

構造実験と数値解析に基づく CLT 壁充填型 RC 架構の耐震性能評価

地球総合工学専攻 建築工学コース
コンクリート系構造学領域 村田 晃康

1. はじめに

近年、地球温暖化の防止、また持続可能な社会の実現に向けて、CO₂削減への取組、地震後も継続使用可能な建築物の設計、木材需要の多くを占める建築領域での木材の活用促進などが社会的な課題となっている。これらの課題の解決策の一つとして Cross Laminated Timber (以下、CLT) の利用に注目が集まっている。CLT とはひき板を繊維方向が直交するように積層接着した木質構造用材料であり、既に欧州では中高層建築物の構造部材として実用化されている。特に、CLT の原材料となる木材は中小径木及び間伐材を活用することができるため、CLT の生産及び活用を普及促進することにより地域林業・木材産業の活性化が期待される。世界中で広く用いられている鉄筋コンクリート造 (以下、RC) 建築物に CLT 壁を使用することで、森林資源が循環し、CO₂吸収率の高い新たな木を植林することができるため、持続可能な社会に大きく貢献できると考えられる。しかし、CLT を耐震壁として挿入した RC 架構の構造性能は未だ研究事例が少なく、明らかにされていない。

以上の背景を踏まえて、本研究では、CLT 壁を RC 造建築物へ適用するための基礎的な検討及び将来的に CLT 壁を中高層建物へ適用することを見据え、CLT 壁が梁降伏型架構に与える影響についての検討を主目的とし、実験を実施した。また、実験結果を模擬する数値解析モデルを提案し、その整合性を確認し、提案モデルを用いて分析を行った。

2. 構造実験

本研究の実験対象は、研究対象建物の CLT 壁を有する RC 架構部分を模擬する約 40%スケールの試験体であり、試験体は計 5 体作成した。試験体一覧を図 1 に示す。実験変数は CLT 壁の有無、CLT 壁の壁厚、CLT 壁の分割数である。図 2 に載荷時の試験体設置図を示す。試験体は上下階の柱端部に 4 台のピン支承を取り付け、載荷装置に固定した。各試験体ともに南北の鉛直オイルジャッキによって各柱断面に対し軸力比 0.15 の初期軸力を加え、一定軸力を維持し、正負交番繰り返し載荷を行った。

実験から得られた試験体 BF、試験体 4CLT-60、試験体 4CLT-36 の荷重変形角関係を図 3 に、試験体 4CLT-60、試験体 2CLT-60、試験体 6CLT-60 の荷重変形角関係を図 4 にそれぞれ重ねて示す。図 3 より CLT 壁を RC 架構に組み込むことで、架構全体の耐力及び靱性能力の向上を確認した。また、試験体 4CLT-60 と試験体 4CLT-36 を比較すると初期剛性に違いが見られたものの、概ね同様の履歴性状を示したことから、CLT 壁の厚さは初期剛性には

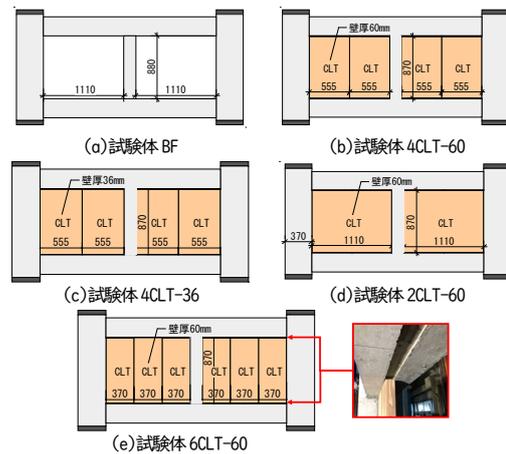


図 1 試験体一覧 (unit:mm)

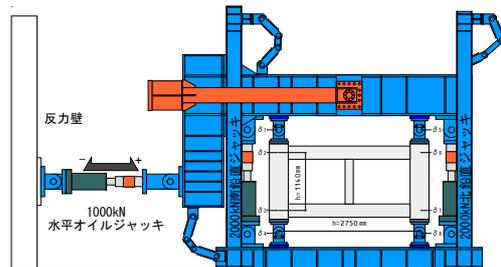


図 2 試験体設置図 (unit:mm)

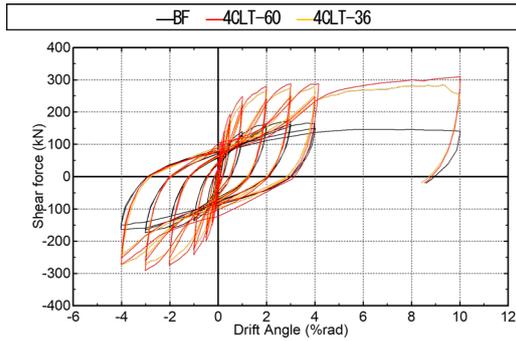


図3 試験体BF, 4CLT-60, 4CLT-36の荷重変形角関係

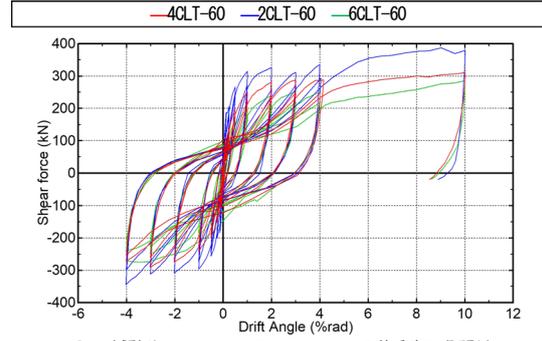


図4 試験体4CLT-60, 2CLT-60, 6CLT-60の荷重変形角関係



図5 試験体4CLT-60 最終破壊状況



図6 試験体2CLT-60 最終破壊状況

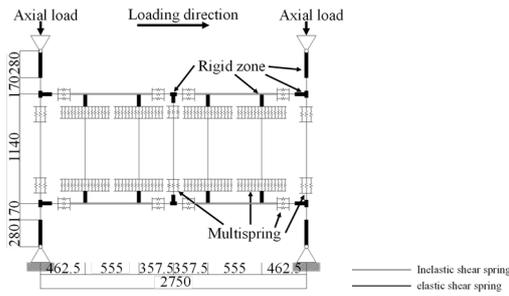


図7 試験体の解析モデル (試験体4CLT-60)

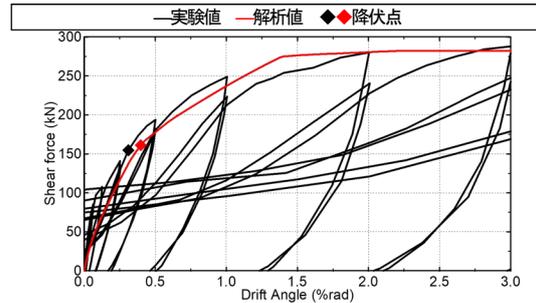


図8 試験体の解析モデル (試験体4CLT-60)

寄与するものの、架構の耐力への寄与は限定的であることを確認した。図4より、CLT壁の分割が少ないほど、架構の初期剛性及び耐力が増大する傾向を確認した。また、図5のようにCLTパネルが縦長の試験体(試験体4CLT-60, 4CLT-36, 6CLT-60)ではCLTパネルが梁に対してロッキングする挙動を示し、図6のようにCLTパネルが横長の試験体(試験体2CLT-60)では柱に対してロッキングする挙動を示した。

3. 数値解析

図7に試験体4CLT-60を例に試験体の解析モデルを示す。本研究では研究対象建物と同様のCLTパネルが縦長の試験体を対象とした。本モデルの最も特徴的な点はCLTパネルが梁に対してロッキングする挙動を、CLTパネルをM-N相関を考慮するMSバネに置換することで模擬した点である。図8に示すように解析結果は実験結果の骨格曲線を良好に評価した。また、本解析モデルから得られる応力図を力学的に修正することで、梁の保証設計に必要な知見を得る方法を提案した。力学的な補正を行う前と行った後とで結果を比較し、補正前の状態でも補正後とほとんど結果に差異がみられないことから、提案した解析モデルそのものの妥当性を確認し、提案した解析モデルが実務設計でも用いられる可能性を示唆した。これらの詳細については紙面の都合上、割愛する。

4. 結論

本研究では、持続可能な社会の実現のためにCLT耐震壁とRC架構を組み合わせた新たな工法の構造性能に関する研究を構造実験及び数値解析を用いて行った。構造実験ではCLT壁の有無、CLT壁の壁厚、CLT壁の分割数による影響を把握し、数値解析ではそれらの結果を模擬する解析モデルを提案し、提案した解析モデルが実務設計でも用いられる可能性を示唆した。