

技術開発成果報告書

事業名 ・住宅等における防災性向上や安全対策に資する技術開発	課題名 構造用集成材を用いた建築物の火災時倒壊時間予測に基づく設計技術の開発
1. 技術開発のあらまし (1) 概要 本技術開発では、構造用集成材による建築物の普及と火災安全性の両立を目指し、その高温素材データと部材の耐火試験データを蓄積し、火災時倒壊時間を予測するための解析ツールを開発し、耐火設計技術の高度化を図ることを目的として、以下に示す5つの項目を実施した。そして当初に目標としていた成果を概ね達成した。 ①構造用集成材の高温時力学的特性の把握 ②木質構造部材の火災時挙動予測解析ツールの開発 ③梁の火災時たわみ挙動の把握 ④柱の火災時座屈挙動の把握 ⑤木質構造の耐火設計マニュアルの作成 (2) 実施期間 平成28年度～平成30年度 (3) 技術開発に係った経費 技術開発に係った経費（実施期間の合計額） 18,379千円 補助金の額（実施期間の合計額） 9,133千円 (4) 技術開発の構成員 国立大学法人千葉大学（学長 徳久剛史） 日本集成材工業協同組合（理事長 佐々木幸久） 大成建設株式会社（執行役員 長島一郎） 株式会社日建設計（執行役員、設計技術センター長 山下開） (5) 取得した特許及び発表した論文等 取得した特許 なし 発表した論文 1. 令和2年4月 日本建築学会構造系論文集（千葉大学 教授 平島岳夫、他5名） 火災加熱を受けるスギ・カラマツ構造用集成材柱の座屈耐力および破壊時間 2. 令和2年9月 日本建築学会大会（千葉大学 教授 平島岳夫、他4名） 標準火災加熱を受ける構造用集成材の変形挙動および破壊時間 その12. カラマツ柱と梁の破壊時間に関する解析 上記の他、講演発表26件（日本建築学会：15件、日本火災学会：11件）	

2. 評価結果の概要

(1) 技術開発成果の先導性

従来の木質構造耐火の技術開発では、部材周囲を断熱材で被覆するなど、火災時に荷重支持部を炭化させないことに主眼が置かれていた。また火災時挙動の予測解析ツールは、断面内温度予測のための伝熱解析ツールしかなく、部材の変形挙動を予測するための構造解析ツールが皆無であった。本技術開発では、その火災時構造解析をも含む数値解析ツールを開発し、木質構造の火災時崩壊時間の検討に基づく耐火設計の可能性を示した。

(2) 技術開発の効率性

本技術開発では、「梁の火災時たわみ挙動の把握」に関わる実験で(一財)ベターリビングの協力を得、「柱の火災時座屈挙動の把握」に関わる実験で(一財)建材試験センターの協力を得ることで予算を節約できた。実験・解析など学術的な項目を大学が担い、設計法への適用など実務的な項目を民間企業が担い、産学の連携によって効率よく開発を進めることができた。

(3) 実用化・市場化の状況

本技術開発は、木質構造の耐火設計の枠組みにも言及した内容であるため、応募時のロードマップでも実用化までに2年以上を見込んでいた。その実用化の準備として、設計マニュアルの改善、解析ツールの実用化、適用物件の検討には取り組んでいるが、建築技術認証証明の取得などには至っていない。また建築基準法令の改正により要求性能に対しても変更が生じたため、その対応に関する検討も必要な状況にある。

(4) 技術開発の完成度、目標達成度

・全体の完成度、目標達成度	応募時の目標に対して	達成度	80%
・技術開発項目毎の完成度、目標達成度			
1) 構造用集成材の高温時力学的特性の把握		達成度	70%
2) 木質構造部材の火災時挙動予測解析ツールの開発		達成度	90%
3) 梁の火災時たわみ挙動の把握		達成度	90%
4) 柱の火災時座屈挙動の把握		達成度	90%
5) 木質構造の耐火設計マニュアルの作成		達成度	60%

部材の火災時変形挙動の把握およびその予測解析ツールの開発については概ね目標通りの成果を得ることができた。一方、木材の高温時力学的特性を把握するための素材実験では水分の影響の評価が難しく、その特性値は Eurocode 値を用いて補填した。木材の特性のばらつきを考慮したとしても、その基準強度を用いて検討すれば安全側に設計できる可能性を認識しているが、この点について慎重な検討が必要である。

(5) 技術開発に関する結果

・成功点

スギとカラマツによる構造用集成材を用いた柱と梁の火災時倒壊時間について、開発した数値解析ツールによって精度よく予測できるようになったことが大きな前進である。この成果によって、火災性状と荷重条件に応じた部材の断面寸法を検討することで、木質構造の火災時における倒壊時間を制御できる可能性が示された。

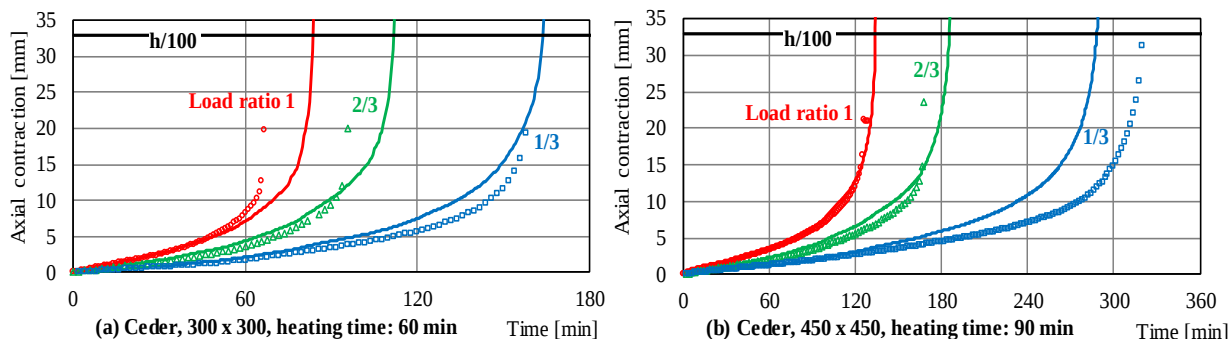


図 標準火災加熱を受けるスギ柱の軸変形挙動（プロット：実験値，実線：解析値）

図の補足説明：

上記の図は、スギ構造用集成材の柱の荷重加熱実験結果とその数値解析結果の比較である。実験結果から、長期許容荷重に対する荷重の比（Load ratio）が破壊時間に及ぼす影響が大きいこと、また断面寸法が大きくなると加熱時間が長い場合でも長時間荷重を支持できることを明らかにした。またその傾向を数値解析によって予測可能であることを明らかにした。

・残された課題

上記の荷重加熱実験の数値解析では、木材の高温時における熱特性および力学的特性に Eurocode モデルを用いた。ばらつきを有する木材の特性を考慮して、設計上の安全率をどのように設定するかが残された課題である。またその安全率を考慮して設計した建築物におけるコストの評価も課題である。

3. 対応方針

(1) 今後の見通し

今後は事務所・学校・体育館などに実用化することを目指す。その耐火設計を行う上で必要となる、接合部の耐火性能評価が今後の課題である。平成 30 年建築基準法令改正および令和 2 年 2 月告示の制定により大規模木質構造の燃えしろ設計が可能となり、その設計法との関連で本技術をどう活かすかも課題である。