



引張荷重下における熱処理木材の XRD 測定法の効果

山崎真理子, Lee Chan GOO, 小島瑛里奈, 今枝紘樹
名古屋大学 生命農学研究科 木材工学研究室

キーワード：熱処理木材, 引張試験, In-plane, 細胞壁層構造

1. 背景と研究目的

木材は古くから主要な建築材料の一つである。木造建築物の構造用材料としてよく使われている針葉樹材は、その 90%以上が仮道管細胞（細胞壁）で構成されている。仮道管の細胞壁は主にセルロース・ヘミセルロース・リグニンから形成され、層構造を成している。この層構造の中で二次壁 S2 層は最も厚く、セルロースマイクロファイブリルが木材の繊維方向に近い角度で配向している。一方で、S1・S3 層は木材の繊維方向にほぼ直交するような角度で配向している。本グループのこれまでの研究により、XRD 回折法のうち、In-plane 法で計測すると S2 層の、また、Out-of-plane 法で計測すると S1 層・S3 層のセルロースを測定できることがわかっている。ここで、木材に熱処理を加えることで、細胞壁の化学成分が分解される。先に記述した、細胞壁の主成分はそれぞれ熱に対する対抗性が異なっているため、熱処理の条件を変えることで、それぞれをターゲットとした処理を施すことができる。

2. 実験内容

結晶セルロースの配向性を考慮し、引張荷重下においてシンクロトロン光を透過させ (In-plane 法)、木材細胞壁内の S2 層の変形挙動を調べた。また、木材の力学的劣化機構をより詳しく解明するために、木材の構成要素の一つであり、セルロースを取り巻くマトリックスであるヘミセルロースに焦点をあてた 150°C の熱処理による熱負荷材を作成し (損傷小, 中, 大)、これらのセルロース格子ひずみの放射光による測定を行った。今回の実験では新材を対象とし、試験時間の都合上まずは損傷小と中の試験体を用いて試験を行った。試験片はビームライン内のゴニオメータに設置した自作治具に固定した。照射したシンクロトロン光の波長は 9.16 KeV (1.35 Å) であり、測定した Bragg 角はセルロース (004) 面 (約 $d=2.59 \text{ \AA}$ (TANAKA et al., 1980) に対応する $26.5^\circ \sim 35^\circ$ である。ビームサイズは 2 mm とし、1 回の XRD 測定の所要時間は 330 秒とした。試験片の巨視的な力学挙動を確認するため、試験片中央部にひずみゲージを貼付した。

3. 結果および考察

Fig. 1 は熱負荷が小さい (熱処理時間が短い) 条件の試験体の XRD 測定により得られたセルロース (004) 面の 2D 回折図形である。この図形は熱処理の時間による明確な違いは認められなかった。Fig. 2 にひずみゲージにより得られた木材バルクの荷重-ひずみ曲線 (黒線) と 2D 回折図形により得られたセルロースの荷重-ひずみ曲線 (赤線) を示した。●プロットは処理時間が短い試験体、×プロットは処理時間が中程度の試験体を示す。木材バルク、セルロースともに、熱処理の影響がみられず、同程度の強度を持つことがわかった。ヘミセルロースの熱分解は進行しているが、その負荷の程度が小, 中ではバルクやセルロースに影響を与えていないということがわかった。処理時間や測定方法 (Out-of-plane 法) を変えて引き続き検討していきたい。

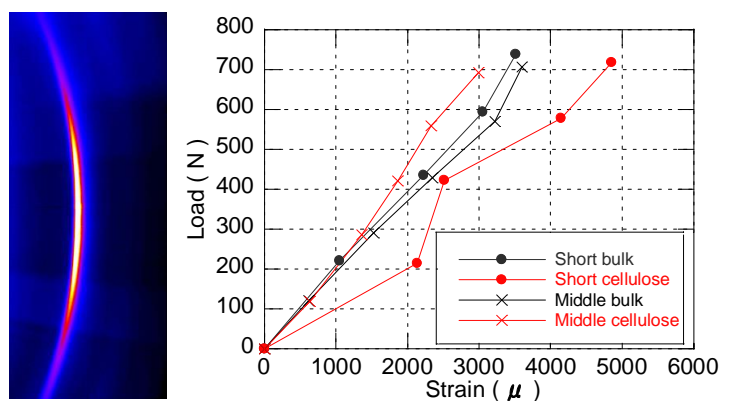


Fig. 1 (Left) 2D diffraction pattern of cellulose (004) plane.
Fig. 2 (Right) S-S curve of aged wood specimens.