



## 社寺建築で再利用される古木材の 応力負荷下 XRD 測定

住岡雅将\*1、高橋賢二\*1、杉本貴紀\*2、山崎真理子\*3、佐々木康寿\*3  
\*1 (株)中村建築研究所、\*2 あいち産業科学技術総合センター、\*3 名古屋大学

### 1. 測定実施日

2015年10月16日 10時 - 18時30分 (2シフト) , BL8S1  
2015年11月20日 10時 - 18時30分 (2シフト) , BL8S1  
2016年1月15日 10時 - 18時30分 (2シフト) , BL8S1  
2016年1月22日 10時 - 18時30分 (2シフト) , BL8S1

### 2. 概要

社寺建築における古木材の安心・安全な活用や、住宅解体木材の構造材としての再利用を念頭に、古材の利活用を促進する科学的実証を行うための基礎的知見を得ることを目的として、アカマツの新材、古材（170年経過・250年経過）について引張/圧縮応力下でのセルロース 004 面の X 線回折測定を行った。同時に、試料のひずみと荷重を測定した。

新材・170年古材・250年古材のいずれにおいても、引張/圧縮応力が増加して試料がひずむのにつれて、セルロースの格子歪も大きくなる傾向が得られ、これら古材では引張/圧縮荷重に対するセルロース結晶の歪挙動が新材と同様に維持されていることを実験的に明らかにした。

### 3. 背景と研究目的

社寺建築における古木材の再利用は、当時の材をできるだけ活用し、歴史的価値の高い建築を保存して次世代に伝えるという社会的観点から極めて重要である。そのためには、古木材の強度発現メカニズムについて、木材の主要構成素材であり、外力を担うセルロース結晶を対象とした科学的検証が必要である。また、現状では破砕・チップ化されている住宅解体木材を構造材としてそのまま再利用するという産業的観点からも、このような実験は有効性が高い。

そこで、築 100 年以上経過した社寺建築解体・修理時にサンプリングした古材と新材を対象として、特別に作製した専用治具を用いて段階的に引張/圧

縮荷重を与え、BL8S1にて応力下のセルロース結晶の格子歪を測定する。新材と比較してセルロース結晶の挙動を調べ、古材特有の特徴があるかどうかを検討することにより、古材の強度発現メカニズムに迫る基礎的知見を得ることを目的とする。

## 4. 実験内容

### 4.1 試料

広葉樹であるアカマツの新材、古材（170年経過・250年経過）を試料とした。試験用のダンベル形状に加工し、平行部の寸法を幅約5mm、厚さ約5mmとした。

### 4.2 測定方法

BL8S1にて、作製した専用治具を用いて試料に荷重を与え、ある一定応力下でのセルロース004面の回折ピークを2次元検出器であるPILATUSにより測定した。図1は実験配置を示したものである。中央にある試料に左側よりシンクロトロン光を照射し、右側のPILATUSにより回折像を観察した。



図1 XRD測定実験配置図

シンクロトロン光のエネルギーを9.16keV(波長:1.35Å)とした。セルロース004面の回折ピークは、この波長に対して $2\theta = 28^\circ \sim 32^\circ$ 付近に得られることから、 $2\theta = 25^\circ \sim 35^\circ$ の範囲で $2\theta$  / スキャンを行った。

図2に試作した専用治具に取り付けた試料の状況を示す。この治具を用いることにより、



図2 専用治具に取り付けた試料

シンクロトロン光の測定に同期させて、試料にかかる荷重とひずみが測定ができる。試料に負荷をかけ、試料ホルダー下側のロードセルで荷重評価を行った。試料全体のひずみはX線照射面の裏面に貼付したひずみゲージにより測定し、データロガーで記録した。

#### 4.3 解析方法

PILATUS の回折像から、セルロース 004 面のピークトップの回折角を得て、格子歪を算出した。また、歪ゲージから試料のひずみを、ロードセルにて測定した荷重から試料の（公称）応力を算出した。これらをもとに、応力-ひずみ曲線を作成した。図 3 は引張応力負荷時の代表的な回折像と回折ピークの形状を示したものである。

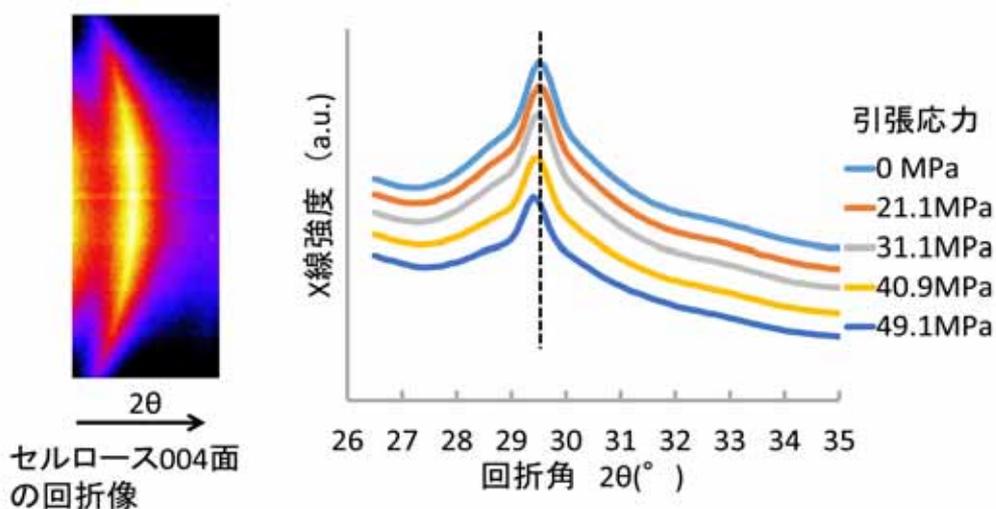


図 3 代表的な引張応力負荷時の回折像と回折ピークの形状

#### 5. 結果および考察

アカマツ新材、アカマツ古材 170 年、アカマツ古材 250 年の各試験体の代表的な応力-ひずみ曲線を図 4 に示す。

アカマツ新材では、引張・圧縮共に、応力の増加につれて試料のひずみ、格子歪が大きくなる傾向がみられ、バルクの木材試験体の、応力によるセルロース結晶の歪挙動を捉えることができた。

アカマツ古材 170 年、250 年では、アカマツ新材と同様に、応力の増加とともに格子歪が大きくなる傾向がみられた。このことから、これら古材では

引張・圧縮荷重に対するセルロース結晶の歪挙動が新材と同様に維持されていることが実験的に明らかとなった。

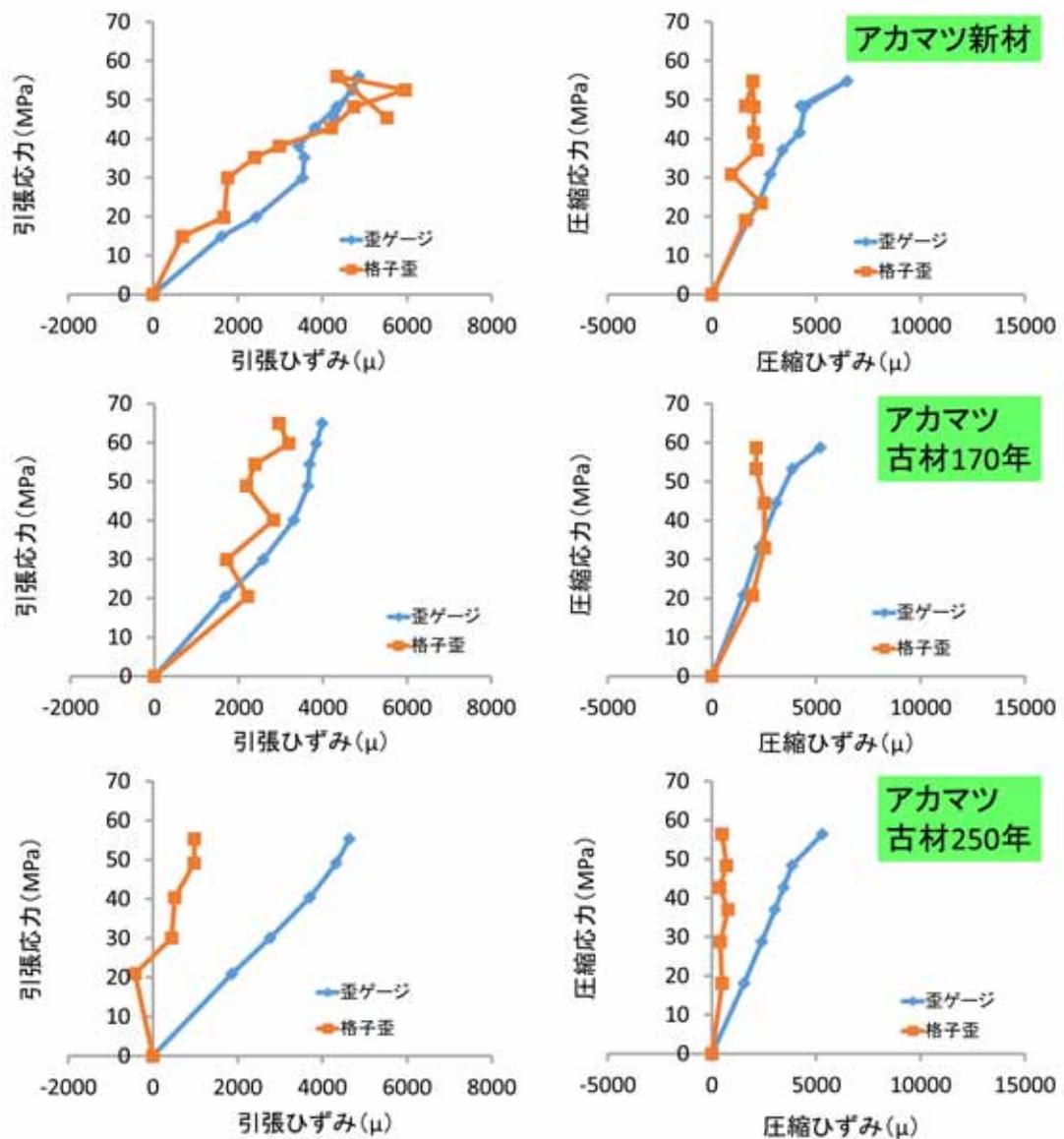


図4 アカマツ新材と古材（170年、250年）の代表的な応力 ひずみ曲線