第6回あいちシンクロトロン光センター事業成果発表会

異なる層構造をもつ木質建材のIn-plane法XRD測定

名古屋大学大学院生命農学研究科・山崎 真理子, LEE Chang goo, 小島 瑛里奈, 佐々木 康寿株式会社 中村建築研究所・住岡 雅将, あいち産業科学技術総合センター 共同研究支援部・杉本 貴紀

緒言

近年,環境優位性の観点から世界的に木造建築が再評価され,新しいスタイルの木造建築が多く建設されている. 一方で,低品質な未利用材の有効活用などを背景に,木材を単板や挽き板にしてから接着剤で積層接着する木質 建材が多く活用されている.

木質建材の場合,一般に単板や削片(ストランド)といったエレメントが積層接着されており,外力に対してそれぞれの層のセルロース結晶がどのように変形して荷重を負担するかということは明らかになっていない.こうした木質材料に対して,シンクロトロン光を用いたXRD測定はほどんどされておらず,シンクロトロン光の可能性は未知数である.そこで本研究では,単板をエレメントとし配向方向が層により直交している合板(Fig. 1 左),および原木から切削された長方形の薄い木片をで繊維方向が直交するように重ね,高温圧縮した配向性ストランドボード(OSB: Oriented

そこで本研究では、単板をエレメントとし配向方向が層により直交している合板(Fig. 1 左)、および原木から切削された長方形の薄い木片をで繊維方向が直交するように重ね、高温圧縮した配向性ストランドボード(OSB: Oriented Strand Board)(Fig. 1 右)を対象に、シンクロトロン光を用いたIn-plane法のXRD測定を行い、各エレメントのセルロースをどのように計測できるか調べるとともに、各層のセルロースの力学挙動の測定を試みた。





Fig. 1 Engineering wood (Left: plywood; right: OSB).

Plywood: http://www.takizawaveneer.co.jp/shina-plywood/ OSB:http://www.chb-tech.com/solutionsmarkets/temporary-shelter-buildingmaterials/lumber-and-roofing-materials/

実験方法



Fig. 2 Specimen (Left: plywood-RLRLR; center: plywood-LRLRL; right: OSB-LRL).

Table 1 Types of specimen

Type	Plywood	OSB
R	RLRLR	RLR
L	LRLRL	LRL

- 供試材:シナ合板(5層)・OSB(3層)(Fig. 2)
- 繊維方向と引張負荷方向が平行な場合をL, 直交する場合をRとした. (Table. 1)

XRD測定

- ビームライン: BL8S1
- シンクロトロン光波長:9.16KeV(1.35Å)
- 測定法:In-plane法
- ・ ビームサイズ: 0.5mm
- 照射箇所:L層とR層の厚み方向の中央2点
- Bragg角: 26.5~35°(セルロース004面)

引張試験

- ステージ中央に特殊作製の負荷冶具を設置
- 試験片中央部にひずみゲージを貼付
- 破壊するまで、段階的な引張を負荷
- 引張負荷の1段階ごとにXRD測定を行った

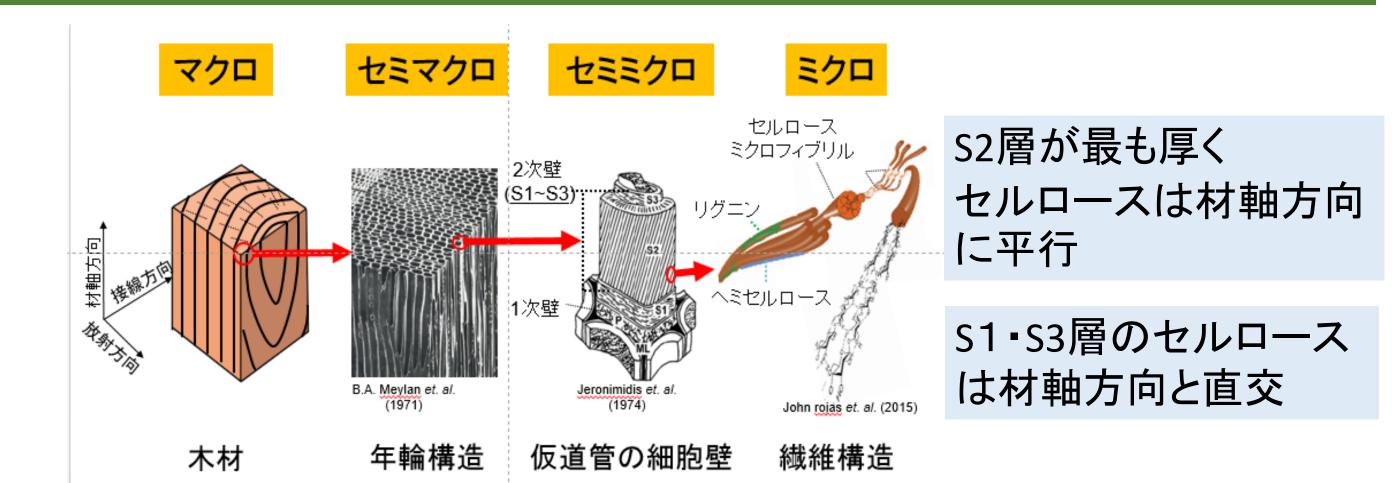


Fig. 3 Schematic diagram from macro level to micro level of wood.

L方向に配置した木材をIn-plane法で計測すると仮道管細胞壁(Fig. 3)のS2層が、Out-of-plane法で計測するとS1層・S3層のセルロース格子を測定可能。

層構造を持つ木質建材のL層とR層をIn-plane法で 測定するとどのような結果が得られるか?

結果と考察

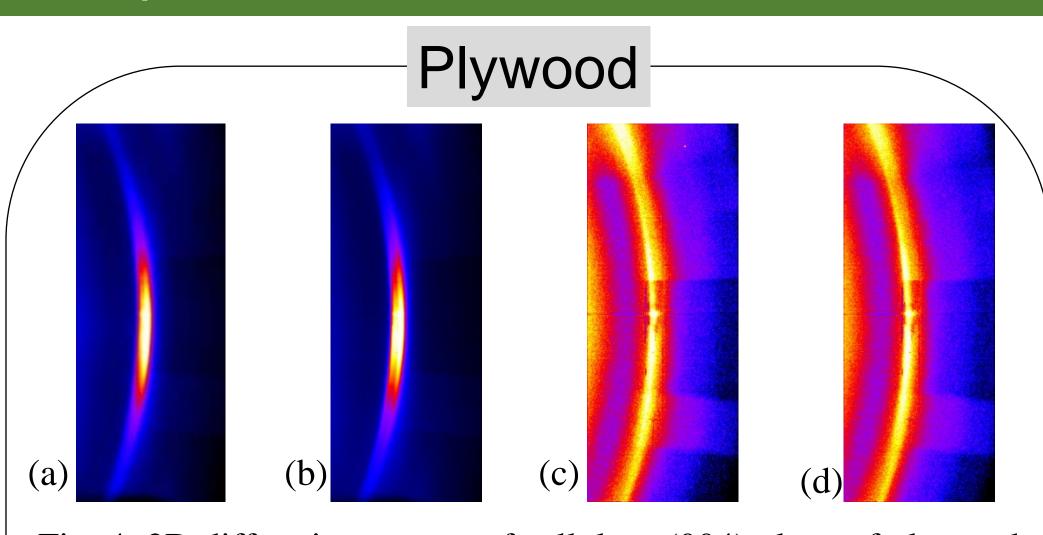


Fig. 4 2D diffraction pattern of cellulose (004) plane of plywood.

(a) L direction unloading, (b) L direction after failure, (c) R direction unloading, (d) R direction after failure.

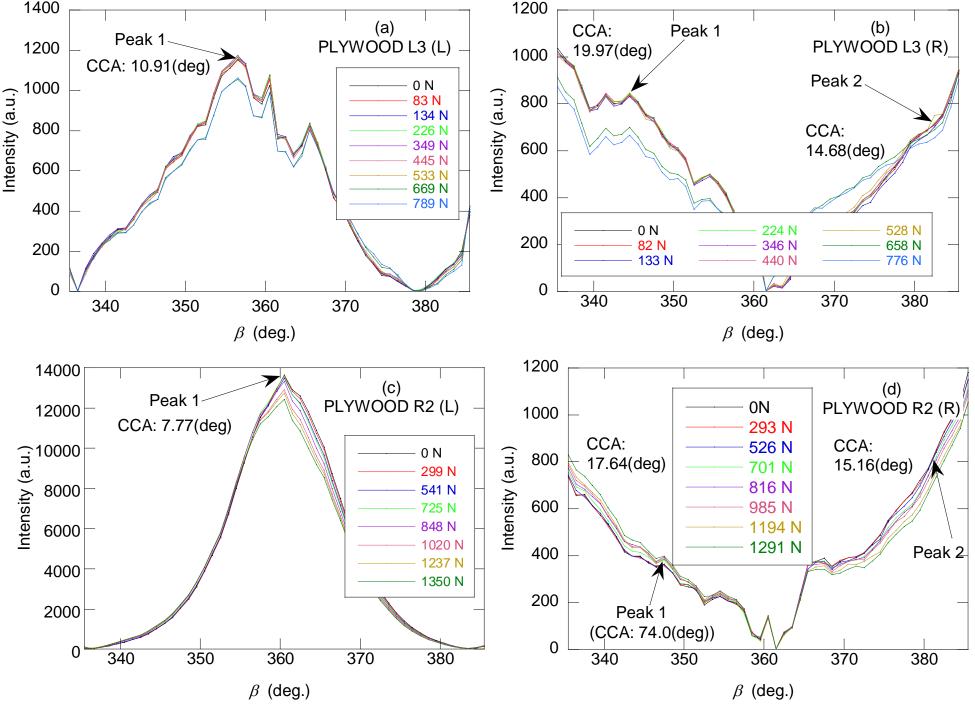


Fig. 6 β profiles of cellulose (004) plane of plywood. (a) LRLRL-L direction, (b) LRLRL-R direction, (c) RLRLR-L direction, (d) RLRLR -R direction.

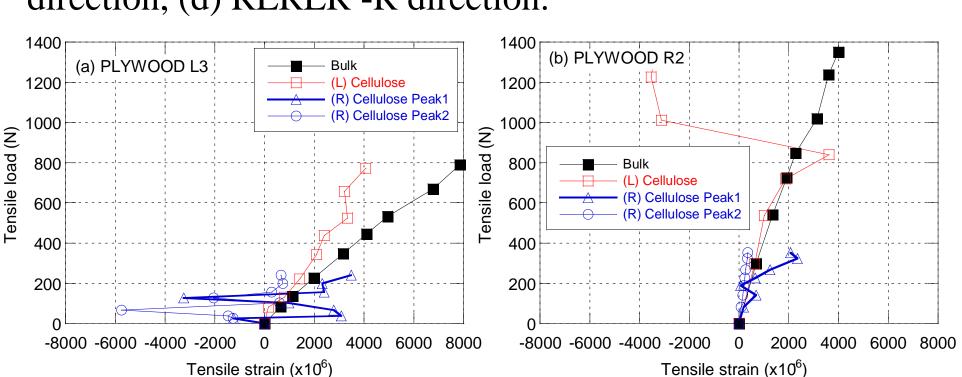


Fig. 8 Load-strain curve of plywood. (a) LRLRL, (b) RLRLR.

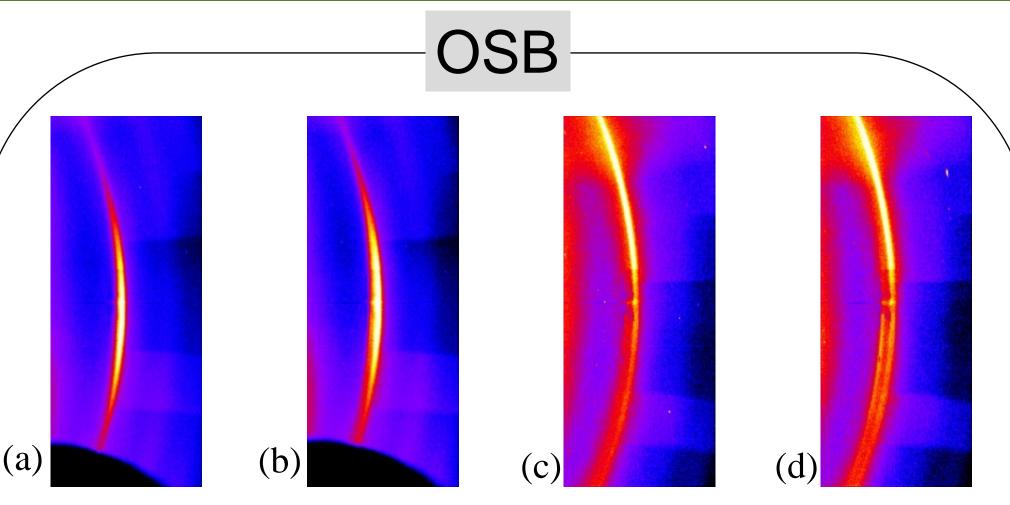


Fig. 5 2D diffraction pattern of cellulose (004) plane of OSB. (a) L direction unloading, (b) L direction after failure, (c) R direction unloading, (d) R direction after failure.

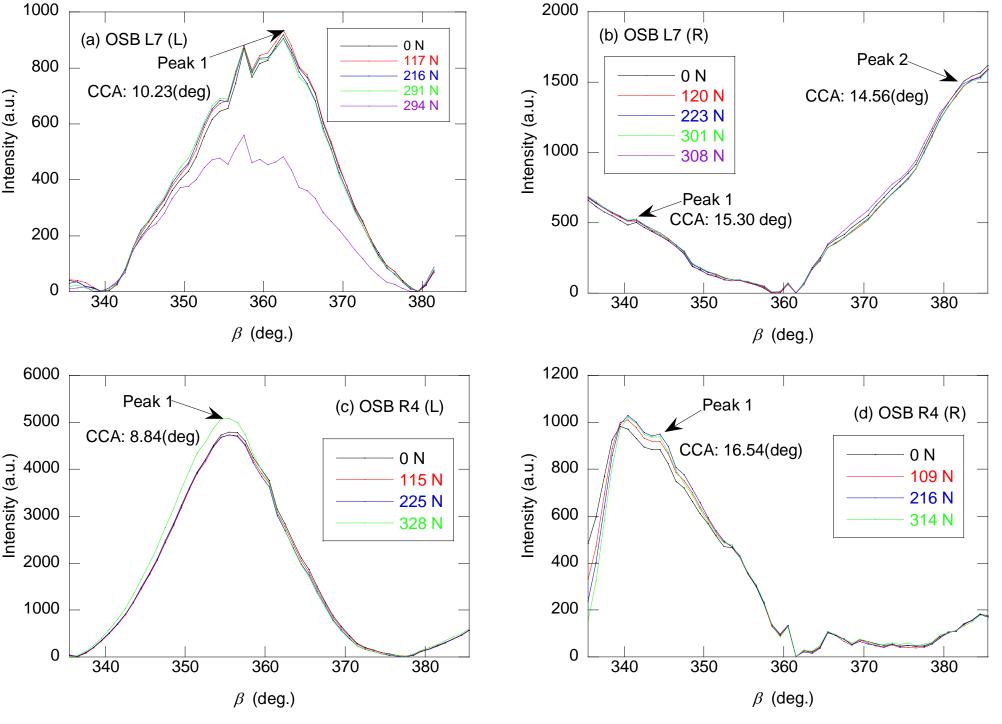


Fig. 7 β profiles of cellulose (004) plane of OSB. (a) LRL-L direction, (b) LRL-R direction, (c) RLR-L direction, (d) RLR-R direction.

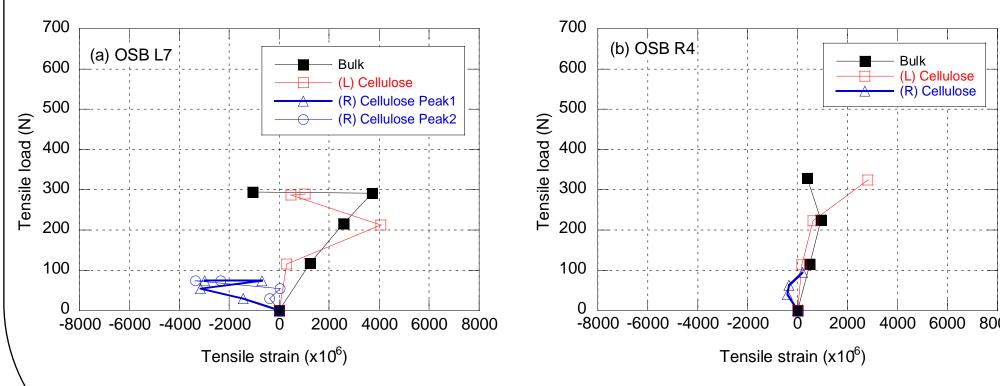


Fig. 9 Load-strain curve of OSB. (a) LRL, (b) RLR.

2D回折図形 (Fig. 4 and Fig. 5)

合板-L: 2θ幅が比較的狭く方位角β方向では中央の 強度が高い.

合板-R:Lよりも20幅が大きい

OSB: 合板と傾向は同じだが β方向の偏りが見られた.

β回折強度曲線 (Fig. 6 and Fig. 7) 層による比較

・ 合板、OSBともにL方向とR方向ではβ回折強度 曲線の形状が大きく異なった.

・ L方向:素材の繊維方向をIn-plane法で照射した 結果と形状が一致→仮道管細胞壁のS2層

• R方向:複数のピークの確認

合板とOSBの比較

- 類似の曲線が得られた
- R方向の層で、OSBでは回折強度曲線の中央 (谷)が中心からずれてた、→OSBのエレメントのランダムな配向を示す可能性

荷重一ひずみ曲線(Fig. 8 and Fig. 9) 合板

- L方向セルロース: Bulkと同程度の剛性.
- R方向セルロース:同一試験片であっても解析した β方向のPeakによって異なる挙動がみられた。R2 試験片のPeak1の局所的なセルロース配向性は 荷重軸に対して74°.→仮道管細胞壁のS2層。 R方向は全ての細胞壁層の情報が含まれている?

OSB

- Bulk強度が合板より小さい.L方向セルロース: Bulkと同程度の剛性.
- R方向セルロース:同一試験片であっても解析した β 方向のPeakによって異なる挙動がみられた.