

軸組併用型 CLT パネル工法の実用化に向けて  
その5 構面実験のフレーム解析

CLT 集成材 めり込み  
構造設計 構造解析

正会員 ○中川 貴文\*1 同 腰原 幹雄\*2  
同 荒木 康弘\*3 同 森 拓郎\*4  
同 光井 周平\*5 同 松本 直之\*6  
同 姚 至謙\*7 同 原田 浩司\*8

1. はじめに

本研究では軸組併用型 CLT パネル工法の実用化に向けて、構面の水平加力実験、めり込み実験等を行い、構造設計法の開発を行っている。本報告ではそれらの要素実験結果を元にフレーム解析モデルを構築し、構面実験との比較・検証を行った。

2. 解析モデル

図1に解析対象とした前報の2層試験体と解析モデルを示した。集成材フレームは線材の梁要素とし、CLTパネルはせん断パネル置換モデルとした。PC鋼棒は引張バネでモデル化し、CLTパネルと集成材フレーム間にはめり込みの圧縮バネを設定した。2層目のPC鋼棒のバネの接続位置は1層のCLT壁パネルの上端部とした。数値計算には京大生存研が公開している wallstat ver.4.1 を用いた<sup>1)</sup>。

3. 事前解析

構面実験の試験体検討のため既報の実験値や設計値を用いて事前解析を行った。CLTはマニュアル<sup>2)</sup>に記載の設計値を元に強軸のみが曲げ抵抗すると想定し、弾性係数を減じている。PC鋼棒はカタログに記載の $\sigma$ - $\epsilon$ の関係<sup>3)</sup>から断面積、長さに応じて図2の骨格曲線を設定した。集成材フレームとCLT壁パネルの圧縮バネの剛性は既報<sup>4)</sup>の実験結果より概算し245kN/cmとした。1層と2層の変形比率を2層:1層=11:7にした場合と、2:1にした場合で変位増分のプッシュオーバー解析を行った。図3に荷重変形関係を示した。図中の「接合部許容」「接合部破断」はそれぞれPC鋼棒の引張バネが第1折れ点、終局荷重に達した時点を示し、CLT許容、CLT終局は式1を検定式として、CLTが許容応力度と材料強度に達した時点を示した。めり込みの検定は行っていない。

$$\frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{\sigma_b}{f_b} < 1.0 \quad (式1)$$

ここで、 $\sigma_c = \frac{P}{A}$   $\sigma_b = \frac{M}{Z}$   $F_c = 9.25$   $F_b = 9.25$

4. 事後解析

実験後に得られた情報等を元に解析モデルのパラメータの見直しを行い、事後解析を行った。事前解析からの変更点を下記に示した。

- ①集成材のアームの長さを1.2m(事前)から2mに変更

②集成材フレームとCLT壁パネルのめり込みの圧縮バネをその1~2の要素実験結果に準拠して設定。(図4に実験結果と重ね合わせて荷重変形関係を示した)

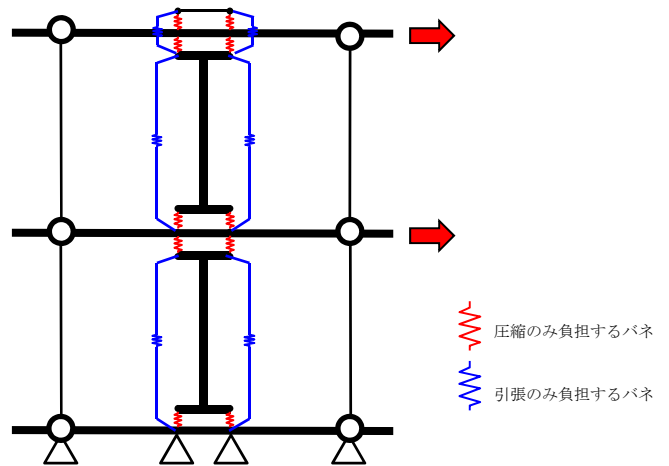


図1 解析モデルの概要

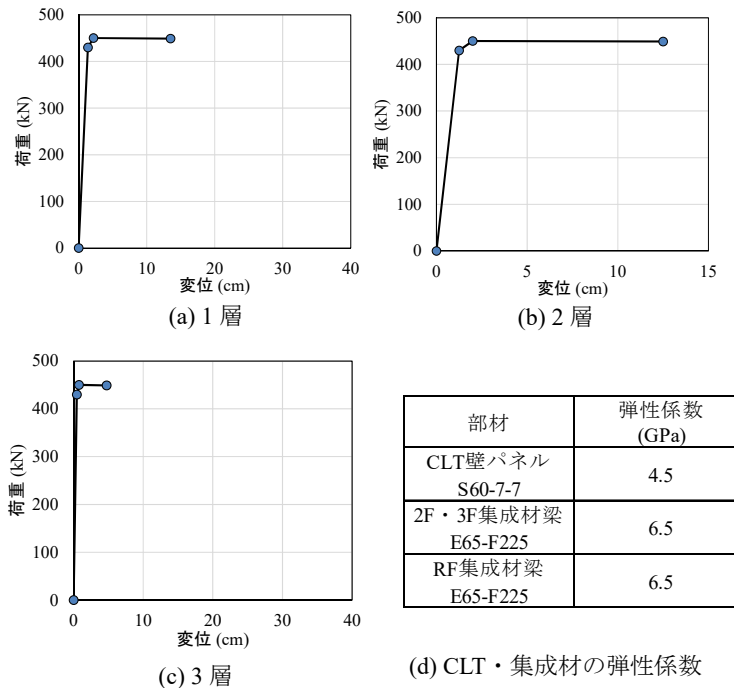


図2 PC鋼棒の引張バネとCLT壁パネルの弾性係数

## 5. 実験結果との比較

図5に実験結果と重ね合わせて、解析結果の荷重変形関係を示した。事前解析では構面実験の荷重変形関係に比べて、初期剛性や降伏後の耐力は過大評価であったが、CLT壁パネルの集成材フレームへのめり込みのバネを要素実験に準拠して設定した事後解析モデルでは、初期剛性、降伏後の耐力ともに精度よく再現できることが分かった。軸組併用型 CLT パネル工法では集成材へのめり込みが層の荷重変形関係に大きく影響を及ぼすことが分かった。

## 6. まとめ

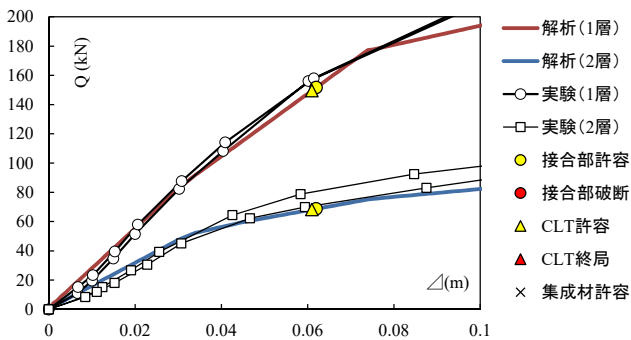
軸組併用型 CLT パネル工法の設計法の開発を目的として、フレーム解析モデルにより、2層構面実験の事前・事後解析により実験結果との比較を行った。事後解析では前報のめり込み試験の荷重変形関係を圧縮バネのバイリニアの骨格曲線とした。事前解析では耐力を過大評価していたが、事後解析では実験結果と初期剛性・降伏後の荷重変形関係が精度よく一致した。本研究で提案する工法の実用化に向け、数値解析によるパラメトリック・スタディによって、課題の整理と今後の発展にも役立つものと期待される。

## 謝辞

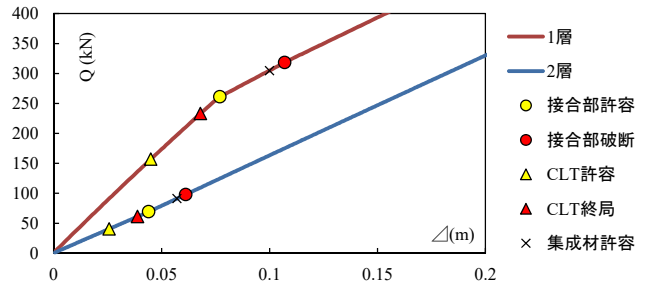
本研究は平成30年度林野庁補助事業「CLT等新たな木質建築部材利用促進・定着事業のうち新たな製品・技術の開発」の一環として実施しました。

## 文献

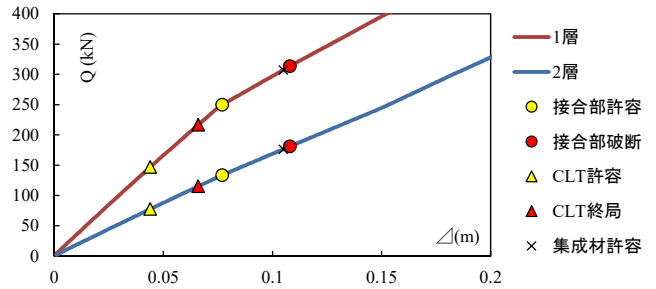
- 1) 中川貴文：「大地震動時における木造軸組構法住宅の倒壊解析手法の開発」建築研究資料，第128号（2010年11月）
- 2) 日本住宅・木材技術センター「2016年版 CLT を用いた建築物の設計施工マニュアル（増補版）」
- 3) 高周波熱錬株式会社「PC鋼棒（丸鋼棒） JIS G 3109」
- 4) 田中他「CLTを用いた高耐力の耐力壁の水平せん断試験その5 集成材とCLTの接合部のめり込み挙動」日本建築学会大会学術講演梗概集（中国）pp.599-600, 2017



(a) 100mm まで



(a) 変形比率 1層 : 2層 = 7:11



(b) 変形比率 1層 : 2層 = 1:2

図3 事前解析の荷重変形関係

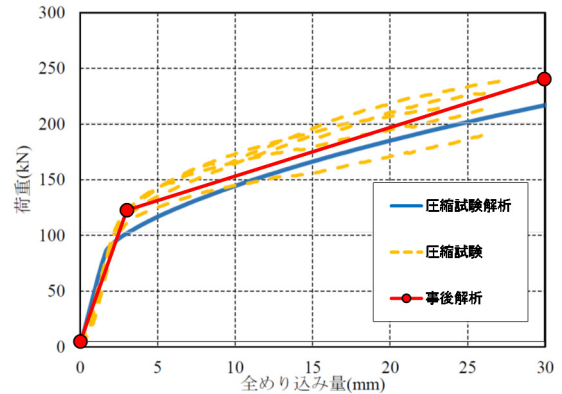
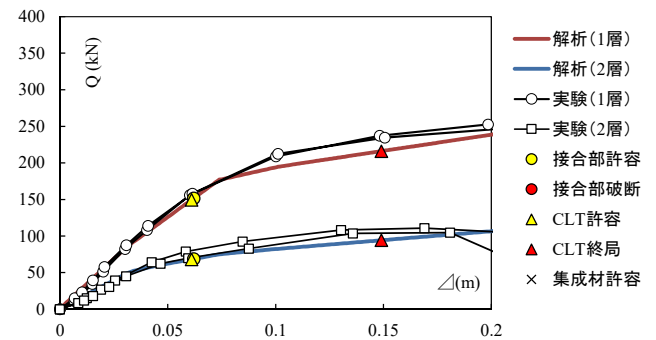


図4 圧縮バネの骨格曲線



(b) 200mm まで

図5 実験結果と事後解析の荷重変形関係の比較

\*1 京大生生存圏研究所 准教授 博士（農学）  
 \*2 東京大学生産技術研究所 教授 博士（工学）  
 \*3 国土技術政策総合研究所 主任研究官 博士（工学）  
 \*4 広島大学 准教授 博士（工学）  
 \*5 広島工業大学 講師 博士（工学）  
 \*6 東京大学生産技術研究所 助教 博士（工学）  
 \*7 東京大学大学院工学系研究科 修士課程  
 \*8 木構造振興 客員研究員 博士（工学）

\*1 Associate Professor, RISH, Kyoto University, Dr. Agr.  
 \*2 Professor, IIS, The University of Tokyo, Dr. Eng.  
 \*3 Senior Researcher, NILIM, MLIT, Dr. Eng.  
 \*4 Associate professor, Hiroshima University, Dr. Eng.  
 \*5 Lecturer, Hiroshima Institute of Technology, Dr. Eng.  
 \*6 Assistant Professor, IIS, The University of Tokyo, Dr. Eng.  
 \*7 Graduate Student, Graduate School of Eng., The Univ. of Tokyo  
 \*8 Assistant Research Engineer, Wood Structure Prom Inc., Dr. Eng.