

CLTによる木造建築物の設計法の開発～防耐火性能の評価～
防火研究グループ 上席研究員 成瀬友宏

CLTによる木造建築物の設計法の開発

～防耐火性能の評価～

防火研究グループ 上席研究員 成瀬 友宏

I はじめに

1990年代にオーストリアで開発され、欧米においてはすでに多くの建設実績のある木質構造材料であるCLT（直交集成板）を、我が国においても普及させるための研究活動が行われている。これは、CLTの寸法安定性が高いこと、厚みのある製品であることから、断熱性や耐火性を持つことが期待され、木材の有効利用にもつながるからである。

国立研究開発法人建築研究所では、CLTを含む木質材料を用いた建物の防耐火設計に関する基準の整備に必要な技術的知見を収集するため、平成23～25年度「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26～27年度「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」の研究課題において検討してきた。

国土交通省と林野庁は、CLTの普及に関する具体的な施策の内容とスケジュールを幅広く周知することにより、関係者の取組を促進するため、「CLTの普及に向けたロードマップ」を取りまとめ、平成26年11月11日に公表した¹⁾。防火基準に関しては、燃えしろ設計に関する告示を平成27年度中に公布し、準耐火建築物が求められる規模等の建築物に、CLTを「現し」で使用可能にすることを目指す成果としている。基準強度の検討も同時に行われており（ロードマップ上では平成28年度公布予定）、今般その結果に基づき、CLTの燃えしろ設計による非損傷性等の防耐火性能について検討を行ったので、その概要について紹介するとともに、関連して実施している研究内容について紹介する。

II CLTの防耐火性能の評価

平成26年度にCLTの防耐火性能について、今後主に利用が想定されるパネル構成のCLTについて、以下の項目を主な課題として検討を行った^{2,3)}。

- ①ラミナの樹種・厚さ・接着剤の種類・層構成によるCLTの炭化速度の測定
- ②CLTパネル部材の燃えしろの適用可能性
- ③CLTパネルを用いた壁や床等の接合部の非損傷性確認
- ④CLTパネル部材（目地含む）の遮熱性・遮炎性確認

⑤CLTパネルを用いた壁や床等の接合部の遮熱性・遮炎性確認

その結果、今後主に利用が想定される構成のCLTパネル（樹種：スギ、API接着剤、Mx60、壁：5層5プライ150mm、床：5層7プライ210mm・7層7プライ210mm、屋根：3層3プライ90mm）の防耐火性能については、設計上安全側に想定した荷重設定条件のもとで、以下の知見が得られた。

- ・壁・床・屋根の遮熱性と遮炎性は十分に期待できること
- ・床の非損傷性は十分に期待できる。ただし、壁の非損傷性は片側加熱時の偏心の影響があり、屋根と合わせて基準強度に基づき非損傷性を確認する必要があること

そこで、基準強度（案）に基づいて、燃えしろによる壁・床・屋根の非損傷性について実験的に確認し、耐力に十分な余裕が見込まれるもので知見が得られていないものについては、燃えしろによらない構造（いわゆる、準耐火構造等で被覆による構造）として、原断面の長期許容応力に相当する荷重に対する非損傷性を実験的に検討した。

実験は写真1および2に示すように、建築研究所の壁炉と水平炉を用いて載荷加熱（ISO834に規定する加熱曲線）を行った。試験体の構成、試験の条件、温度・変位の測定は参考文献^{2,3)}と同様に実施し、荷重はJASに適合するCLTについて、ラミナの強度、CLTの層構成等をパラメータとして算出する基準強度（案）に基づき設定した。CLTの構成、実験における荷重条件を表1に、実験結果の一例を図1に示す。

実験の結果から、CLTに燃えしろ設計を導入する上で、壁・床・屋根の余裕度を見込んだデータが収集できた。また、燃えしろによらない構造として、原断面の長期許容応力に相当する荷重に対する非損傷性については、壁(5-5)、床(5-7、7-7)^{2,3)}について検討が可能なデータが収集できた。

III 防火被覆の効果を考慮した燃えしろ設計法の合理化

CLT、製材、集成材、LVL（単板積層材）等の木質パネルの表面に被覆材を設け、燃えしろを低減するための小規模な実験を実施し^{2,3)}、これらの知見を基に、平成27年度は被覆の効果を壁・床・柱・梁等の部材による確認のための実験を、

共同研究（平成 27 年度建築基準整備促進事業 F5）に基づき実施している。実験の対象及び考え方は、表 2 に示す通りであり、実験結果については、別の機会に詳しく紹介したい。

IV おわりに

CLT を用いた壁・床・屋根に燃えしる設計を導入する上での安全性を確認できる知見、CLT の原断面の長期許容応力に相当する荷重に対する非損傷性についての知見、防火被覆の効果を考慮した燃えしる設計法の合理化のための知見を収集することができた。

本研究を実施するにあたり、国土交通省平成 26 年度建築基準整備促進事業 F2 「CLT（直交集成板）の燃えしる設計法に関する検討」については、（一社）日本 CLT 協会、早稲田大学、桜設計集団一級建築士事務所、木構造振興株式会社と、国土交通省平成 27 年度建築基準整備促進事業 F5 「防火被覆の効果を考慮した燃えしる設計法の合理化に資する検討」については、日本集成材工業協同組合、（一社）日本 CLT 協会、（一社）全国 LVL 協会、木構造振興株式会社、早稲田大学、東京理科大学、桜設計集団一級建築士事務所と共同研究を締結し、林野庁の事業とも情報共有を行い、国土交通省国土技術政策総合研究所との共同研究のもとで実施している。

参考文献

- 1) http://www.mlit.go.jp/report/press/house04_hh_000551.html
- 2) 平成 26 年度独立行政法人建築研究所講演会 <http://www.kenken.go.jp/japanese/research/lecture/h26/pdf/T4.pdf>
- 3) 長谷見ほか、CLT パネルを用いた建築物の防耐火技術の開発 その 1~12、日本建築学会大会学術講演概要集 2015

表 1 実験に用いた CLT の構成・実験条件・実験結果

部位	構成	荷重想定	荷重	耐火性能
壁	5-5-150mm	燃えしる 60mm (60 分) 想定	266kN	79.8 分
		原断面の長期許容応力相当	647kN	63.5 分
床	7-7-210mm	燃えしる 60mm (60 分) 想定	63.5kN	122.0 分
		燃えしる 60mm (60 分) 想定	47.9kN	117.8 分
屋根	3-3-90mm	燃えしる 30mm (30 分) 想定	3.68kN	40.0 分

構成の「5-5-150mm」は Mx60、5 層 5 プライ、厚さ 150mm を示す。



写真 1 水平炉



写真 2 壁炉

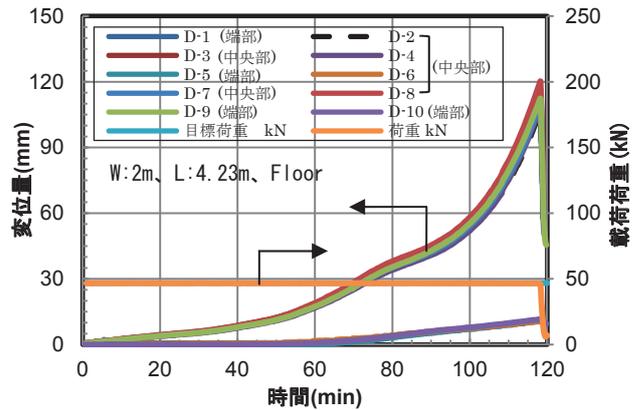


図 1 変位・荷重の測定結果の例（床(5-7)）

表 2 防火被覆の効果を考慮した燃えしる設計法

部材	仕様	載荷荷重
床	CLT(スギ)150厚 被覆材: せっこうボード12.5厚	60分時残存断面に短期許容応力に相当
	CLT(スギ)150厚 被覆材: せっこうボード15厚	原断面に長期許容応力に相当
	集成材(スギ)150厚 被覆材: せっこうボード12.5厚	60分時残存断面に短期許容応力に相当
	集成材(スギ)150厚 被覆材: せっこうボード15厚	原断面に長期許容応力に相当
壁	CLT(スギ)90厚 被覆材: せっこうボード12.5厚	60分時残存断面に短期許容応力に相当
	CLT(スギ)90厚 被覆材: せっこうボード15厚	原断面に長期許容応力に相当
	集成材(スギ)90厚 被覆材: せっこうボード12.5厚	60分時残存断面に短期許容応力に相当
	集成材(スギ)90厚 被覆材: せっこうボード15厚	原断面に長期許容応力に相当
梁	スギ集成材(同一等級構成) 105×240 被覆材: 木材(スギ)45厚	梁の短期許容許容応力に相当
	スギ集成材(同一等級構成) 105×240 被覆材: 木材(スギ)30厚	梁の短期許容許容応力に相当
柱	スギ集成材(同一等級構成) 105×105 被覆材: 木材(スギ)45厚	柱の短期許容許容応力に相当
	スギ集成材(同一等級構成) 105×105 被覆材: 木材(スギ)30厚	柱の短期許容許容応力に相当
	スギ集成材(同一等級構成) 150×150 被覆材: せっこうボード12.5厚	柱の燃えしる(27mm)設計
合わせ柱	スギ集成材(同一等級構成) 105×105 4本	柱の燃えしる(45mm)設計
	スギ製材105×105 4本	柱の燃えしる(60mm)設計
合わせ梁	スギ集成材(対称異等級構成) 105×300 2本(隙間3)/ボルト留め [3面加熱]	梁の燃えしる(45mm)設計
	スギ集成材(対称異等級構成) 105×300 2本(隙間3)/ボルト留め [4面加熱]	梁の燃えしる(45mm)設計
	スギ集成材(対称異等級構成) 105×300 2本(隙間3)/ビス留め [3面加熱]	梁の燃えしる(45mm)設計
柱・壁 取合部 (柱)	スギ集成材(同一等級構成) 120×180 せっこうボード12.5厚×2枚張り 受材: スギ30×60	柱の燃えしる(45mm)設計
	スギ集成材(同一等級構成) 150×150 せっこうボード12.5厚×2枚張り 受材: スギ30×60	柱の燃えしる(45mm)設計