

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 5 日現在

機関番号：37111

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24560705

研究課題名(和文) 柱梁鉄骨造・床壁木造の工法を用いた中大規模建物の普及に関する研究

研究課題名(英文) Development of structural system with steel frame and wooden floor for middle and large size building

研究代表者

稲田 達夫 (INADA, Tatsuo)

福岡大学・工学部・教授

研究者番号：80580175

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円

研究成果の概要(和文)：従来補強コンクリート構造(RC造)で造られていた非住宅中大規模建物(オフィスビル等)の床の構造体にCLT(直交集成材)等を使用することにより、国産木材の新たな市場分野を開拓し、国産木材の使用量を飛躍的に増大させることが本研究の目的である。本研究で明らかになった事項は以下である。(1)実験的検討によりCLT床の場合でも剛床仮定が成立することを示した。(2)実験的検討により、CLT床の場合でも、合成梁効果が発揮されることを示した。(3)小型炉を用い実験を行い、2時間耐火を可能とする耐火被覆仕様の検討を行った。以上により、柱梁鉄骨床CLT構造が、構造的にも耐火的にも実現可能であることを示した。

研究成果の概要(英文)：In this research, the author try to apply timber (particularly Cross Laminated Timber,CLT) to the floor of middle or large-size buildings (particularly tall building) made by steel frame. By applying CLT to the floor of all non-residential buildings in Japan, the domestic timber market will increase 10,000,000 m³. The result of this research is as follows.(1)Realization of the unity of the floor,(2)Expression of the performance of the synthetic beam,(3)Realization of the two hours fireproof system. By the above, steel frame structure with CLT floor shows that it is feasible for the fireproof and structurally.

研究分野：建築構造

キーワード：CLT 木材 耐火性能 構造性能 剛床 合成梁

1. 研究開始当初の背景

近年、建築分野では木質材料の活用に注目が集まっている。その背景としては、戦後、植林された木材が資源として利用可能な時期を迎える一方、木材価格の下落等の影響により森林の手入れが十分に行き届かず、国土保全などの観点から森林の多面的機能の低下が懸念されること、および、地球温暖化対策の観点からも、植林することにより再生可能という点でエコマテリアルである木質材料を、再評価しようという機運が盛り上がっていることが上げられよう。

2. 研究の目的

本研究は、我国では従来殆ど木質構造が適用されることのなかった、非住宅中大規模建物（特にオフィス・集合住宅等）の床および壁を中心に、国産の木材の使用を促進することにより、木材の新たな市場を開拓し、国産木材需要の飛躍的増大を図ることを目的とする。

3. 研究の方法

(1)木造床と鉄骨梁の接合法の検討

特に、剛床の確保、合成梁効果の把握等を中心に、具体的接合法についての性能確認実験を行った。

(2)制震装置組み込み制震壁の開発

構造設計の高質化ためには、制震装置等の活用は有効である。木材を架台とし、鋼材系の制震パネルを組み込んだ、制震装置を開発し縮小モデルによる性能確認実験を実施した。

(3)床壁の耐火性の検討

木材の使用を前提とする場合、防耐火の問題は重要な検討項目である。本研究では、2時間耐火の実現を目的としたデータ収集のため、石膏ボード、珪酸カルシウム板等を対象として、小型炉による耐火燃焼実験を実施した。

(4)試設計による構造的優位性の確認

軽量化による耐震性能の改善、剛床仮定の成立の可否等の把握を目的として、具体的建物を対象とし、試設計を実施した。また、その成果をまとめることにより、本構造システムを実施する場合必要となる標準仕様書の作成を行った。

4. 研究成果

(1)木造床と鉄骨梁の接合法の検討

①製材を対象とした性能確認実験

本研究では特に製材床の鉄骨梁に対する補剛効果に着目し、図1のような形態の実験試験体を作成し、単調曲げ載荷実験を実施した。図2に載荷方法を、図3に実験結果を示す。結果としては、合成梁としての性能が充分発揮されていることが確認された。

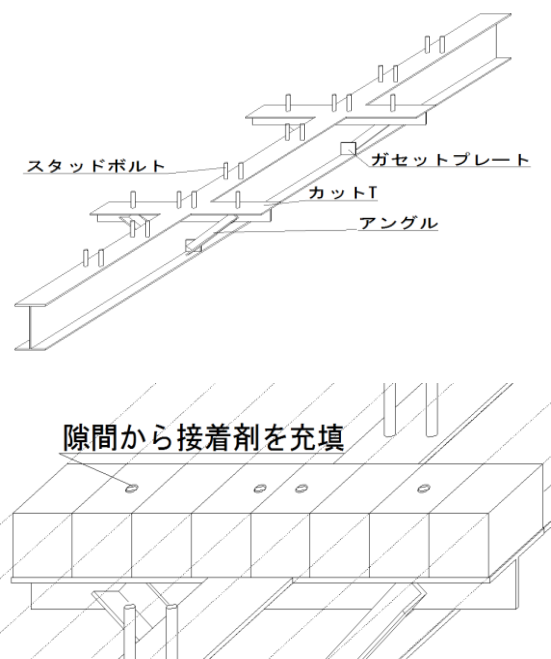


図1) 製材による性能確認実験試験体

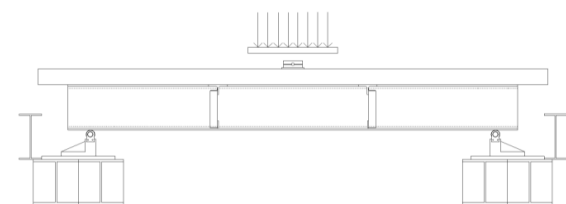


図2) 載荷方法

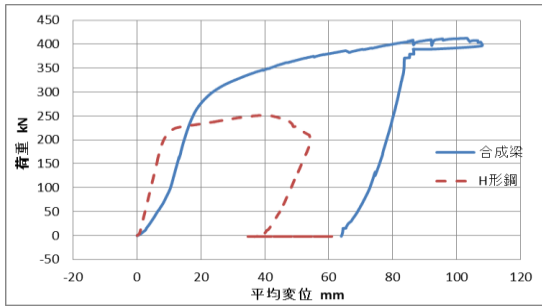


図3) 実験結果

②CLTを対象とした性能確認実験

a) 合成梁（鉄骨梁・CLT床）の曲げ載荷実験
 本研究では特にCLT（クロスレイネット・ティンバー）に着目し、CLT床の鉄骨梁に対する補剛効果について、図4のような実験試験体を作成し、単調曲げ載荷実験を実施した。図5に実験結果を示す。結果としては製材の場合と同様、合成梁としての性能が充分発揮されていることが確認された。

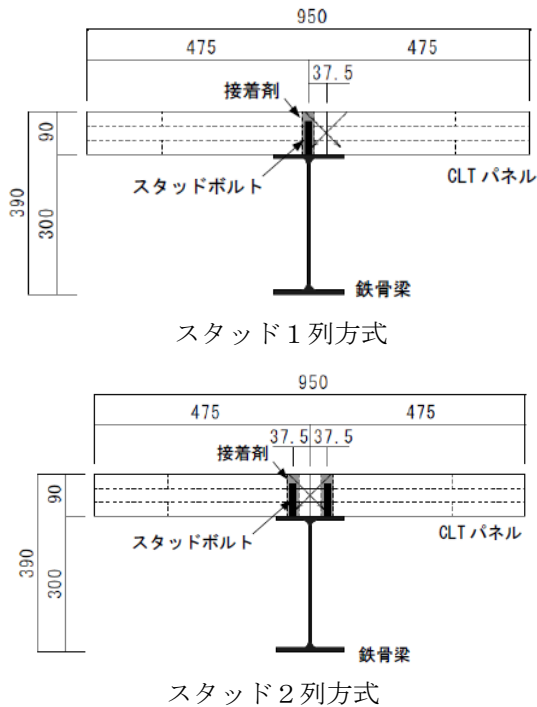


図4) 試験体図

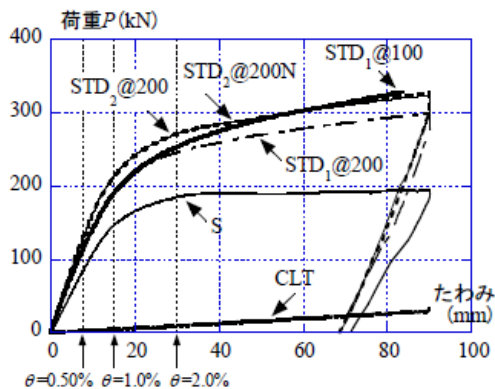


図5) 実験結果

b) 鉄骨梁とCLT床の接合法の構造的な把握
 本構造システムでは、CLT床と鉄骨梁の接合法は、あらかじめ鉄骨梁に打設された頭無しスタッド（13φ）に、あらかじめ穴開けを行ったCLTパネルを差し込み、充填剤で固結させる方法とする。その固結強度・剛性を確認するため、押し抜き実験を実施した。図6に試験体図を、図7に載荷方法を、図8に実験結果を示す。結果としては、固結強度・剛性ともに十分な性能を有することが確認された。

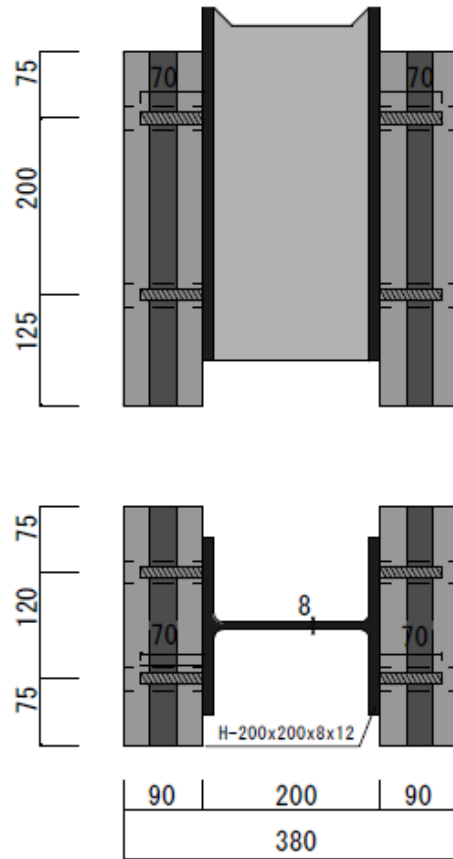


図6) 試験体図



図7) 載荷方法

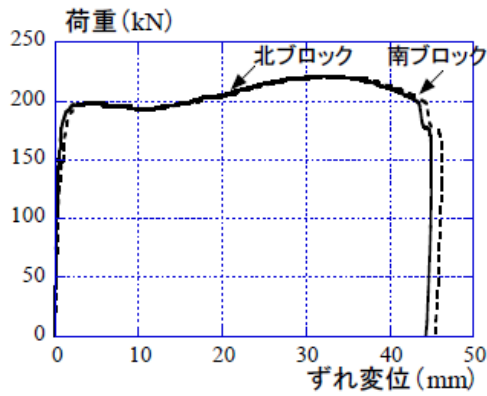


図 8) 実験結果

(2)制震装置組み込み制震壁の開発

CLT を架台とした、鋼材系の制震装置を開発し性能確認実験を実施した。想定した、制震装置は、図 9 のような形態のものである。

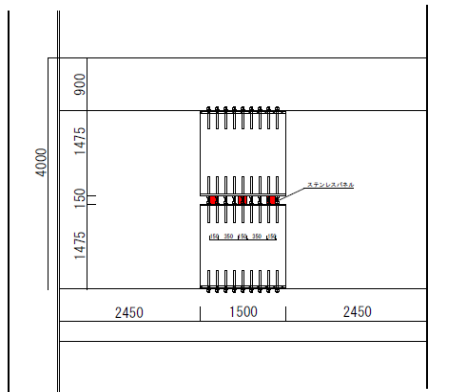
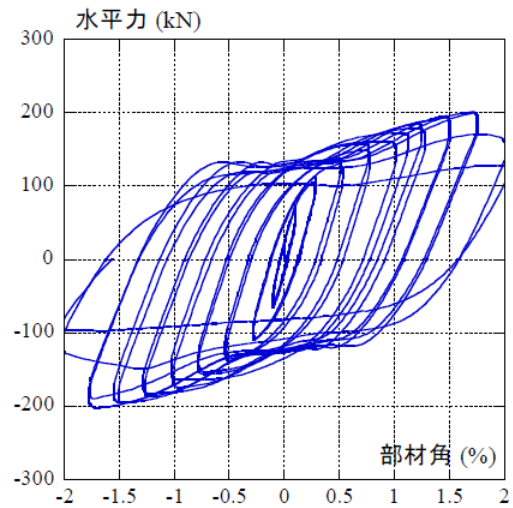


図 9) 想定した制震装置のイメージ

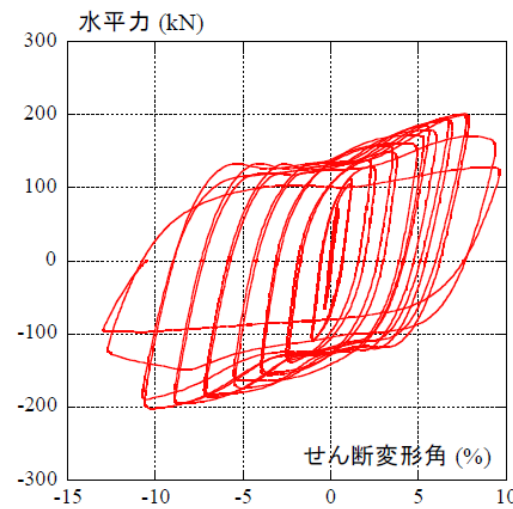
想定に基づいて、縮小モデル試験体を作成し、繰り返し載荷実験を実施した。試験体形状、荷方法を図 10 に、実験結果を図 11 に示す。実験結果より、CLT パネルが、制震装置の架台として十分な性能を発揮していることが確認された。



図 10) 試験体形状、載荷方法



全体の水平力 - 部材角関係



パネル部の水平力 - せん断変形角関係

図 11) 制震装置実験結果

(3)CLT 床の耐火性能の検討

中大規模非住宅建物の建設のために必須となる CLT 床の 2 時間耐火性能の実現のため、石膏ボード、珪酸カルシウム板等を対象として、小型炉による耐火燃焼実験を実施した。図 12 に試験体図を、図 13 に実験結果を示す。

結果として、耐火実験より判明したことはいかである。

①珪酸カルシウム板 75mm は、強化石膏ボード 75mm は、いずれも 2 時間耐火の性能を十分有する。

②珪酸カルシウム板は、表面温度が 1000 度程度に達しても、ひび割れは生じるものの、

大きな崩れ等は生じないことが分かった。

③強化石膏ボードは、内部の結晶水が存在する間は、温度は 100 度を維持し高い遮熱性能を有するが、表面温度が高温に達し、内部の結晶水が消滅してしまうと、遮熱性能を失い大きな崩れが生じる。

④従って、2 時間耐火実現のためには石膏ボードを CLT 側に配置し、表面（加熱面）を珪酸カルシウム板で覆うのが、有効な方法と判断される。

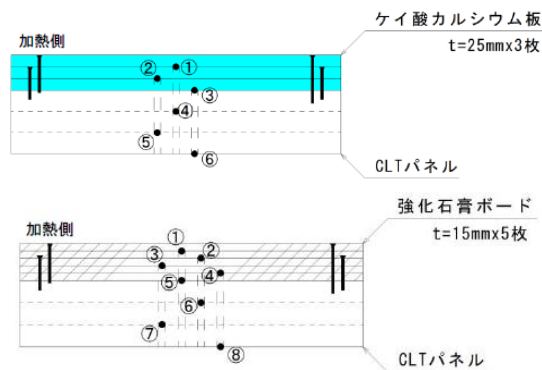


図 1 2) 耐火実験試験体形状

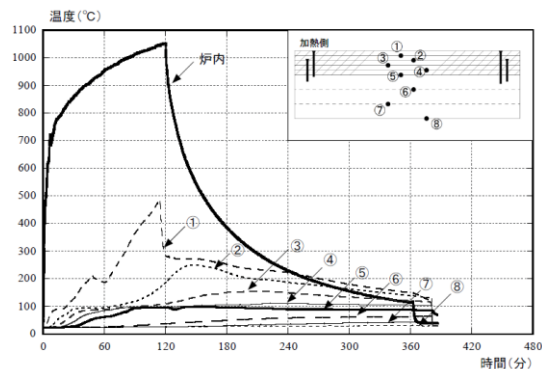
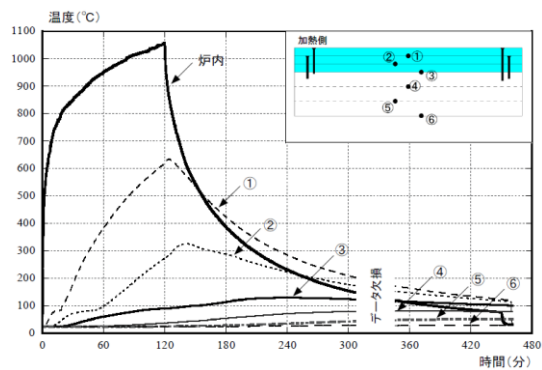


図 1 3) 耐火実験結果

(4) 試設計による構造的優位性の確認

床を CLT として建物を設計する場合の図面の表現方法、標準仕様書に記述すべき項目、新たな検討項目等を明らかにし、床 CLT 構造の普及促進に努めることを目的として、30 層建物の試設計を行い、一通りの設計図書を示した。標準仕様書に記述すべき項目としては、材料仕様、施工精度、防水しより、防腐処理、施工手順、耐火被覆仕様、耐火被覆目地仕様、床開口仕様、等がある。また、床を CLT にすることにより、新たに検討を要する項目としては、床開口に関する事項や、剛床の成立の可否に関する検討等がある。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 3 件)

- ① 稲田達夫、中大規模 S 造オフィスビル床の CLT 化実現に向けて、木の建築 40、2015. 01、pp. 60-63、査読無し
- ② 藤井秀行、稲田達夫、環境性能・修復性能・森林保全を考慮した建築構造設計法の研究、日本建築学会技術報告集 46、2014. 10、pp. 1157-1160、査読有り
- ③ 稲田達夫、建材試験情報、中大規模木造建築は建築分野を革新するか (CO2 排出削減と林業活性化への道筋)、建材試験情報 1'14、建材試験センター、2014. 01、pp. 40-45、査読無し

[学会発表] (計 6 件)

- ① 森宗二郎、倉富洋、藤井秀行、稲田達夫、柱梁 S 造一床木造システムの開発 (その 2 クリープ等経時変化について)、日本建築学会大会 (近畿) 学術講演梗概集、2014. 09、神戸大学 (兵庫県・神戸市)
- ② 倉富洋、藤井秀行、稲田達夫、柱梁 S 造一床木造システムの開発 (その 3 鉄筋を内蔵した CLT の単調曲げ載荷実験)、日本建築学会大会 (近畿) 学術講演梗概集、2014. 09、神戸大学 (兵庫県・神戸市)
- ③ 藤井秀行、倉富洋、稲田達夫、柱梁 S 造一床木造システムの開発 (その 4 木床構造の利点について)、日本建築学会大会 (近畿) 学術講演梗概集、2014. 09、神戸大学 (兵庫県・神戸市)
- ④ 藤井秀行、稲田達夫、超高層建物への木床導入に関する検討 (軽量化による固有周期の変化について)、日本建築学会大会 (北海道) 学術講演梗概集、2013. 08、北海道

大学（北海道・札幌市）

- ⑤平田博之、平野義明、新久保達也、稲田達夫、柱梁S造床木造システムの開発（その1：105角柱製材を利用した曲げ載荷実験）、日本建築学会九州支部研究報告 第52号、2013.03、大分大学（大分県・大分市）
- ⑥平野義明、平田博之、新久保達也、稲田達夫、柱梁S造床木造システムの開発（その2：木床とS梁接合部の基本的性状の把握）、日本建築学会九州支部研究報告 第52号、2013.03、大分大学（大分県・大分市）

[その他]
特に無し

6. 研究組織

(1) 研究代表者

稲田 達夫 (INADA Tatsuo)
福岡大学・工学部・教授
研究者番号： 80580175

(2) 研究分担者

無し