

# 「木材の利用促進に資する中層・大規模木造建築物の設計・評価法の開発」 (平成23年度～平成25年度) 評価書 (事後)

平成26年7月7日 (月)  
建築研究所研究評価委員会  
委員長 深尾 精一

## 1. 研究課題の概要

### (1) 背景及び目的・必要性

京都議定書の第一期約束期間において我が国に定められた地球温暖化ガス排出量削減目標は6%である。このうち3.8%は森林における二酸化炭素の吸収に期待されている。一方、我が国は2020年までに、地球温暖化ガスの排出量を1990年比で25%削減するという目標を掲げている。この目標を達成するために、森林における二酸化炭素の吸収に対する期待がこれまで以上に高まることも考えられる。森林における二酸化炭素の吸収量を増加させるためには、木材の利用拡大をはかり、林業と林産業の活性化を促す必要がある。

木材の利用拡大を実現する上で、製紙パルプ産業に次いで木材の消費量が多い建築分野が担う役割は大きい。すなわち、建築分野における木材の利用拡大をはかることが、林業と林産業の活性化につながる。建築分野における木材の使用量を増やすためには、これまでに木材があまり使われてこなかった集合住宅、学校、事務所などの中層・大規模建築物の構造材として木材を積極的に利用し、木材に対する新しい需要を開拓する必要がある。海外では既に中層の木造建築物の建築が可能となっており、イギリスの9階建ての木造集合住宅をはじめ、中層の木造建築物が建てられ始め、木造建築物の新しい用途が開拓されている。しかしながら、我が国においては、これまで中層・大規模木造建築物に対するニーズが海外ほど多くはなかったため、中層・大規模建築物を木造で建設しようとする際に必要な基準類が必ずしも十分に整備されておらず、建設に至るハードルは高い。例えば、海外で普及し始めている新しい木質構造材料に対する材料認定の受け皿がない、高度な構造設計が必要となる、防火上の制限から建設できないなどの様々な障壁に当たる。

本研究では、中層・大規模木造建築物を建設しやすい環境を整備することを目的として、材料、構造、防火の各視点から、木造建築物の設計と評価に関わる現行の技術基準を再確認し、建築基準法関連法令の見直しを行う際に活用することができる技術資料を整備する。

### (2) 研究開発の概要

木材の建築分野における利用促進を実現するための一助として、中層・大規模木造建築物を建築しやすい環境を整備することを目的として、材料、構造、防火の各視点から、木造建築物の設計と評価に係わる現行の技術基準を再確認し、建築基準法関連法令の見直しを行う際に活用することが出来る技術資料を整備する。

### (3) 達成すべき目標

- ①中層・大規模木造建築物に使用する新しい木質構造材料に対する試験・評価法、及び、材料認定に関する法令の改正を検討するための技術資料
- ②中層・大規模木造建築物の構造設計法、及び、構造に関する法令の改正を検討するための技術資料

- ③中層・大規模木造建築物の防耐火に関する法令の改正を検討するための技術資料、及び、部材の耐火性能の試験方法を改正するための技術資料
- ④中層・大規模木造建築物の建設に関わる炭素収支について評価した事例を取りまとめた技術資料

#### (4) 達成状況

- ①中層・大規模木造建築物に使用する新しい木質構造材料として、特定仕様の CLT を対象として、強度等、並びに、長期許容応力度と短期許容応力度の比、及び、変形増大係数を求めるための試験・評価法（案）を作成した。また、特定仕様の CLT について作成した試験・評価方法案に基づいて実験を行い、データを収集した。さらに、CLT の強度等をラミナの強度と構成から計算によって求める方法を定め、特定仕様の CLT についてその妥当性を検証した。一方、直交層を有する単板積層材の長期許容応力度と短期許容応力度の比、並びに、変形増大係数を実験により求めた。また、面内せん断強度と面内せん断弾性係数に関する知見を実験により得た。以上の研究成果を得ることができ、目標を達成することができた。
- ②研究対象とする中層・大規模木造建築物の構造形式を軸組・集成材構造、枠組壁工法、木質大型パネル構造とし、各構造形式について以下の成果を得ることができ、目標を達成することができた。

##### 【軸組・集成材構造】

事務所建築を想定した耐火・準耐火構造用標準設計詳細図集を作成し、準耐火建築物及び1時間耐火建築物（梁間：集成材フレーム、桁行：耐力壁）の構造設計例（1次、2次）を作成した。また、引きボルト式集成材フレーム接合部の構造性能に関する技術資料を整備した。さらに、木造とRC造による2階建て平面混構造建築物の動的挙動の解析的検討に関する技術資料を整備した。また、集成材構造の各種接合部仕様に対するDsの考え方について整理した。

##### 【枠組壁工法】

6階建て集合住宅のモデルプラン5事例について外力計算を行い、6階建ての集合住宅を構造的に実現する上で必要な耐力壁の仕様と鉛直抵抗要素の仕様を定めた。また、鉛直抵抗要素の一つであるタイダウン金物接合の設計法について検討し、同接合に対する設計法の案を作成した。さらに、北米において採用されている開口低減係数を用いた設計法（案）を作成し、特定仕様の開口付き構面について、加力試験を行い、同仕様については作成した設計法が妥当であることを確認した。

##### 【木質大型パネル構造】

特定の接合形式とパネル形状を有するCLT構造のモデル化の方法について検討し、モデル化の方法に関する留意点を取りまとめた。また、保有水平耐力計算法、限界耐力計算法、時刻歴応答解析法の各構造計算法において用いる特性値について整理した。一方、特定仕様のCLTについて、ビス接合部の荷重変形関係を明らかにするための実験を行い、技術資料として取りまとめた。さらに、特定仕様のCLTについて、壁構面の荷重変形関係を明らかにするための実験を行い、実験結果を取りまとめた。

- ①木造建築物の防火規制の考え方や海外の基準を取りまとめた資料を作成した。また、木質系部材の耐火性能を評価する試験方法について、防火上安全側の評価となる試験の適用範囲を整理し、技術資料として取りまとめた。さらに、壁や床に対して燃えしろ設計を適用するため必要となる、炭化速度、防火被覆の効果等に関する技術資料を作成した。一方、木造3階建て学校の実大火災実験の結果を整理し、木造3階建ての学校を準耐火建築物として設計する場合に必

要とされる仕様等を整理し、防火基準案を作成した。以上の研究成果を得ることができ、目標を達成することができた。

- ②木造建築物に使用される木材製品を対象として、製品の製造と輸送に係るCO<sub>2</sub>排出量、並びに、製品原料に占める地域産原料と非地域産原料の内訳を事業者が簡易に算出するための手法とツールを開発した。また、開発した手法とツールを、栃木県環境森林部の協力を得て、栃木県内の事業者において試行した。試行の結果、同手法とツールが実務レベルにおいて活用可能であることが確認できた。さらに、同手法とツールを用いて、中層木造建築物を構成する木材製品の炭素収支（製造・輸送に係るCO<sub>2</sub>排出量と木材製品の炭素固定量の差）の算定事例を作成した。以上の研究成果を得ることができ、目標を達成することができた。

## 2. 研究評価委員会（分科会）の所見（担当分科会名：材料分科会、構造分科会、防火分科会）

### （1）所見

#### 材料分科会（主務分科会）

- ① 材料の評価、構造設計法および防耐火の観点から、有意義な研究成果が多数得られており、木材の利用促進に大きく寄与していると判断される。
- ② 日本建築学会大会や関連する国際会議で的確に報告されており、成果の展開先を含めた関連の外部機関との連携が十分に遂行されている。
- ③ 材料の評価、構造設計法および防耐火のそれぞれの観点において、目標を達成する十分な成果が得られており、木材利用の推進に有意義なものと判断される。後続の研究課題によって、新たな木造建築物の普及促進が図られることを期待したい。
- ④ 膨大な実験研究を実施されており、敬意を表する。検討過程、成果ともに申し分がない。
- ⑤ 研究成果の公表、外部機関との連携ともに十分である。
- ⑥ 非常に貴重な研究課題であり、今後も技術開発を進めていただきたい。木造建築物の大規模化は、我が国の森林の循環にも貢献する貴重な課題であり、地方の活性化にもつながる。今後は森林資源を有する地域との連携も積極的に行っていただきたい。
- ⑦ 材料・構造・防火の各分野において、研究開発の目的に見合った成果を上げられたと評価できる。
- ⑧ 研究成果の発表状況並びに外部機関との連携状況は良好である。
- ⑨ 木材の利用促進に資するさまざまな技術資料の整備がなされ、今後の更なる利用展開が期待される。
- ⑩ 新たな木質系材料、中層・大規模木構造さらには防耐火に関わる技術資料の整備と広範な範囲の研究が良くなされたと判断する。
- ⑪ 研究成果の発表や外部機関との連携も適切であると考ええる。
- ⑫ 環境負荷への考慮から近年動きの激しい中層・大規模木造建築物に関わるいくつかの重要な課題に対して、実験を伴う相当量のデータ収集を行い、これからの建築に関わる非常に有意義な成果が得られたと評価する。

#### 構造分科会（関係分科会）

- ① 個々のテーマに関する研究成果は十分達成されていると考える。
- ② 研究成果は逐次発表されており十分であると考ええる。個々の成果を取りまとめたものは、継続

課題が終了した時点で発表されるものと期待する。

- ③ 具体的な研究テーマの選定過程（テーマの重要度、緊急性）について、説明があるともっと良かったと思う。
- ④ 欧米ではすでに実用化されているが、わが国ではまだ一般化されていない材料・構造種類を対象とした研究であり、各種の実験や解析により多くの成果が得られている。
- ⑤ 防火・材料・構造の各分野で研究されているが、同時に相互に連携してフィードバックも行われている。
- ⑥ 中層・大規模木造建築物はその需要が今後さらに増加することが予想されるため、その構造設計法に関する技術的な指針の作成は、社会的にも重要な課題である。また、欧米ではすでに実用化されているが、わが国ではまだ一般化されていない、CLT 構造の設計法の開発と技術的な基盤整備は前述の課題と併せて、重要な課題である。
- ⑦ 得られた成果は、木質構造物の設計に大変有用であることが期待されるため、各種の実験結果および解析は、論文或いはオープンデータとして広く公表していただくことを期待する。
- ⑧ 木材のクリープのように比較的長期わたる実験については研究期間終了後も引き続き実施することにより有用な成果を得ることが期待される。
- ⑨ CLT の耐久性についてはいまだ不明な点も多いため、今後この研究成果を発展的に継承される際には視野に入れていただければと思う。
- ⑩ 地道に成果を重ねている。
- ⑪ 大規模木造建築に関しては、今後、いろいろな構造形式・部材形式が現われてくると思う。汎用性のある研究を今後も継続されることを期待する。

#### 防火分科会（関係分科会）

- ① 学校以外の用途の建物についても実大火災実験の成果を生かして実現に向けた具体的対応へ発展することを期待する。
- ② 当面は、木三学を対象に、その防火上の安全性が確認されるところまで到達できた。今後、さらに中高層に展開すると推察しているが、その際には、木造の防耐火上の課題だけでなく、避難、市街地火災、消防力との関係等、総合的な観点からの検討・議論を期待したい。
- ③ CLT 等には、構造、生産等、多方面の課題があり、研究の取り組みには全体をどう効率的に進めるかについて、より分野横断的な取り組みや強力な戦略やステアリングが必要だったのではないかと。行われた実験的検討とその研究成果の個々の豊富さに比較して、基準に直接反映させるにはまだ多くの課題を残している。
- ④ 低炭素化に関して、提案技術の普及による排出削減量が、日本全体のいかに相当するかという観点で、その技術を評価されたい。さらに、他の技術との比較を行って、その優位性を示して欲しい。

#### （２）対応内容

#### 材料分科会（主務分科会）

所見①②④⑤⑦⑧⑨⑩⑪に対する回答

なし

#### 所見③⑥に対する回答

後続の研究課題では、新たな木造建築物の普及促進につながるよう研究を進める予定である。  
また、森林資源を有する地域との連携についても検討する。

#### 構造分科会（関係分科会）

#### 所見①②④⑤⑥⑩に対する回答

なし

#### 所見③に対する回答

具体的な研究テーマの選定は、研究課題を立ち上げる際にテーマの重要度や緊急性を考慮して決めたものである。CLTに関する技術的な検討については、我が国は欧米に比べると遅れをとっており、すぐにでも技術的な検討に取りかかる必要があった。また、軸組構造と枠組壁工法については、従来から我が国にある工法として、中層化を実現する動きがあり、この動きに答えるべくテーマとしている。なお、報告書等を作成する際に、各研究テーマをどのような理由で選定したかについての記述を行うこととしたい。

#### 所見⑦に対する回答

研究成果については、論文またはオープンデータとして広く公表する。

#### 所見⑧に対する回答

クリープ試験、及び、クリープ破壊試験については、後継課題において引き続き実施する予定であり、有用な研究成果につなげたいと考えている。

#### 所見⑨に対する回答

CLTの耐久性が重要なテーマであることは認識している。後継課題では耐久性はテーマにとしてあげていないが、CLTの暴露試験等、可能な範囲で耐久性に関する研究に着手することを検討する。

#### 所見⑪に対する回答

大規模木造建築については、併用構造を含め、様々な構造形式・部材形式が現われてくるので、ご指摘の通り、汎用性のある研究を行うようにする。

防火分科会（関係分科会）

所見①に対する回答

実験を通じて得られた成果については、他の用途の建物について適用できるよう資料のとりまとめを行って参りたい。

所見②に対する回答

木三学の検討で得た知見を、今後、中高層の木造に展開できるよう、総合的な観点からの検討をして参りたい。

所見③に対する回答

引き続き検討を行う上で、所内の情報交換を活発にして、効率的に研究を進める。

所見④に対する回答

提案する技術が普及すること、例えば中層木造建築物が普及することなどによって、木造建築物として炭素の固定量がどの程度増えるかについての検討は行っている。他の技術との比較については、研究の当初計画になかったため実施していない。

### 3. 全体委員会における所見

このテーマは、木材の利用促進に関して、中層・大規模建築物を建築しやすい環境整備を目的とした研究である。材料、構造、防火の観点からみても、非常に有意義な成果がでている。今後の木材の利用促進に大きく貢献できたといえる。よって、分科会の評価を支持して、全体委員会の評価としたい。

なお、後継課題が設定されており、防火分野について、から実際の避難時間、避難の安全性、周りの建築物への影響も含めて研究を進めていただきたい。

### 4. 評価結果

- A 本研究で目指した目標を達成できた。
- B 本研究で目指した目標を概ね達成できた。
- C 本研究で目指した目標を達成できなかった。