

木質系構造の耐火性能に関する研究

その 25 : 5 階建て木質複合構造建築物の実現

正会員 ○ 須藤昌照*¹⁾ 同 遊佐秀逸*¹⁾
同 吉川利文*¹⁾ 同 金城 仁*¹⁾
同 長村寛行*²⁾ 同 大内富夫*³⁾

木質系複合構造 耐火性能 5階建て 建築物 実現

1. はじめに

周知のように、建築基準法の防火関連の規定では、建物を「耐火建築物」にすれば地域、規模等の制限はない。木質系構造でこれを実現するための研究成果の一部について、これまで本学会大会で「木質系構造の耐火性能に関する研究、その 1～その 21」^{1),2),3)}を報告してきた。ここではその成果を踏まえて、5 階建て木質ハイブリッド構造を適用した建築物の実現に向けて研究した結果について報告する。検討した主要構造部材は、柱、梁等が中心となるが、実際の設計ではその耐火性能を確認しておかなくてはならない接合部（ボルト接合部、仕口等）にも触れていることが特徴である。

2. 研究目的

国土交通省及び建築研究所の「木質複合建築構造技術の開発」プロジェクトにおいて、防火部門の主要な研究目標は、①木質複合構造の 5 階建て建築物が建築可能となるような構造方法、及び性能に基づく評価法の開発、②木質複合構造の普及に関して、将来の法令改正等に役立つ資料の整備となっていた。このうち、①を現時点で実現するための研究成果については前述のように既に報告してある。ここでは、さらにこの成果を応用して実際の建築物として実現するまでの研究を報告する。

3. 研究方法

・ 解決すべき主な問題点

「耐火建築物」を木質系部材で実現するためには、第一に、主要構造部を「耐火構造」とする、いわゆる部材ハイブリッドであることを要し、そのためには国土交通大臣に

よる認定を取得しなければならない。第二に、木質系であるがゆえに、確認申請時に問われるであろう、主要構造部以外の接合部等の詳細部の耐火性能を予め確認しておくこと。第三に部材断面寸法等を可能な限り小さくするために、鉄と鋼による合成構造の構造性能を実証する必要があること等である。第一への対処方法は、木質ハイブリッド総プロの一環として対象主要構造部材の耐火性能を建築研究所でのモデル部材による性能確認予備実験を経て、(財)ベターリビング、及び(財)日本建築総合試験所での性能評価試験を実施し、大臣認定を取得した。第二に対しては、柱、梁、ブレース等のボルト接合部、合板耐震壁、仕口部、構造上必要となる木部クリアランスの燃え込み防止対策等を含んだ実大部材による確認実験を(財)ベターリビングにおいて実施し、資料を整えている。また、第三に対しては、(財)日本建築センターで構造評定を受ける過程で、建築研究所及び東京大学に於いて構造関連の実証実験を行っている。ここでは第一に関する概要の紹介と、第二の研究結果を主に報告することとし、第三については関連論文等^{4)~6)}を参照されたい。

これまでに明らかにされた部材ハイブリッドによる耐火構造の実現方法の概要を整理すると、表 1 のようになる。構造概要の既存の耐火構造を基とした木質系材料による被覆は、本プロジェクトで精力的に開発を進めたもので、鉄骨構造+木被覆の構造方法により上述の耐火性能試験方法を適用しても、被覆材の燃え止り（燃焼・熱分解等の停止）により非損傷性が確保されるものである。柱及び梁部材において、鋼材の形状、断面寸法、被覆材の樹種、被覆厚さ

表 1 部材ハイブリッドによる耐火構造

構造概要	実現した構造方法	耐火性能試験で必要とされる性能	性能の説明等
既存の耐火構造を基とした木質系材料による被覆	鉄骨構造+木被覆	被覆材の燃え止り（燃焼・熱分解等の停止）による非損傷性の確保	鉄骨温度が崩壊温度まで上昇せず、非損傷性等が確保される。当面柱、梁等に適用
木質系主要構造部を被覆材で保護した構造	構造用集成材、製材等を石膏ボード等で被覆（メンブレン工法等）	被覆材が燃え尽きても鉄骨温度が高温とならないことによる非損傷性の確保	将来は、ある一定の範囲内での炭化が許容されることもあり得る。当面、壁、床、屋根、階段等に適用

Fire Resistance on hybrid wooden structure,

Pat25: Research in practice on 5-story fire resistance hybrid wooden structure building.

SUDO Masateru, YUSA Shuitsu, YOSHIKAWA Toshifumi,
KINJYO Hitoshi, NAGAMURA Hiroyuki and OOUCHI Tomio

等を検討した結果、H形鋼、十字形鋼、角鋼、フラットバー等の断面、ベイマツ及びカラマツ集成材の5～8cm厚被覆で燃え止り性状が現在までに確認されている。燃え尽き型では長さ1mのモデル部材でスギ集成材被覆による1時間耐火性能が、実大部材では無機質系材料との組み合わせによる2時間耐火性能が確認されている。また、前々報及び前報では同様に燃え尽き型で、スギ及び石膏ボード等による被覆で、1及び2時間の耐火構造が実現されている。木質系主要構造部を被覆材で保護した構造方法では、木質系構造部材を構造用集成材、製材等を石膏ボード等で被覆した仕様で主要構造部が炭化しないことによる非損傷性が確保されており、これには枠組壁工法等で一般的なメンブレン工法が含まれる。

(1) 木質ハイブリッド構造に要求される防火性能

耐火建築物として木質系建築物が具備すべき性能とは、消防活動を行わないで内部の可燃物が燃え尽きても柱、梁、壁等の主要構造部が荷重を支え続け、建物が崩壊せずに建ち続けることである。すなわち、ある一定時間経過すれば建物の崩壊を許容する準耐火建築物と根本的に異なる点がここにあり、準耐火構造で一般的な「燃え代設計」は適用できず「燃え止り設計」とも言うべき設計手法を開発する必要がある。

(2) ハイブリッド部材の試験方法

木質系構造を実際の耐火建築物の主要構造部に耐火構造として用いるためには、ISO 834に準拠した実大規模の耐火性能試験による性能確認が必要となる。これは、準耐火構造における要件、すなわち、ある規定の時間(45分、60分等)以上に、非損傷性、遮熱性及び遮炎性を満足することではなく、法第2条、耐火構造の耐火性能に記述されているように、「通常の火災が終了するまでの間、当該火災による建築物の倒壊及び延焼を防止するために当該建築物の部分に必要とされる性能」である。これを試験方法で実現すると、加熱終了後も(現在の目安として、加熱時間×3倍の時間以上)当該性能を保持するということになる。すなわち、試験方法においても、準耐火性能1時間(木三共等で要求される最も長い準耐火性能)と耐火性能1時間とは、まったく異質のものであるということを認識する必要がある。梁、柱及び接合部の試験結果は前大会で報告³⁾したので参照されたい。

以上の研究結果を基に、我が国で始めて難燃処理等を施さず、無機系材料で被覆も行わない無垢の集成材、合板耐震壁を適用した「耐火建築物」が世の中に出現することとなったわけである。当該建物の施工中の状況を写真1に、屋内の状況を写真2に示す。

4. 今後の課題

今回の建物の床は鉄筋コンクリート構造であるが、別の仕様としての、デッキプレートコンクリート打ちの床構造が梁の燃え止りに及ぼす影響や柱に取付く壁の影響の検討

等、解決すべき課題が少なくない。

建築基準法の性能規定化により、性能を有すれば木質系耐火構造が可能となる例を示したが、ここでの方法はいわゆる仕様ルート(ルートA)と称されているものである。今後は性能ルート(ルートB、ルートC)における木質系構造への適用、大臣認定に係る試験、評価業務方法書に規定する試験方法、評価方法のさらなる検討によって、より適用範囲が拡大するものと考えられる。この種の開発で留意しておかなければならないのは、前述の実施設計例のように、我が国では一般に構造設計が先行するということである。地震、風、雪等の荷重に対する安全確保、さらには木質系特有のクリープ変形等を含む耐久性を予め確認することも必要である。これらの問題をクリアして適切な設計手法が確立されることが望まれる。



写真1



写真2

《参考文献》

- 1) 遊佐秀逸, 増田秀昭他; 木質系構造の耐火性能に関する研究(その1~5) 耐火構造の実験的確認方法, 日本建築学会 2003年大会学術講演梗概集, A-2, 2003年9月
- 2) 遊佐秀逸, 増田秀昭他; 同上(その6~13) 実験概要と今後の展望他, 日本建築学会 2004年度大会学術講演梗概集, A2, 2004年8月
- 3) 遊佐秀逸, 増田秀昭他; 同上(その14~21) 日本建築学会 2005年度学術講演梗概集 A2, 2005年9月
- 4) 長村寛行, 桐野康則他; 5階建て木質複合構造建築の実現に関する研究, その1建物概要・防火計画, 日本建築学会 2005年度大会(近畿), 構造部門, 2005年9月
- 5) 桐野康則, 長村寛行他; 同上 その2構造概要, 同上
- 6) 腰原幹雄, 五十田博他; 同上 その3構造要素の性能, 同上
- 7) 池田憲一; 高層木造建築物の火災安全設計, 2004年度日本建築学会大会(北海道)防火部門研究協議会資料, pp21-27, 日本建築学会防火委員会, 2004年8月

*1) (財)ベターリビング 筑波建築試験センター

*2) アーキテクトオフィス ストレートシープ

*3) 鹿島建設株式会社