

簡易で実用的な CLT 構造の設計用解析モデルの開発に関する研究
その2 提案型解析モデルによる解析値と実験値の比較

正会員 同 ○厚澤 瑛人*1 正会員 前田 匡樹*2
 厚澤 峯岸 新*1

CLT 構造設計 解析モデル
簡易化 実用的 一軸曲げばね

1. はじめに

本報ではその1で提案された一軸曲げばねモデル(以下、提案モデル)とCLTの現在の標準的構造モデル(以下、従来モデル)による解析値と、遠藤ら³⁾によるCLT壁パネルの水平加力実験の結果を比較することで、解析モデルの妥当性の検証及び適用架構の拡大を行った。

2. 実験概要

2.1 試験体概要

試験体一覧を図-1に示す。試験体は遠藤らによる提案型接合部を脚部及び壁間に使用した試験体1,2と、同じ接合部を使用し、直交壁を付帯した試験体3の3つの試験体への水平加力試験の実験結果と比較を行った。

また、写真-1に試験体1~3の破壊性状を示す。全ての試験体において脚部の引張接合部で破壊していることから引張接合部先行破壊を想定して解析モデルを設定した。

2.2 接合部耐力及び剛性の計算

遠藤らによる提案型接合部では引張力とせん断力の両方に抵抗する。その応力伝達メカニズムを図-2に示す。この応力伝達メカニズムから接合部全体の耐力、剛性は図-3に示すようにドリフトピン一本を抜き出し、引張試験を行った場合を想定して計算し、使用したドリフトピンの本数に応じて算出した。

提案型接合部の引張耐力 T は、遠藤らによって提案された式(1)より算出した。

$$T = \min(T_s, T_{cv}) \quad (1)$$

T_s :せん断強度, T_{cv} :めり込み強度

また、提案型接合部の剛性 K は図-3に示すように、めり込み変形、せん断変形、曲げ変形を考慮して式(2)より算出した。

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{K_{cv}} + \frac{1}{K_s} + \frac{1}{K_f} \quad (2)$$

K_{cv} :めり込み剛性, K_s :せん断剛性, K_f :曲げ剛性

3. 解析モデルの設定

解析モデル一覧を図-4に示す。従来モデルでは2.2節における方法で各接合部の耐力、剛性を計算し復元力特性を入力した。提案モデルでは、試験体1は本稿その1において提案された方法をもとに回転ばねの復元力特性を計算した。試験体2,3については壁間を連結する接合部が存在し、脚部での平面保持の仮定が成立しないため、壁

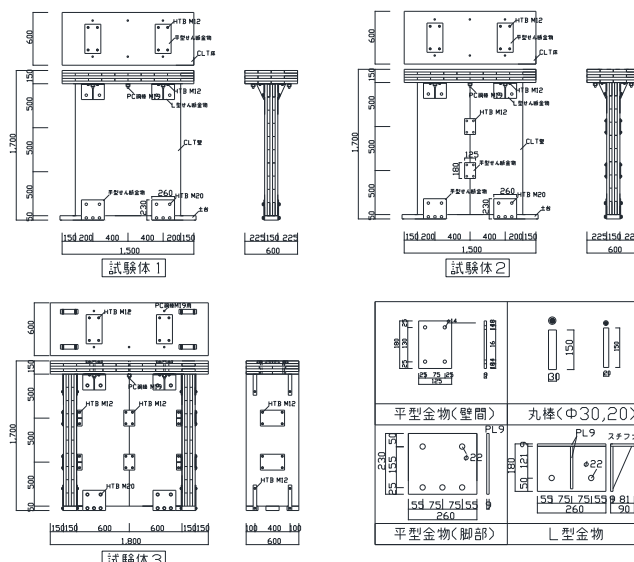


図-1 試験体一覧



写真-1 破壊性状(左から試験体1,2,3)

①引張接合部(壁-土台) ②せん断接合部(壁-壁, 壁-土台)

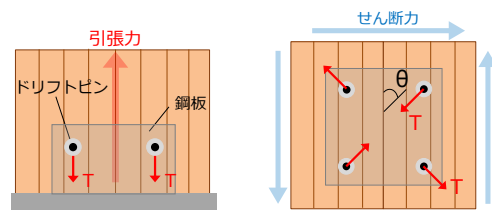


図-2 接合部における応力伝達メカニズム

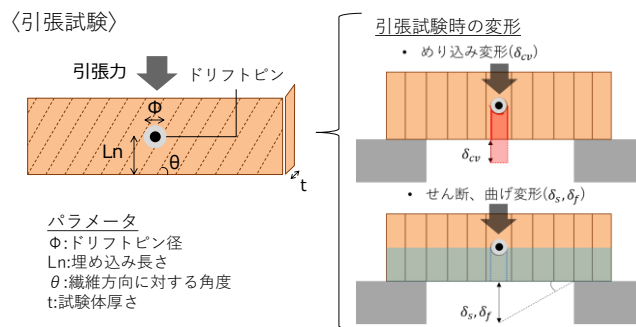


図-3 ドリフトピンの引張試験

間のずれを考慮して計算を行った。試験体 2, 3 の応力変形状態を図-5, 6 に示す。試験体 2 では壁間の接合部によるずれと引張接合部の伸びからパネル脚部の変形角を算出し、試験体 3 では壁間及び直交壁と壁間の二つのせん断接合部のずれと二つの引張接合部の伸びから変形角を算出した。また、力のつり合いにおいて圧縮力を曲率分布からではなく、材料実験より求めためり込み剛性を用いて計算した。

4. 実験結果との比較

評価式により求めた耐力・剛性をもとに提案モデル、従来モデルを作成し、静的荷重増分解析を行い、水平加力実験の結果と比較を行った。荷重-変形関係を図-7 に示す。すべての試験体において、解析モデルによって実験結果を概ね再現することができた。試験体 1, 2 では従来モデルが提案モデルよりも耐力、剛性ともに大きくなっており、これは引張、圧縮ばねの位置をパネル端部に配置する際に設定した係数による影響だと考えられる。また、試験体 3 では提案モデル、従来モデルともに実験値よりも解析値が小さくなっている。これは直交壁を付帯することによって、壁間の目開きが抑制され、せん断接合部の耐力、剛性が計算値よりも大きくなっているためだと考えられる。

5. まとめ

本研究では CLT パネル工法における一軸曲げバネモデルによる簡易で実用的な解析モデルの提案を行い、従来モデル及び実験値との比較を行った。これによって得られた知見を以下に示す。

- ① 片持ち壁 1 枚、1 層 1 スパン(床なし)、1 層 1 スパン(床あり)の CLT 架構において、提案モデルによって従来モデルの解析結果を概ね再現できた。
- ② 床がある架構では床の変形を考慮することで、より高精度な再現ができる。
- ③ 実験結果との比較により、実験結果を概ね再現できたことから、提案モデルの妥当性が確認できた。
- ④ 壁間に接合部を設けた場合や直交壁を付帯した場合でも、その効果を適切に考慮することによって提案モデルで再現が可能であることが分かった。
- ⑤ 提案モデルの実務構造設計への導入の可能性を示すことができた。

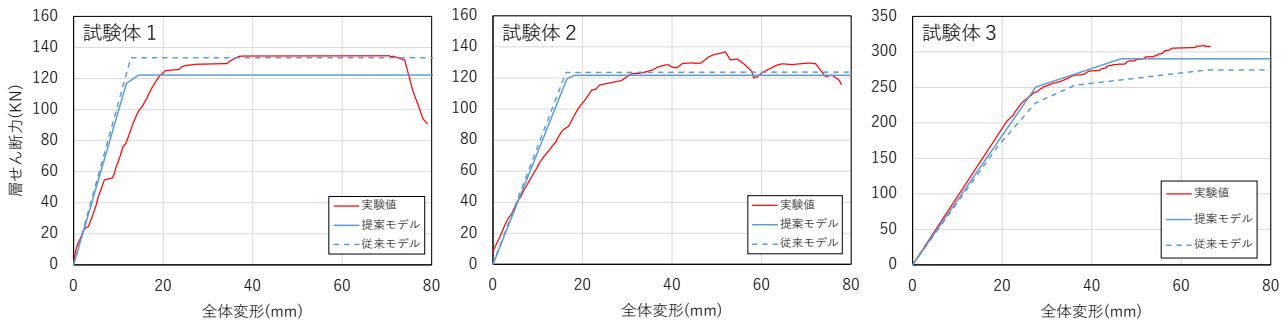


図 - 7 実験値と提案モデルによる解析値の比較

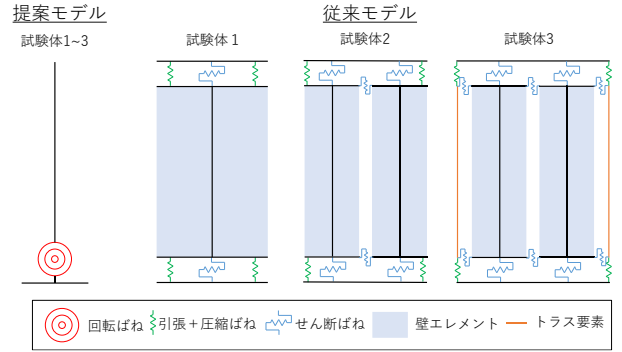


図 - 4 解析モデル一覧

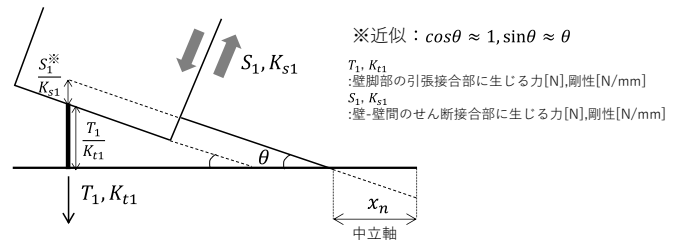


図 - 5 試験体 2 におけるパネル脚部の応力変形状態

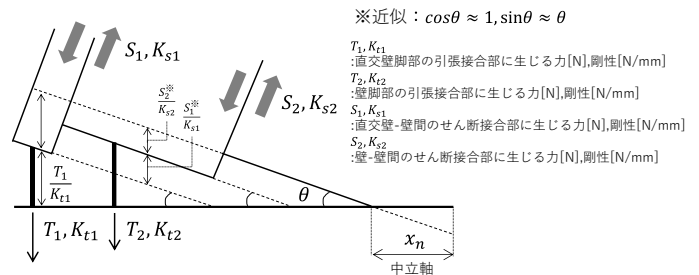


図 - 6 試験体 3 におけるパネル脚部の応力変形状態

【謝辞】

本研究を行うにあたり宮城県 CLT 等普及推進協議会の助成を頂いた。ここに記し関係各位に感謝の意を表する。

【参考文献】

- 1) 日本CLT協会：CLTを用いた建築物の設計施工マニュアル, 2016年
- 2) 日本建築学会：木質構造接合部設計マニュアル, 2009年
- 3) 遠藤 広大 ほか：「鋼板添え板ドリフトピン接合法を用いて小幅パネルを接合し大判化するCLT架構形式の開発」, 日本建築学会大会学術講演梗概集pp. 685-690, 2019年9月

*1 東北大学大学院工学研究科 博士課程前期

*2 東北大学大学院工学研究科 教授 博士 (工学)

*1 Graduate Student, Graduate School of Eng., Tohoku Univ.

*2 Professor, Graduate School of Eng., Tohoku Univ., Ph.D.