

- 7 木質複合建築構造技術の開発フォローアップ

Follow-up Project on Timber-based Hybrid Building Structure

(研究期間 平成 16～17 年度)

構造研究グループ	河合直人	井上波彦	
Dept. of Structural Engineering	Naohito Kawai	Namihiko Inoue	
材料研究グループ	中島史郎	山口修由	
Dept. of Building Materials and Components	Shiro Nakajima	Nobuyoshi Yamaguchi	
防火研究グループ	萩原一郎	増田秀昭	成瀬友宏
Dept. of Fire Engineering	Ichiro Hagiwara	Hideaki Masuda	Tomohiro Naruse

As a follow-up project after the R&D project on timber-based hybrid structures from F.Y. 1999 to 2003, studies for practical use of hybrid structures were made on both fire and structural issues. A fire test on an actual size one room fire-resistive structure was performed and it revealed self-extinguishable behavior of composite members. And shaking table tests on two scaled models of mixed structure were performed, and the applicability of quasi-three-dimensional models was confirmed. Additionally, experimental studies on joint using carbon fiber sheet were conducted to develop the highly efficient jointing systems.

【研究目的及び経過】

本課題は、平成 11 年度から 15 年度にかけて行われた課題「木質複合建築構造技術の開発」の成果を受けて、木材をあらわしにできる耐火構造の木質複合部材に関する防火関連の技術開発、及び開放的で耐震的な木質構造を可能とする平面的ハイブリッド構造に対する構造設計法の開発を主な目的とした。併せて、典型的な木質ハイブリッド部材の効率の高い接合部の開発を行った

【研究内容】

1. 防火に関する技術開発

(1) 接合部、詳細部の技術開発

木質複合部材は、一般の不燃材料で構成される耐火構造と異なり、部材の炭化による断面欠損が進行するため、部材相互の接合部及び壁や床との取り合い部における燃え抜けによる延焼拡大が危惧される。こうした接合部や、スイッチ、コンセントボックスの防火処理対策等について、耐火試験による検証を行った。

(2) 実大火災実験

木質複合部材を柱、梁に用いた 4 階建て事務所の 1 階部分を想定した約 4×4m の平屋建てで、実大火災における各部材の燃焼性状、火災終了後の被害状況、詳細部納まりの防火処理の有効性などを確認するとともに、鋼材断面寸法の異なる短柱部材を同時に燃焼させ、熱伝導解析に必要なデータ収集を行った。実験建物概要を写真 1 に示す。

2. 構造に関する技術開発

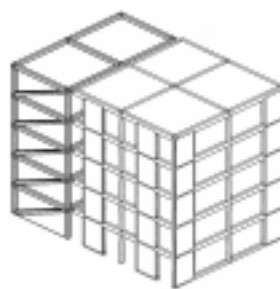
(1) 平面的複合構造の地震時挙動

木質構造と鉄筋コンクリート構造や鋼構造など他の



写真 1 実大火災実験建物概要

試験体 A 棟



試験体 B 棟

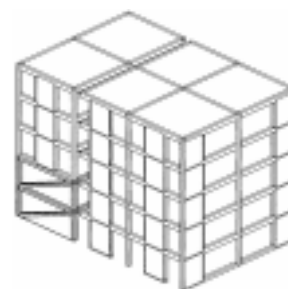


図 1 模型振動実験試験体見取り図

構造とを平面的に複合した構造物の、地震時の挙動、地震力の分布、各部の応力や変形を確認し、耐震設計法の妥当性を検証するため、平面的複合構造の模型振動実験を行った。試験体は、木質構造（壁式構造）と鋼構造（ブレース構造）の平面的複合構造、5 階建て 3 分の 1

の縮小模型 2 体である。図 1 に試験体の見取り図を示す。

(2) ハイブリッド技術による接合部の性能向上

CF シートによる木質部材接合部の繊維直交方向せん断強度の補強効果及び繊維方向せん断強度の補強効果を調べるために、CF シートで木材の接合面を補強した鋼板挿入式ドリフトピン接合部の実験を実施した。

【研究結果】

1. 防火に関する技術開発

(1) 接合部、詳細部の技術開発

耐火試験による検証結果に基づき、木質複合部材の接合部、床壁との取り合い部、コンセントボックスの防火処理対策等の設計・施工マニュアルを整備した。

(2) 実大火災実験

実験建物の火災継続時間は図 2 に示す通り、標準建物火災(ISO-834)換算で概ね 40 分燃焼が継続した。代表的なはり部材の温度履歴を図 3 に示す。本実験においても、部材毎による耐火試験と同様に燃え止まりが確認された。また、被覆材として用いたカラマツ集成材の燃え止まりまでの炭化は、火熱を受ける状態によって異なるが顕著な部分では概ね 30~35mm に達した。納まり部および詳細部の防火対策では、壁構造と柱構造との接合部において、柱部にちり納まり加工を行い壁の不燃仕上げ材を挿入した防火仕様を施した結果、燃え抜け防止効果の有効性が明らかとなった。

2. 構造に関する技術開発

(1) 平面的複合構造の地震時挙動

振動台実験における神戸 NS、目標最大入力加速度 2G の際の A 棟、B 棟の最大振幅時の振動形を、平面的な変形として図 4 に示す。A 棟では、鋼構造部分が最上階までであるために、全体の捻れ変形や水平構面のせん断変形が抑制され、その結果最も変形が集中する Y01 通りの最大応答変位は B 棟の 78% 程度に納まった。併せて行った解析では、疑似 3 次元振動モデルを用いた時刻歴応答計算及び等価線形化法の適用により、概ね実験結果を予想できることが明らかとなった。これに基づき、木質複合建築構造に対する汎用的な耐震設計法として、簡易な疑似 3 次元モデルの増分解析をベースとした限界耐力計算の具体的手法を取り纏めた。

(2) ハイブリッド技術による接合部の性能向上

繊維直交方向せん断加力試験の結果の例を図 5 に示す。CF シートによるせん断強度の向上としては、7mm 厚の CF シートで補強した場合、繊維直交方向せん断強度が 3 倍程度、繊維方向せん断強度が 1.5 倍程度増加し、いずれの場合も変形性能も向上することが確認された。

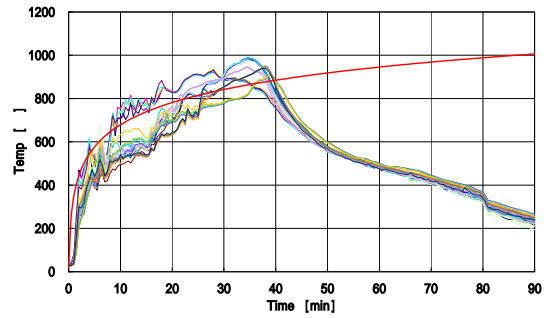


図 2 火災室温度履歴

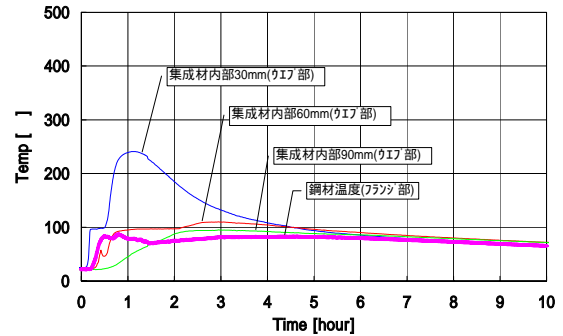


図 3 はり部材の温度履歴

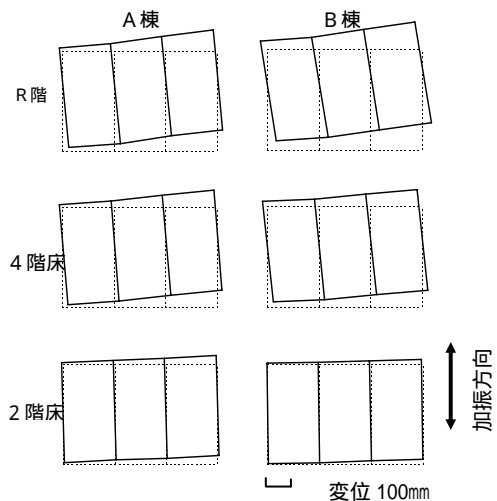


図 4 模型振動実験の最大振幅時変形状態

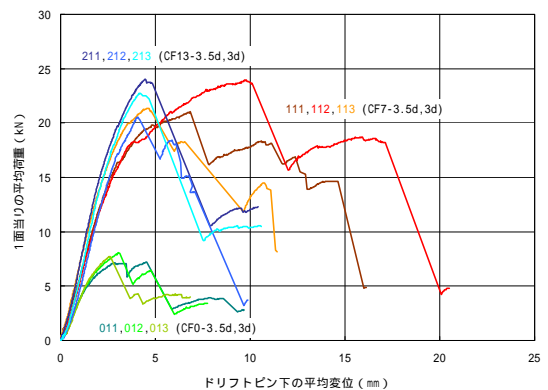


図 5 接合部の繊維直交方向荷重変形曲線