

「中高層木造建築物等の構造設計技術の開発」（平成28年度～平成30年度）評

価書（30年度）終了時

平成31年 3月 13日（水）
建築研究所研究評価委員会
構造分科会長 林 静雄

1. 研究課題の概要

（1）背景及び目的・必要性

①背景

公共建築物木材利用促進法その他の社会情勢により、木造建築物の中高層化への関心が国内外で高まっている。このような背景のもと、平成23年度から25年度にかけて実施した重点研究課題「木材の利用促進に資する中層・大規模木造建築物の設計・評価技術の開発」及び26年度から27年度にかけて実施した重点研究課題「CLT等を構造材とする木造建築物の普及促進に資する設計法の開発」（以下、「前研究課題」と呼ぶ）では、木造建築物を中層・大規模化する際の技術的な課題について整理し、各課題を解決するために必要な技術的な知見を、実験と解析により収集してきた。CLT（Gross Laminated Timberの略）構造に関しては、平成27年度までに構造設計法（案）を作成し、また特定の接合部仕様の集成材構造及び枠組壁工法に関しては構造設計ガイドライン（案）を作成予定である。一方、以下の課題も明らかになった。

- 1) 木質複合軸材料は、既に指定建築材料に指定されているが、木造の中高層化に際してニーズが高まると想像される異種材料との複合部材の性能評価法は確立されていない。前者においても性能評価について、その評価業務方法書の内容が十分でないため、H12 建告 1446 号第 3 別表第二に示される構成要素の品質から性能を推定する手法が適用できない現状がある。後者についてもこれを応用することで、性能評価の簡素化が図れると考えられる。
- 2) 集成材建築物に関して、「大断面集成材建築物設計・施工マニュアル」（建築指導課監修、日本建築センター、1988年）に基づいて構造計算がなされているが、 $C_0=0.2$ における存在応力に対する耐力設計に留まっており、終局状態の考慮が必要と言われて久しく、このマニュアルの改訂版の作成に必要な技術的知見の収集、蓄積が必要である。
また、欧州で提案されたマッシュホルツ工法は、直交層を設けず繊維方向を揃えて積層した挽き板を壁に使用する構法であるが、木材の繊維方向の強度は、繊維直交方向に比べて高く、これを活用して木造建築物の中高層化を図ることが効率的である。一方、CLTは直交層を含んでおり、これが高層化を図る上で弱点となる可能性がある。
- 3) 軸組耐力壁構造建築物に関して、3階建以下の木造耐力壁構造（いわゆる木造住宅）の設計マニュアルは整備されているが、4階建以上の許容応力度等計算に関しては技術基準が明確ではなく、また設計マニュアルが整備されていない。そのため、平成27年6月の建築基準法及び関係政令等の改正により構造計算適合性判定が不要となった木造建築物の許容応力度等計算の建築確認の現場において、今後大きな混乱をきたす恐れがある。
- 4) 枠組壁工法・CLT 構造建築物に関して、一定規模以下の3階建までは許容応力度計算で設計できる（CLT構造は予定）が、4階建以上については法令上保有水平耐力計算が必要となる。平成26年度に木造下地の1時間耐火構造告示が制定され、4階建の木造建物が建設しやすい環境となったが、保有水平耐力計算が4階建以上の枠組壁工法及びCLT構造の普及の阻害要因となっている（CLT構造に関しては阻害要因と

なる) 恐れがある。

5) 併用構造に関して、防火上の規定から純木造で建設可能な高さは現在 4 階建迄であるため、RC 造や S 造との混構造による中高層化が予想される。また、木造で大空間を構成するために水平構面を木造と RC 造の複合構造で構成する方法等の普及が予想されるが、併用構造の構造計算、異種構造間の接合部や複合構造の構造性能評価方法等に関する明確な技術基準や例示仕様がない。

6) また CLT パネル構造については、平成 28 年度早期に基準強度、許容応力度、構造関係基準等が整備される予定であるが、業界から強く要望されている仕様書の規定は今後継続して検討が必要である。

以上のように今後、中高層・大規模木造建築物を安全かつ合理的に設計し、普及を促進するためには、これらの課題を解決することが重要である。

②目的

本研究課題では、前研究課題の研究成果を活用しつつ、安全かつ合理的な中高層・大規模木造建築物を普及・一般化するための技術基準の明確化に関する検討を行う。本研究課題において実施する具体的な研究項目は、以下の 6 項目である。

- 1) 木質系複合部材の性能評価法の合理化に資する技術的な知見の収集等を行い、性能評価法・指針案等の技術資料として取りまとめる。
- 2) 集成材フレーム構造の設計・施工マニュアルの改訂及び集成材パネルによる構造の構造設計法の検討に資する技術的な知見の収集等を行い、マニュアル改訂原案等の技術資料として取りまとめる。
- 3) 軸組耐力壁構造建築物の合理的な許容応力度等計算に資する技術的な知見の収集等を行い、構造設計ガイドライン等の技術資料として取りまとめる。
- 4) 枠組壁工法・CLT 構造建築物の合理的な許容応力度等計算に資する技術的な知見の収集等を行い、適用範囲拡大に資する技術資料として取りまとめる。
- 5) 木造と異種構造間の併用構造等の合理的な構造計算及び性能評価等に資する技術的な知見の収集等を行い、許容応力度等計算及び接合部標準仕様の設計指針案の技術資料として取りまとめる。
- 6) CLT パネル構造の仕様書の規定の検討に資する技術的な知見の収集等を行い、技術基準の素案等の技術資料として取りまとめる。

(2) 研究開発の概要

本課題では、中高層木造建築物等の普及・一般化に資するために、中高層木造建築物等に使用する複合部材の性能評価法、合理的な構造計算に資する技術的な知見、及び木造と異種構造間の併用構造等の合理的な構造計算に資する技術的な知見の収集等を行い、技術資料として取りまとめる。

(3) 達成すべき目標

- 1) 中高層木造建築物に用いる木質複合部材等の性能特性値の予測手法に関する技術資料及び性能評価指針案
- 2) 集成材フレーム構造の設計・施工マニュアルの改訂原案並びに集成材厚板パネルによる構造の構造性能評価方法に関する技術資料及び構造設計例
- 3) 中高層木造軸組構法建築物の合理的な許容応力度等計算に関する構造設計ガイドライン案及び構造設計例
- 4) 中高層枠組壁工法・CLT 構造建築物の許容応力度等計算の適用範囲拡大に資する技術資料
- 5) 中高層の木造と異種構造の併用構造等の許容応力度等計算に資する技術資料及び接合部等の標準仕様に関する設計指針案
- 6) CLT パネルによる構造の仕様書の規定の技術基準の素案及び構造設計例

(4) 30年度の進捗・達成状況(サブテーマ3, 4, 5)

(サブテーマ3) 中高層軸組耐力壁構造建築物の許容応力度等計算に関する設計技術の検討

(概要) 平成27年度の建築基準法及び関係政令等の改正により、構造計算適合性判定が不要となる4階建以上の木造軸組耐力壁構造の許容応力度等計算に関する構造設計ガイドラインを作成する。

平成30年度

① 中高層軸組耐力壁構造の許容応力度等計算に関する構造設計ガイドライン(案)の作成

・従来の低層木造軸組工法では考慮されていなかった、接合部の靱性確保・保有耐力接合部の考え方について、接合部の剛性や固定度をパラメータとした解析的な検討を実施し整理した。耐力壁をラーメンモデルで置換することで、腰壁及び垂れ壁による曲げ戻し効果、1F柱に生じる軸力を求め、柱軸力の低減方法を整理した。これらを取りまとめ、中高層軸組耐力壁構造の許容応力度等計算に関する構造設計ガイドライン(案)を作成した。ガイドライン案をもとに、4層軸組耐力壁構造の許容応力度等計算に関する構造設計ガイドラインに基づく設計事例を作成した。

(サブテーマ4) 中高層枠組壁工法・CLT構造建築物の許容応力度等計算に関する設計技術の検討

(概要) 4階建以上は法令上保有水平耐力計算が必要となる枠組壁工法及びCLT構造建築物について、許容応力度等計算で設計できる規模(階数)の緩和に向けた検討を行う。

平成30年度

① 許容応力度等計算の適用範囲拡大に資する技術資料の作成

1) 中高層枠組壁工法の許容応力度等計算の適用範囲拡大に資する技術資料の作成

・中高層枠組壁工法について、基準整備促進補助事業の事業主体と共同で許容応力度等計算における耐力壁及び部材・接合部の応力割り増し係数を検討し、技術資料として取りまとめた。高強度の耐力壁(壁倍率換算18倍(壁幅1m当たり短期で36kN))を有する4階建枠組壁工法立体試験体の構造実験および、高強度耐力壁実験、釘接合部実験、枠材のめり込み実験を実施した。とりまとめた応力割り増し係数の妥当性を検証した。

2) CLT構造建築物の許容応力度等計算の適用範囲拡大に資する技術資料の作成

CLT構造建築物について、許容応力度等計算における耐力壁及び接合部に乗じる応力割り増し係数について検討し、技術資料として取りまとめた。CLT構造の材料強度について、既往のCLTの幅方向のせん断強度の評価式の適用範囲を拡大するため、樹種(カラマツ、トドマツ、スギ)と層構成(3層3プライ、3層4プライ、5層5プライ)をパラメータとした実大水平せん断実験を実施した。合わせて接着層のねじり実験、ローリングシア実験を実施した。これらについてせん断応力度に関する技術資料を取りまとめて報告した。得られた成果は投稿論文に取りまとめられ、平成30年のCLTの材料強度に関する告示改正の際に参照された。

(サブテーマ5) 中高層木質併用構造等の設計技術の検討

(概要) 中高層木造立面併用構造をはじめとする木造と異種構造の併用構造の構造計算、異種構造間の接合部や複合構造の構造性能評価方法等に関する技術基準及び例示仕様について検討する。

平成30年度

① 中高層木質併用構造の許容応力度等計算に資する技術資料の作成

29年度に実施した実験に基づき、CLT耐震壁と鉄骨梁を併用した構造物の力学モデルを提案し、投稿論文に取りまとめられた。さらにS造フレームにCLTを耐震壁として併用した構造物について、実大の1/2モデルの構造実験を実施した。接合部には鋼板挿入ドリフトピンを用いた。CLTの配置(S造フレームの中央、端部)やCLTの強度等級(S60-5-5、S90-5-5)、パネル枚数(1枚、2枚)とした。本技術資料は、S造フレームにCLTを耐震壁として併用する建築物の構造設計の際に活用される予定である。得られた結果を技術資料

として取りまとめた（共同研究で実施）。

② 異種構造接合部等の標準仕様に関する設計指針(案)の作成

・異種構造接合部等（RC造-CLT造間、S造-CLT造間）の標準仕様として鋼板挿入ドリフトピン接合部を提案し耐力に関する技術資料を作成した。寸法の条件としてCLT（3-3、3-4、5-5、7-7、9-9）、ドリフトピン径（12、16、20mm）、材料の条件としてCLTの樹種区分（J1、J2、J3）をパラメータとした解析的な検討を実施し、設計用の耐力一覧を作成した。

2. 研究評価委員会（分科会）の所見（担当分科会名：構造分科会）

1) 技術資料やガイドライン、指針案など広く公開されている。

2) 初年度では、幅広い課題が提示されていたが、絞り込むことによって、よい成果が得られている。

3) 中高層木造建築物の軸組耐力壁構造の許容応力計算等の設計ガイドライン作成のための重要な研究開発が進められた。

4) 多数の論文投稿、研究発表、雑誌投稿などにより、成果が社会に展開されている。また、多くの大学・協会・民間企業等とも連携がとられている。

5) 木造建築の中でも様々な構法・構造の技術資料が取りまとめられている。本研究開発成果が、中高層・大規模木造建築の普及に繋がることを期待する。

6) 高さ方向や横方向への異種混合構造など残された課題についての継続研究を期待する。

7) 中高層木質併用構造の成果をさらにブラッシュアップして、実務に有効な技術資料としてまとめてほしい。特に、S造フレームにCLTを耐力壁として内蔵させた仕様については、実用化に向けて注力していただきたい。

8) 建築学会大会やシンポジウム論文などが多く、研究内容や研究開発内容から考えると、査読付き論文数が少ないように思います。もう少し、成果をしっかりとした形で残していかれると良いと思います。

9) 学会講演梗概集での発表は、一般に成果の取りまとめとして不十分な段階のものが多いため、査読付き論文として成果を公表し、成果の普及と研究発展に努めていただけたらより良いと思います。また、ガイドラインの作成等を通じた成果普及も期待されます。

10) 今年度で貴重な研究課題の研究終了のため、成果を設計指針や設計技術資料の形でしっかり取りまとめていただけたらと思います。

（参考1）建築研究所としての対応内容

所見1)～4)について

→特になし

所見5)～10)について

→査読付き投稿論文等として共同研究者とも協力しながら取りまとめ、公表できるよう努力いたします。ま

た今年度で指定課題の研究終了ですが、引き続き一般課題で継続して設計指針や設計技術資料として取りまとめられるよう検討を進めて参ります。混構造については実用化に向けて、実験や解析を他機関と共同で実施して参りたいと思います。

3. 評価結果

- A 研究開発課題として、目標の達成を見込むことができる。
- B 研究開発課題として、目標の達成を概ね見込むことができる。
- C 研究開発課題として、目標の達成を見込むことができない。