



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Research on Residual Strength Performance of Deteriorated Existing Timber Housing and New Seismic Strengthening Methods [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	上田, 麟太郎
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(農学)
Dissertation Number	甲第14822号
Issue Date	2022-03-24
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/85564
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Ueda_Rintaro_abstract.pdf, 論文内容の要旨



学位論文内容の要旨

博士の専攻分野の名称: 博士(農学)

氏名 上田 麟太郎

学位論文題名

Research on Residual Strength Performance of Deteriorated Existing Timber Housing and New Seismic Strengthening Methods

(既存木造住宅の劣化時残存性能と耐震補強方法に関する研究)

近年、持続可能な開発目標(SDGs)の達成や持続可能社会の形成という観点から、木質構造物の長寿命化はますます期待を集めている。木質構造物には使用可能期間すべてにわたる安全性の保証が必要であるが、使用期間が長くなるほど木材腐朽等の劣化が生じる可能性や、大規模な地震害等にさらされるおそれが高まる。

木質構造物の強度性能はビスや釘などの接合具を利用した、機械的接合部の性能に大きく依存する。腐朽が生じた木質構造物の安全性の評価には、機械的接合部における変形挙動と残存性能に関する検討が必要である。

また、築年数の古い木質構造物の中には耐震性能が不十分なものもあり、早急な補強の必要性がある。木質構造接合部の補強には鋼板・合板を用いる例がみられるが、耐久性・施工性でのメリットから炭素繊維強化プラスチック(CFRP)素材の適用も今後考えられる。高強度の CFRP は接合部を効率的に補強できる可能性がある。また、CFRP を用いた鉄筋コンクリート構造物の耐震補強方法は広く普及しており、木質構造物の機械的接合部の補強技術への応用が期待できる。

本論文では既存木造住宅の長寿命化に向けた検討として、腐朽が生じた木質構造物の機械的接合部の変形挙動や残存性能を明らかにすること、および CFRP を用いた新たな補強方法を提示することを目的として、腐朽が生じた機械的接合部の変形挙動の観察と残存性能の評価、CFRP プレートをビスと接着またはビスのみで木製部材に施工する補強方法の提案と有効性の検証を行った。検討を通して得られた主な成果は以下の通りである。

・腐朽による材色の褐変に基づく接合部残存性能の評価

腐朽劣化したビス接合部の強度性能が、材色の褐変をもとに目視判定した腐朽の程度と健全部密度による重回帰から説明可能であった。これは残存性能がほぼ未褐変部の性質から決定されたことを意味しており、目視判定に基づき性能劣化を評価できる可能性が示された(第2章)。

・接合具の有効長さの違いによる接合部残存性能への影響

既往研究では、腐朽に起因する初期剛性の低下、つまり接合部に荷重が作用した際の初期変形量の増加はあまり確認されていない。既往研究に比べ有効長さの短い釘接合部の腐朽劣化を検討したところ、明らかな初期変形量の増加と耐荷力の低下が確認された。より有効長さの長いビス・釘についての検討結果は既往研究と一致し、接合具の有効長さや接合部の腐朽劣化の関係が明らかになった(第 2-4 章)。

・腐朽劣化した接合部が繊維直交方向に荷重を受けた場合に生じる破壊形態の変化

木材腐朽菌は木材の繊維方向に伸長しやすく、腐朽劣化した接合部の挙動に加力方向の違いが影響するおそれがある。住宅土台などを想定し、部材の繊維直交方向に加力試験を行ったところ、繊維に沿った部材の割裂破壊や接合具周囲での変形の拡大が確認された。いっぽう、残存性能の低下程度は繊維方向に加力した場合とおおむね同等であった(第 4 章)。

・静的ピン貫入による木材の密度推定

木材の簡便な劣化診断評価手法として、木材表面にバネにより鋼製ピンを高速で打ち込み、ピンの貫入深さを測定する Pilodyn®法が広く用いられている。腐朽劣化した接合部の残存性能評価への応用も試みられているが、測定値のばらつきが大きく、精度向上の必要性がある。ピンを低速で静的に貫入する検討を行ったところ、ばらつきがより小さく、測定値と試験体の密度との間に有意な相関が認められたことから、貫入の低速化により木材の密度推定精度の向上が期待できると考えられた(第 5 章)

・CFRP プレートを接合具で木材に施工する補強方法の有効性

CFRP 素材による構造物の補強や補剛は接着施工が一般的であり、接合具との併用は検討例が少ない。木質構造接合部に CFRP プレート

をビスと接着の併用、またはビスのみにより施工して加力試験を実施したところ、ビスの利用に関して懸念された CFRP プレートの脆性(割裂)破壊は起こりにくく、接合具との併用の有効性が示された。また、ビスと併用した場合の変形過程が明らかとなった。CFRP プレートのみが徐々に変形することで木部や接合具の変形や破壊を抑制する効果があり、CFRP プレートの交換により簡便な原状回復が期待できるなど、従来の金属製補強具に対する優位点や可能性が示唆された(第 6-7 章)。

・接合具との併用に効果的な CFRP プレートの構造

炭素繊維は繊維の配向の自由度が高く、用途に応じた最適設計が可能である。炭素繊維を直交に配した CFRP プレートではビスによるプレートの割裂を抑える効果があったことから、平織、綾織、また炭素繊維を一方向に揃えた層(UD)の直交積層、の 3 種類の CFRP プレートを供試し比較した。その結果、最大耐力と靱性において平織・綾織プレートが優越するが、UD 直交積層プレートも強度上、十分な補強性能を期待できることが明らかになった(第 7 章)。

以上のような本研究で得られた知見を用いて、腐朽劣化した機械的接合部の挙動を把握し安全性を評価すること、および CFRP 素材を応用した接合部補強方法を利用することで、既存木造住宅のさらなる安全性と信頼性の向上や長寿命化が期待できる。