関する基礎的研究として、木材の横引張破壊ひずみをはじめとした各種力学的性質を様々な水分、温度、引張条件で明らかにし、得られた結果を測定条件と関連付けて包括的に説明できる横引張変形及び破壊のメカニズムを検討した。なお、1章では、木材の物性制御に関して申請者が検討した研究についてまとめており、2章以降の木材の横引張変形及び破壊の研究に至った経緯を述べている。

#### Chapter 1: Importance of controlling physical properties of wood (木材における物性制御の重要性)

木材の物性は、水分や温度の影響によって顕著に変化することが知られている。そのため、木材を適切かつ安全に利用するためには、木材の性質を理解し制御することが重要である。そこで、申請者は、はじめに「木材の調湿性能に関する研究」、「圧縮木材の寸法安定性に関する研究」、「木材の横引張変形に関する研究」の3つの研究を行った。その結果、木材は切削形状次第で吸放湿機能を制御できる可能性が、また、木材細胞の圧縮形状を制御することで圧縮木材の寸法安定性を向上できる可能性が示唆された。「木材の横引張変形に関する研究」では、木材を異なる水分、温度条件や負荷方法で引張試験を行ったところ、変形量が非常に大きく、興味深い変形挙動を示す結果が得られた。この変形挙動のメカニズムを明らかにし、変形量を増大できる条件が明らかになれば、木材の変形性能を向上できる可能性が考えられた。そこで、上で述べた中でも特に興味深い結果が得られた「木材の横引張変形に関する研究」に焦点を当て2章以降の研究を行うこととした。

#### Chapter 2: Factors affecting the deformation and fracture properties of wood in lateral tension (木材の横引張変形及び破壊特性への影響因子)

まず、木材の横引張変形及び破壊特性への影響因子を明らかにすることを目的として、異

なる水分、温度、引張負荷条件において、短冊形のヒノキ薄切片試験片の引張破壊試験を行った。また、上記因子に加えて、組織構造や密度の影響についても検討するために、異なる組織構造的特徴を有する4樹種（ヤマグルマ、ホオノキ、ケヤキ、アラカシ）において同様の引張破壊試験を行った。その結果、木材を構成する細胞のセル変形を促進させることによって、試験片の引張変形量を増加できることが明らかになった。また、細胞のセル変形は、全ての試験片において水熱による木材の軟化によって促進されたが、引張方向に対する年輪の傾斜角度が45°の試験片では、密度の増加によってセル変形が抑制されることが示唆された。

### Chapter 3: Rheological consideration in fracture of wood in lateral tension

#### (木材の横引張破壊のレオロジー的考察)

軟化をはじめとする広義な観点での木材のレオロジー的性質が、横引張破壊ひずみに与える影響を明らかにすることを目的として、木材の瞬間弾性変形のしやすさ（瞬間弾性コンプライアンス）と粘性流動変形のしやすさ（クリープコンプライアンス）を指標化し、それらの指標と破壊ひずみの関係を検討した。また、破壊した試験片の観察も行い、破壊のメカニズムについても考察した。破壊した試験片の観察結果から、80℃から95℃の温度域で、破壊の起点となる最弱部が試験片内で変化する傾向が認められた。粘性流動変形のしやすさは木材の分子レベルの軟化と大きく関係することが明らかになり、放射組織の影響を受けない年輪傾角0°の試験片では、5℃から80℃の温度域において、粘性流動変形のしやすさと破壊ひずみに直線的な関係があることが明らかになった。一方で、5℃から80℃の温度域において、瞬間弾性変形のしやすさと破壊ひずみに直線的な関係があることが明らかになった。

### Chapter 4: Effectiveness of destabilization of wood to control deformation properties in lateral tension

#### (横引張変形特性の制御に対する木材の不安定化の有効性)

横引張変形の制御に対する木材構成成分の熱力学的状態の不安定化の有効性を検討するために、乾燥および急冷処理によって不安定化されたヒノキ試験片について、飽水状態25℃の条件で横引張破壊試験を行った。乾燥および急冷履歴を与えられた全ての試験片で、破壊ひずみは増加し、弾性率は低下した。今回測定した条件の中で、履歴を与えられた年輪傾角45°の試験片の破壊ひずみが最も大きい値を示した。以上の結果から、乾燥および急冷などの履歴を与えて木材を不安定化することは、横引張変形量を増大させるために有効であることが示唆された。

### General conclusion (結論)

本研究の結果、木材の横引張変形及び破壊特性に影響を及ぼす因子が明らかになった。中でも、熱軟化は木材のセル変形を促進させ、密度の増加は木材のセル変形を抑制することが明らかになった。木材のレオロジー的性質と破壊の関係に関する検討結果から、粘性流動変形のしやすさは木材の分子レベルの軟化と大きく関係することが明らかになった。また、80℃から95℃の温度域で、破壊の起点となる最弱部が試験片内で変化する傾向が認められた。木材の横引張変形特性への木材の不安定化の影響を検討した結果、木材に乾燥や急冷履歴を与えることによって破壊ひずみが増大することが明らかになった。本研究で明らかになった、横引張変形及び破壊のメカニズムや影響因子をもとに、今後、木材の加工性能をこれまで以上に厳密に制御し、かつ木材の引張変形を利用した変形加工技術が確立できる可能性が示唆された。