

社寺建築で再利用される古木材の応力負荷下XRD測定

(株)中村建築研究所
名古屋大学大学院生命農学研究科
あいち産業科学技術総合センター

住岡 雅将、高橋 賢二
山崎 真理子、佐々木 康寿
杉本 貴紀

(株)中村建築研究所 会社紹介

信州善光寺顧問建築士 穂高神社顧問建築士

社有建築設計監理
株式会社 **中村建築研究所**
NAKAMURA INSTITUTE OF ARCHITECTURE
〒201-8514 長野県長野市

◆ 会社案内
◆ 業務内容
◆ 研究活動
◆ 作品紹介

調査研究活動

Research 01 構造計算
様々な状況に対応できる構造計算の手法を確立するための取り組み。詳細を見る

Research 02 振動特性実験
2019年度・施工中の振動測定を行い、振動特性・建物の剛性の変化を研究。詳細を見る

Research 03 スーパー板壁工法
これからの伝統的建造工法の新工法として大変有効です。詳細を見る

会社案内

中村建築研究所の会社概要をご紹介します

人に優しく 柔らかく ときと共に美しく

会社概要	
社名	株式会社 中村建築研究所
代表者	高橋賢二(信州善光寺顧問建築士、穂高神社顧問建築士) 一級建築士 登録117216
創業	昭和13年
従業員数	11名(内 一級建築士5名・二級建築士2名)
本社	長野県長野市三輪8丁目16番地18号 TEL:026-235-1171 FAX:026-235-4766
社名	株式会社 中村建築研究所

ホーム | 会社案内 | 業務内容 | 研究活動 | 作品紹介 | お問い合わせ

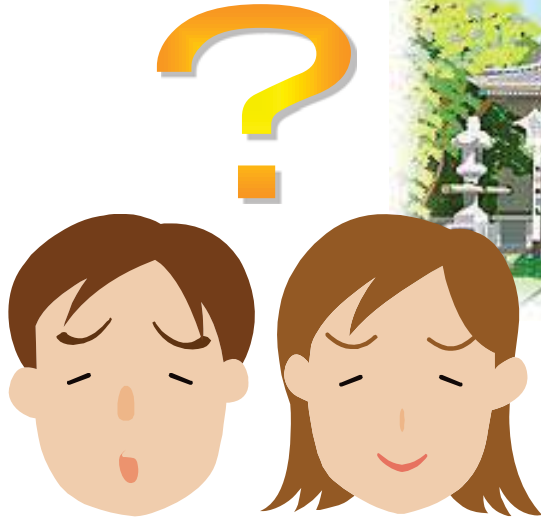
Copyright © 2016 NAKAMURA INSTITUTE OF ARCHITECTURE. All Rights Reserved.



URL:
<http://www.nakamurakenken.com/>

研究背景-木質構造部材の検査

改築・改修計画



「残したい」

建築物・部材への愛着
環境的・文化的見地

「安全か？」

安全性への意識向上

「プラン」

間取りの変更
構造:木造?RC?

熟練工による打音診断



- ・熟練工の減少
- ・数値化されない＝曖昧さ
- ・材料に対する過信

研究背景-材料強度の非破壊評価

- ◆名古屋大学大学院農学研究科 佐々木教授との共同研究にて既存材を再生し、使用するうえで強度的に問題がないかを調査する方法(非破壊的評価)を確立しました。
- ◆この調査方法の確立により建物改修前に材料強度を推定する事が可能になり、事前に強度不足材の把握や補強計画が比較的容易に出来る様になりました。
この取り組みは、古材を処分してしまうことにより排出されるCO₂を削減するという意味からも大切な試みと捉え、又先人の技術を後世に伝えていくうえからも、さらなる研究を深めて行きたいと考えます。



解体前に応力波伝播速度を測定します
測定器(FAKOPP)を使用し、材料(柱、梁)を測定し、データ収集後、コンピュータ解析します



補足調査として解体後に実物大の非破壊曲げ試験調査を行いました(応力波測定値と相違ない事を確認)



取外され洗浄し再利用を待ちます



改修前と同じような状態での古材の再生が可能になります

◆ 実施経歴

善光寺本堂(長野県長野市)

善光寺大本願(長野県長野市)

光念寺(神奈川県三浦市)

善光寺三門(長野県長野市)

正安寺(長野県佐久市)

善光寺大勧進(長野県長野市)

玄江院(長野県小諸市)

他多数実績

研究目的

古材の再利用におけるさらなる安心・安全を目指して、ミクロな視点で、材料としての古材に力学的劣化が生じているかどうか、科学的な観点から検証する。

内部の局所的な腐朽や欠損

材料強度の非破壊評価により、検出を実現した。

今回ターゲットとする力学的劣化

木材を繊維強化複合材料としてみた場合の強度発現機構が古材化により劣化するかどうか。

研究内容

今回ターゲットとする力学的劣化

外力がリグニン・ヘミセルロースを通じてセルロースに伝達され、力を担う機構が、古材化により変化しているかどうか。

具体的な方法

応力負荷下におけるセルロース結晶の回折ピーク(004面)のシフトを測定し、セルロース結晶の歪挙動を調べる。

試料

アカマツ新材・アカマツ古材170年・アカマツ古材250年
試料平行部の断面が約5×5mm
XRD測定面の裏面に歪みゲージを貼付

負荷

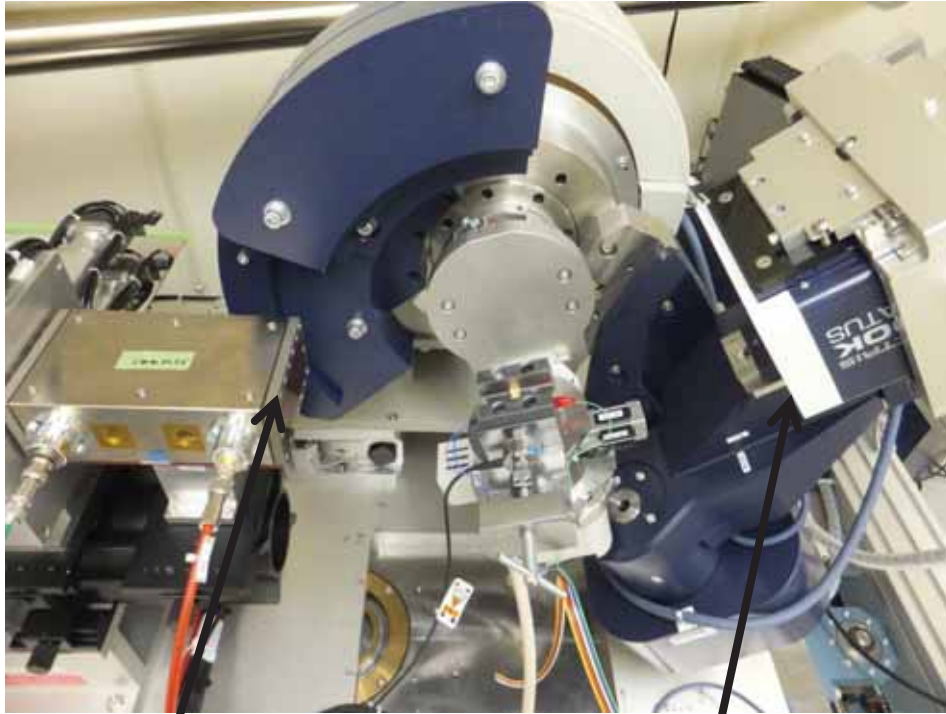
作製治具を用いて、手動により引張・圧縮負荷
付属のロードセルにより、荷重を測定

試験

一定の荷重をかけた状態で、セルロース004面の回折ピーク、荷重、ひずみを同時測定。段階的に荷重を大きくして、繰り返し測定。

実験の様子(あいちSR BL8S1)

シンクロトン光のエネルギー:
9.16keV(波長:1.353 Å)
2θ=25° ~35° で2θ/ωスキャン



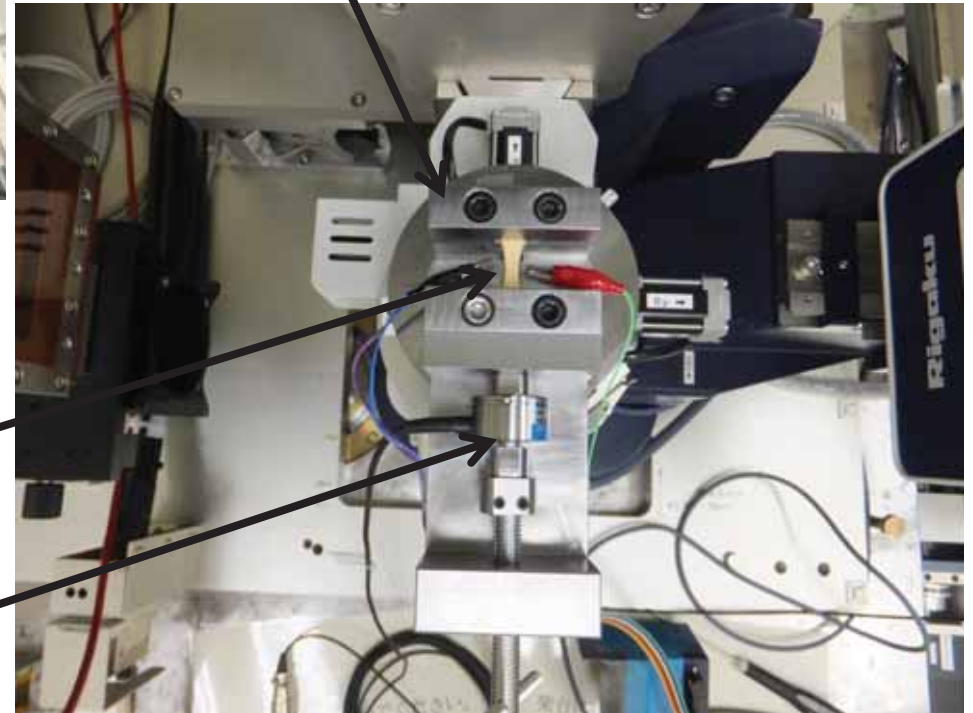
入射X線

検出器(PILATUS)

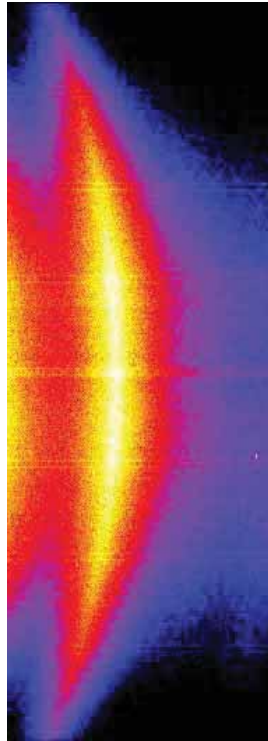
試料(裏面にひずみゲージ貼付)

ロードセル

作製した負荷治具

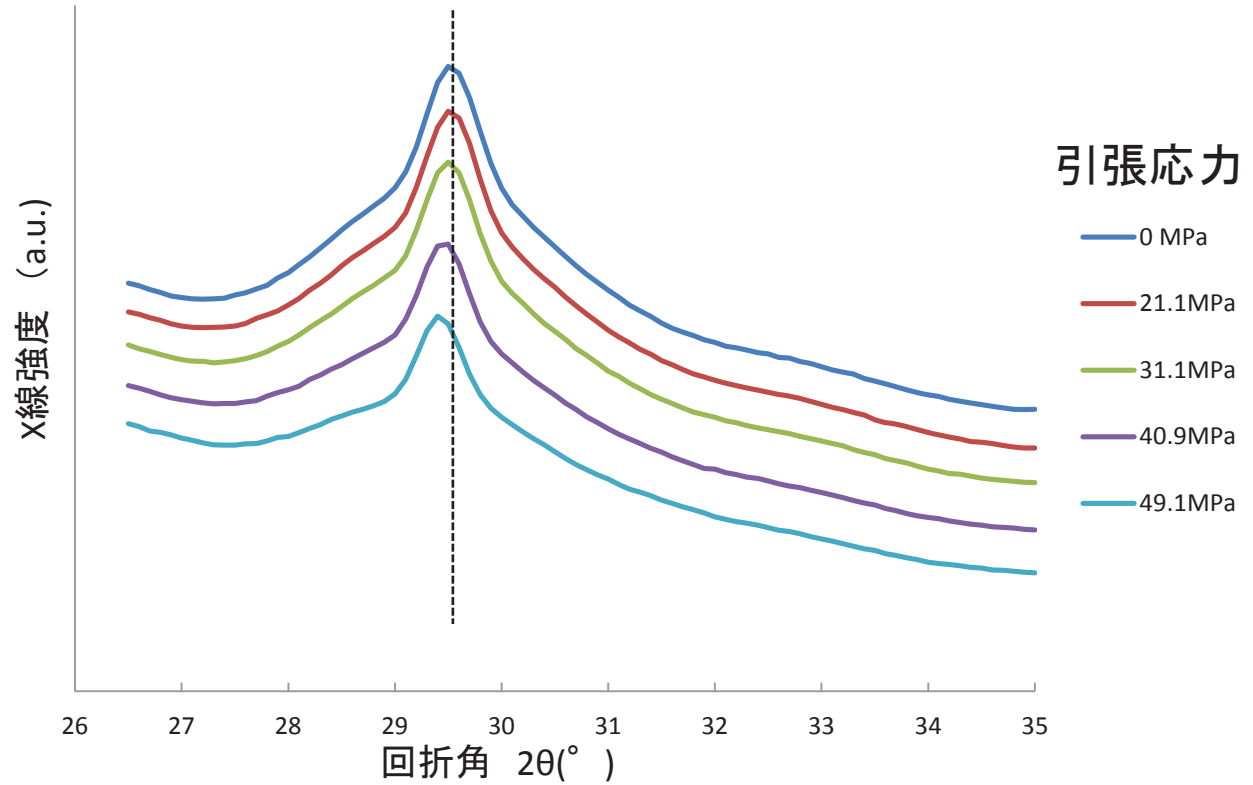


実験結果



2θ →

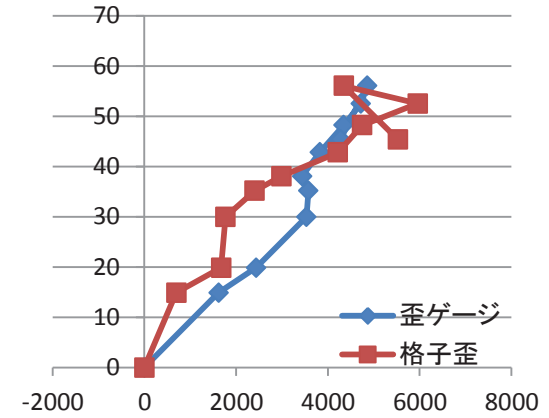
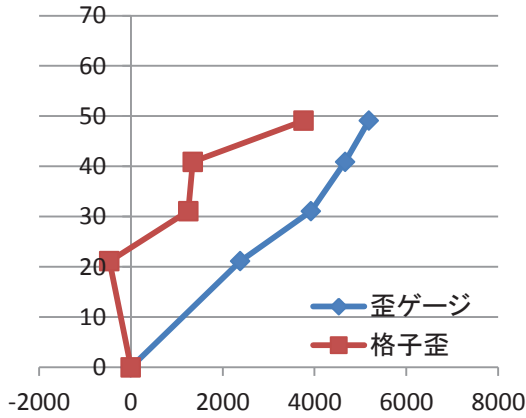
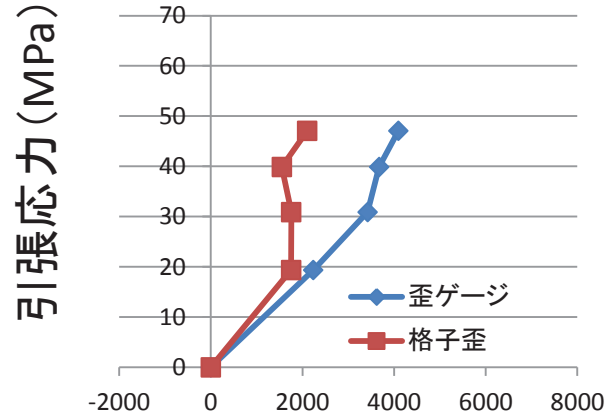
セルロース004面の回折像



アカマツ新材の引張応力によるセルロース004面のピークシフト
⇒ 格子歪を算出

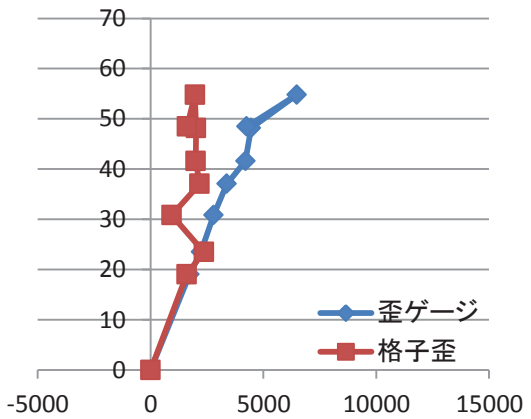
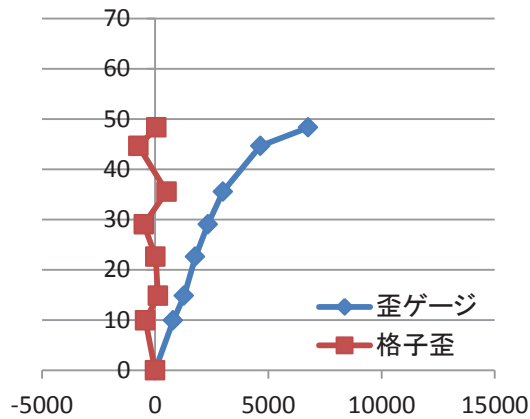
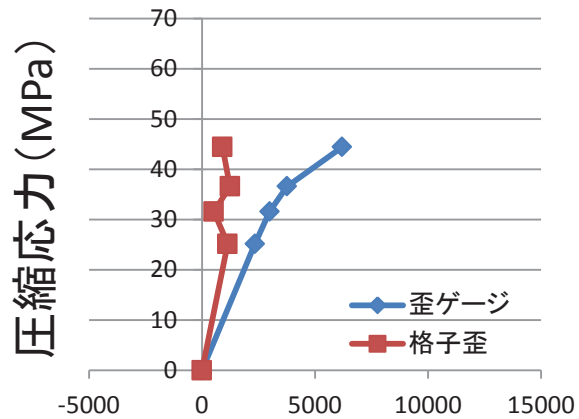
実験結果-アカマツ新材

引張



引張ひずみ (μ)

圧縮

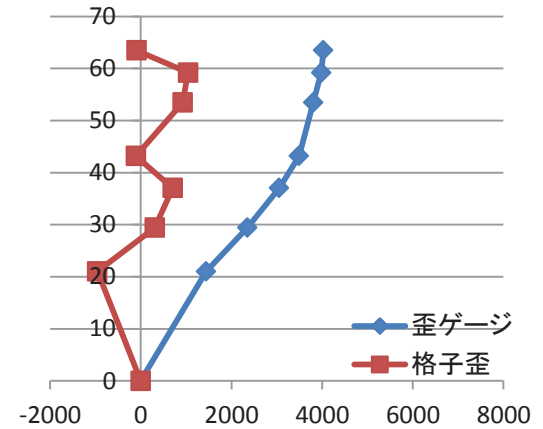
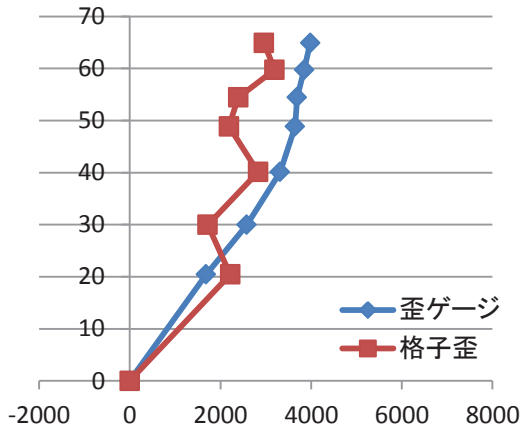
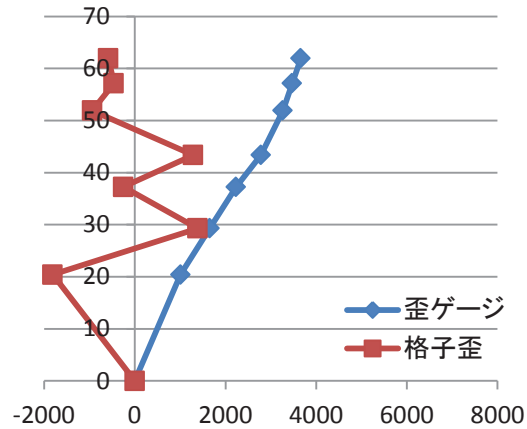


圧縮ひずみ (μ)

実験結果-アカマツ古材170年

引張

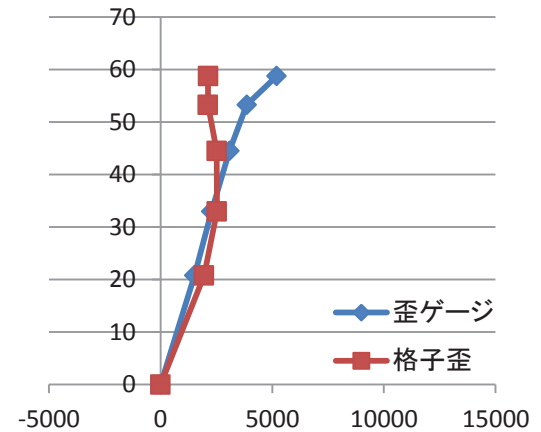
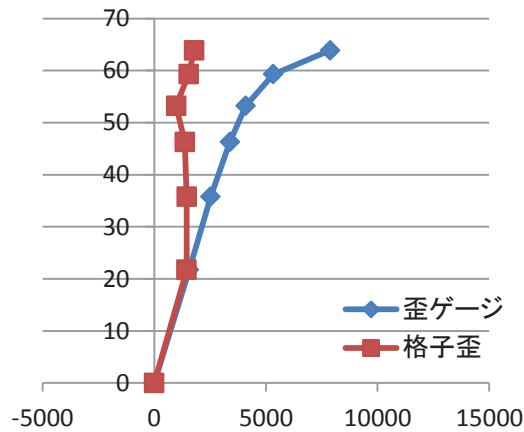
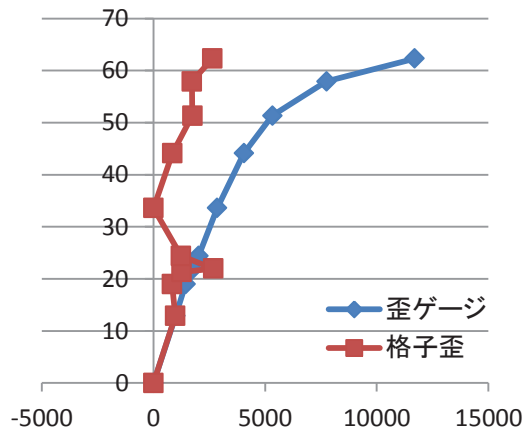
引張応力 (MPa)



引張ひずみ (μ)

圧縮

圧縮応力 (MPa)

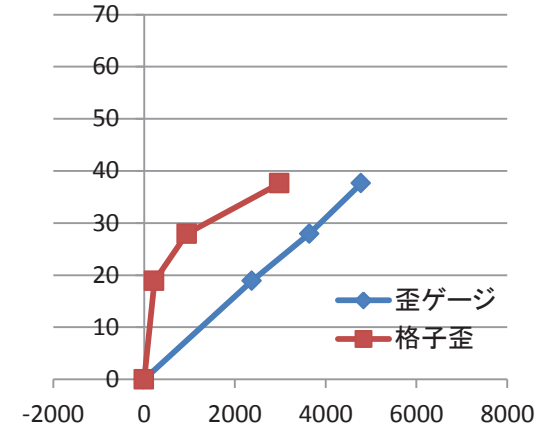
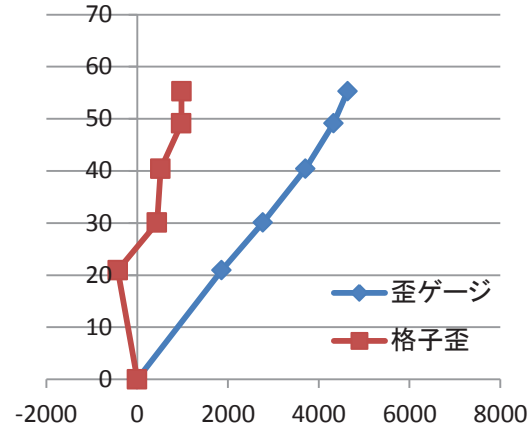
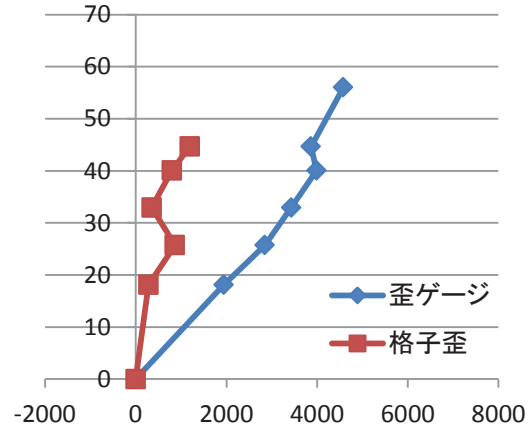


圧縮ひずみ (μ)

実験結果-アカマツ古材250年

引張

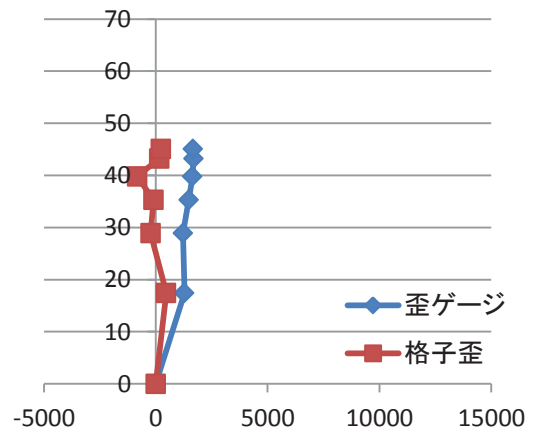
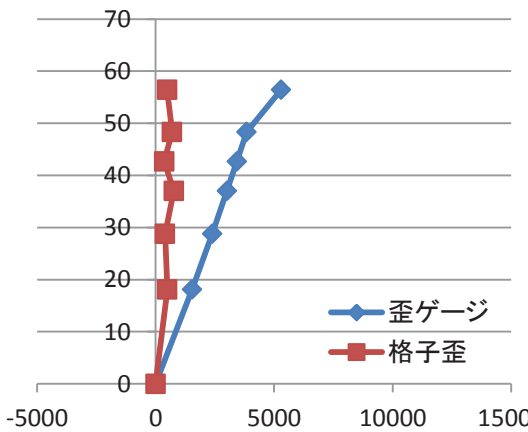
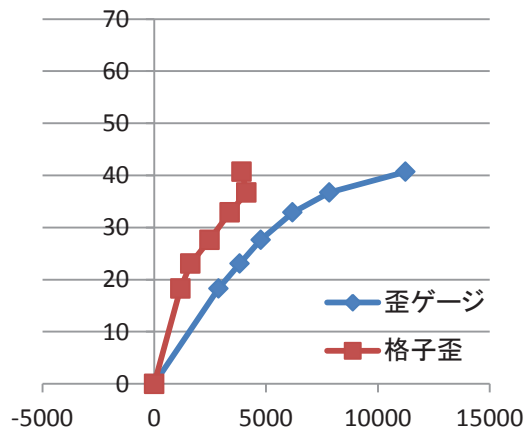
引張応力 (MPa)



引張ひずみ (μ)

圧縮

圧縮応力 (MPa)



圧縮ひずみ (μ)

まとめと今後の展開

アカマツ古材170年、250年では、引張・圧縮荷重に対するセルロース結晶の歪挙動は新材とほとんど変わらないことを、実験的に明らかにした。

アカマツ古材250年まででは、セルロース・ヘミセルロース・リグニン複合体としての強度発現機構は劣化していないことが推察される。

今後、さらに経過した古材や異なる樹種においても同様に検討し、古材の安心・安全な再利用を促す科学的データを蓄積したい。

謝辞

前期・後期ともに大変お世話になりました。
実施にあたりご協力いただきました関係の皆様に深く御礼申し上げます。

[課題番号] 前期:2015PA009、後期:2015PB003

○あいちSR(ビームライン:BL8S1)

吉村 倫拓 様、酒井 久資 様、山本 健一郎 様

野崎 彰子 様、東 博純 様

事務局の方々