

# 平成25年度 学内研究助成金 研究報告書

研究種目	<input checked="" type="checkbox"/> 奨励研究助成金	<input type="checkbox"/> 研究成果刊行助成金
	<input type="checkbox"/> 21世紀研究開発奨励金 (共同研究助成金)	<input type="checkbox"/> 21世紀教育開発奨励金 (教育推進研究助成金)
研究課題名	高強度高靱性木質構造耐力要素の開発	
研究者所属・氏名	研究代表者：工学部 建築学科 准教授 松本 慎也 共同研究者：	

## 1. 研究目的・内容

本研究は、木質材料のもつ強度的弱点を繊維補強樹脂によって補強し、補うことで構造要素として高強度高靱性の木質構造要素を開発するものであり、木質構造の設計自由度をさらに拡張し、既往の耐震技術のさらなる高度化を目指す基礎的研究である。本研究は木質大断面集成材のモーメント抵抗接合部を対象に高強度高靱性の木質耐力要素を開発し、木構造の新たな可能性を検討するものである。

## 2. 研究経過及び成果

木材は、繊維の方向により強度特性が大きくことなる異方性材料であり、繊維方向には高い強度特性を有するものの、繊維直交方向に対しては、強度が低く、また、引張力などに対しては、繊維が裂け、強度及び靱性が著しく低下する割裂破壊現象を生じる場合があり、構造要素として木材を用いる場合には、このような木質材料の持つ弱点に注意を払う必要がある。

近年、構造用集成材などのエンジニアードウッドの開発が進み、工業製品として品質の高い製材が市場に供給されており、生物である木材が宿命としてもつ不均一な材料のバラツキを人工的に制御する技術が広く用いられるようになってきている。しかしながら、極稀に生じる大地震などにより、予期せぬ荷重が作用する場合においては、設計上予測不能な破壊現象が引き起こされる可能性も懸念され、そのような場合においても建物の倒壊を防ぎ、耐震安全性を確保することは大変重要である。

本研究は、木質材料のもつ強度的弱点を繊維補強樹脂によって補強し、補うことで構造要素として高強度高靱性の木質構造要素を開発するものであり、木質構造の設計自由度をさらに拡張し、既往の耐震技術のさらなる高度化を目指す基礎的研究である。既往の研究では、炭素繊維補強樹脂 (CFRP) を用いた補強工法の実例は報告されているものの、未だ研究数は少なく、本研究で扱う課題は今後、様々な発展が期待されている分野である。

本研究では、これまでに、施工性に優れた紫外線硬化型 FRP に着目し、既存木造住宅の耐震補強工法を開発してきた。本研究は、この技術を木質大断面集成材のモーメント抵抗接合部の構造要素に応用し、木質材料の弱点を補強することで、高強度高靱性の木質耐力要素を開発し、木構造の新たな可能性を検討するものである。

本研究で取り扱う FRP シートは、ガラス繊維(高強度)またはビニロン繊維 (高変形能力) の補強材に、エポキシアクリレート樹脂と紫外線硬化開始剤を含浸させた紫外線硬化型 FRP シートである。この FRP シートは、紫外線 (波長 315~400nm) の照射を受けることで重合反応が開始して硬化する FRP シートである。この FRP シートは、施工現場に紫外線を遮蔽した状態で搬入し、所定の部位に貼り付け作業を行った後に、紫外線蛍光灯 (ブラックライト) などを用いて紫外線を強制照射することで、短期間で施工を完了することのできる特徴を有した補強材料である。すなわち、本 FRP シートを用いた補強工法は、硬化前の柔らかいシートの状態で施工を行うため、補強部位の形状や寸法に応じた現場加工が容易に行える。

通常の常温硬化型 FRP シートによる補強では、接着剤でシートを完全に補強対象に貼り付けることで補強効果が発揮するのに対し、紫外線硬化型 FRP シートは、紫外線によって、補強繊維のまわりにある樹脂そのものが硬化するので、シート全体を完全に補強対象物に貼り付けず、一部

分が部材からはみ出して空中に浮いた状態でも硬化可能なため、接合部のような、狭い部位や、断面を切り欠いた部位などに貼り付ける際でも、FRPシートを部材からはみ出して施工することが可能であり、一般の常温硬化型のFRPシートに比べ、紫外線硬化型FRPシートは施工の自由度が高いと言える。また、補強繊維は強度の高いガラス繊維と変形能力の高いビニロン繊維の2種類があり、貼り付け枚数や接着長に応じで強度・変形能力を制御することが可能である。

当該研究期間においては、ドリフトピンと木材の耐力特性を検討するための要素実験を行い、その力学特性を詳細に解析するための数値解析手法について検討を行った。そして木材の異方性主軸を考慮するために、Hillの塑性ポテンシャル理論に基づく直交異方性モデルを用いて、木材の局部的なめり込み挙動をソリッド要素による三次元有限要素法によって詳細に解析し、その解の特性を調査した。その結果、①鋼材であるドリフトピンの等方性材料非線形モデル、②木材の異方性材料非線形モデルおよび③接触要素を用いることによるドリフトピンと木材の離間接触問題の考慮の3つのモデル化をそれぞれ適切に考慮することで、基本的な鋼板挿入型ドリフトピン接合の非線形挙動がある程度追跡可能であることが示された(写真1, 図1, 図2参照)。

また、鋼板挿入型ドリフトピン接合の曲げ試験体を作成し、その周辺を繊維補強樹脂によって補強した仕様の曲げ性能を実験により確認した(写真2, 図3参照)。



写真1 試験体

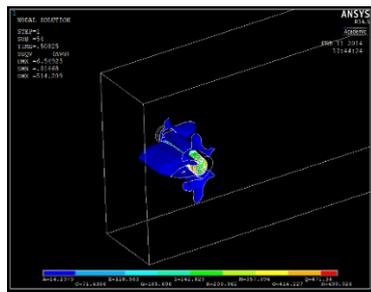


図1 相当応力度分布

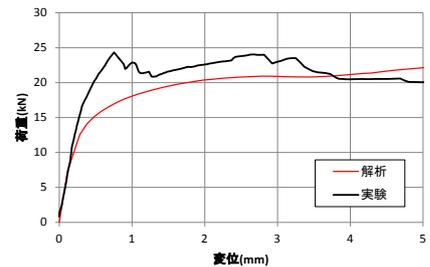


図2 荷重 - 変位関係 (引張試験)



写真2 試験体

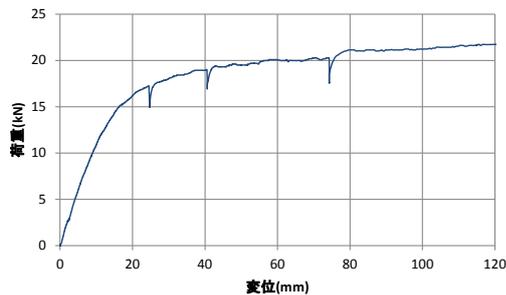


図3 荷重 - 変位関係 (曲げ試験)

### 3. 本研究と関連した今後の研究計画

本研究に関連した研究課題が、公益社団法人ちゅうごく産業創造センターの平成26年度新産業創出研究会に採択された。

研究テーマ名：木質樹脂複合材料による木造建築物の耐震性向上に関する研究

研究期間：2014年4月～2015年3月（1年間）

研究代表者：近畿大学・松本慎也

今後、この研究会において研究を進める計画である。

### 4. 成果の発表等

発表機関名	種類(著書・雑誌・口頭)	発表年月日(予定を含む)
日本建築学会中国支部研究報告集	口頭	2014年3月2日