

1) - 1 2 中層木造建築物の合理的な構造設計法に関する研究

【持続可能】

Study on Structural Design Method for Mid-rise Timber Building

(研究開発期間 令和元～3年度)

構造研究グループ
Dept. of Structural Engineering

中島昌一
NAKASHIMA Shoichi

This research and development are aimed to establish the structural design method for mid-rise (from four to six stories) timber building. There are two research topics (1) allowable structural design method of mid-rise post and beam timber structure and 2x4 structure (2) bi-linear relationship of the connection for CLT panel and mixed structure. during the three years, horizontal loading test for two and four stories real size wall and frame, reinforced 2x4 wall test, the tensile test of CLT drift pinned connections were performed.

【研究開発の目的及び経過】

本研究開発課題は、元公共建築物木材利用促進法（現脱炭素社会の実現に資する等のための建築物等における木材の利用の促進に関する法律）等により、木造建築物の中高層化への関心が、国内外で高まる中、中層（4層～6層）の木造建築物を対象として、設計者が容易に実現可能な合理的な構造設計の構築を目指し、軸組耐力壁工法、枠組壁工法、CLTパネル工法の許容応力度等計算に資する技術資料を整備することを目的として、研究開発を実施するものである。以下に2つの主要課題を示す。

1) 軸組工法及び枠組壁工法に関して、中層化に伴い柱軸力が大きくなる¹⁾が、めり込み応力に対する補強方法や、垂壁・腰壁による曲げ戻し効果を活用する仕様及び評価方法が整備されていない。

2) CLT構造及び他構造にCLTを併用した構造について、これらの中層化には接合部性能の高強度化および高靱性化が必要であり、特に鋼板を木材内に挿入しドリフトピン（丸鋼）を打ち付け接合具を曲げ抵抗させる接合方法が有効とされている。しかし、大径（φ20以上）のドリフトピンの配置ルールや複数本を配置した場合の低減方法に関する設計及び評価方法が整備されていない。

図1(a)に示すような連層する耐力壁に関する検討、図1(b)に示すように各種CLT-CLT、CLT-S間の接合の検討を中心に、R1年度からR3年度まで研究開発を実施した。

【研究開発の内容および成果】

R1年度は、軸組耐力壁工法については、腰壁や垂壁によって構面の水平せん断性能に付与される性能とそれによる脚部の設計法の合理化に向けた実験的検討を実施した（図1）²⁾。枠組壁工法については、耐力壁の高強度化

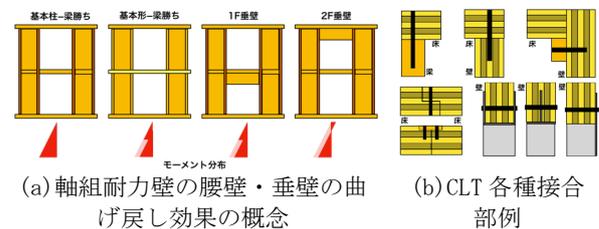


図1 研究対象の概念

に向けて、枠組み材脚部の圧縮軸力を処理するめり込み補強法と設計法の提案を行った（図2）。CLTパネル工法については、壁がら CLTパネル工法のための接合法の提案とCLTの層構成および接合具の性能・本数に応じた適切な接合具配置の提案³⁾⁴⁾を行った。また支圧強度の評価法を検証した。⁵⁾

R2年度は、軸組耐力壁工法については、ラーメン置換による力学モデルを検証するための4層実大実験実施のための試験計画を実施した。枠組壁工法については、耐力壁の高強度化に向けて、上下枠や頭つなぎ材、梁材に対する縦枠材のめり込み補強を施した耐力壁について、5階建1階相当の鉛直荷重を付加した実大水平載荷実験を実施し、めり込み補強効果を検証した。CLTパネル工法については、接合部の最大耐力、初期剛性、降伏耐力の性能評価法を提案し、実験により検証した⁶⁾。その他、また、筋かいと面材を併用した架構の相互効果の実験的な検証⁷⁾、CLTの座屈強度の検証等⁸⁾を実施した。

R3年度は、4層実大構面の水平載荷実験を実施し、モデルの妥当性を検証した。枠組み壁工法については、土台アンカーボルトの補強法を提案した。CLTパネル工法については、接合部のせん断実験を実施し、適切なDP配置、設計式の検証を実施した。また、鉄骨造と併用したCLT架構の十字型試験を実施した。



図2 軸組2層試験体



図3 めり込み試験



図5 支圧試験体



図7 めり込み補強壁試験

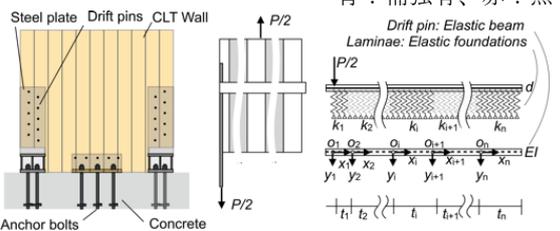


図9 CLT 接合部の解析モデル

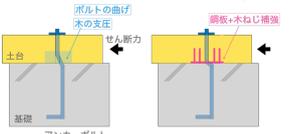


図10 土台補強イメージ



図12 4層壁試験

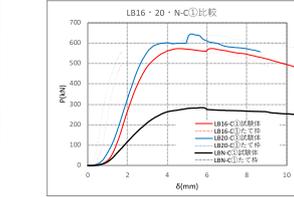


図4 荷重変位関係

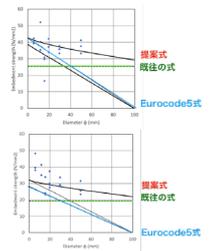


図6 支圧試験結果
上:カラマツ, 下:スギ

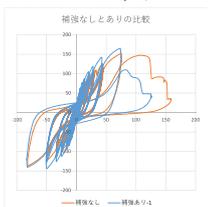


図8 荷重変位関係
青:補強有、赤:無

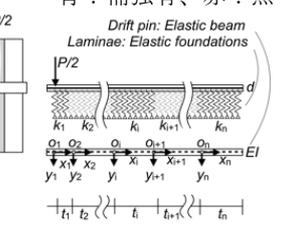


図11 CLT 接合部試験

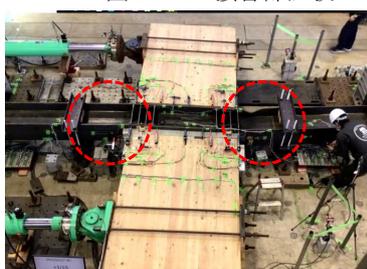


図13 CLT 混構造架構試験

【参考文献】

- 1) 大橋修, 荒木康弘, 中島昌一, 岡崎友也, 野口裕矢, 三宅辰哉, 早川翔: 枠組壁工法4層鉛直構面静加力試験 その1 実験計画概要、日本建築学会大会学術講演梗概集、2019.9.
- 2) 宮田雄二郎, 森嵩司, 中島昌一, 荒木康弘: 面材耐力壁を用いた在来軸組工法2層フレームの水平加力実験 その1. 試験体設計と実験概要、日本建築学会大会学術講演梗概集、2020.9.
- 3) 野口裕矢: 枠組壁工法高強度耐力壁脚部のめり込み性能に対する補強方法に関する研究、令和元年度交流研究員報告書、2020.3
- 4) 角田功太郎, 衣笠大樹, 森拓郎, 中川貴文, 荒木康弘, 中島昌一, 北守顕久, 五十田博: CLT連層耐震壁とダンパーで構成される耐震システムの静加力実験 その1 実験概要と破壊性状、pp.303-304、2020.9.
- 5) 三木徳人, 中島昌一, 山崎義弘, 石原直: 履歴特性の改善を目指した接合部を有するCLT-鉄骨混構造架構の繰り返し載荷実験、日本建築学会技術報告集(65)、pp.213-218、2021.2
- 6) 中島昌一, 鈴木涼太, 野口裕矢, 荒木康弘, 神戸渡, 中島史郎: 円形断面に対する集成材の支圧強度に接合具径が与える影響、pp.119-120、2020.9.
- 7) 鈴木涼太: 枠組壁工法におけるめり込み補強金物を使った実大耐力壁試験、令和2年度交流研究員報告書、2021.3
- 8) Shoichi NAKASHIMA, Yasuhiro ARAKI, Nobuhiko AKIYAMA, Norihito MIKI: ULTIMATE LOAD WITH SHEAR FAILURE OF CLT DRIFT PINNED CONNECTION, Proceedings of World Conference on Timber Engineering 2020, pp.1046-1051、2021.8.
- 9) 江口直希, 汐満将史, 中島昌一: 筋かいと構造用合板を併用した木造耐力壁の復元力特性に関する研究、日本建築学会大会学術講演梗概集、構造II、pp.601-602、2021.9.
- 10) 松尾光, 中島史郎, 宮武敦, 山本健, 藤田和彦, 荒木康弘, 中島昌一: 非対称断面構成を有するCLT(Cross Laminated Timber)の座屈挙動、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.35-36、2020.9.
- 11) 澤田知也: 枠組壁工法におけるアンカーボルト補強金物に関する研究、令和3年度交流研究員報告書、2022.3