

CLT パネル工法の構造設計方法拡充・合理化に関する検討
その3 壁パネル単体定軸力下水平加力実験

正会員 ○前原 功明*1 同 河合 直人*2
同 五十田 博*3 同 津田 千尋*4
同 三宅 辰哉*5 同 佐藤 基志*6

CLT 構造 定軸力 水平加力実験
支圧実験 めり込み実験

1. はじめに

定軸力下での CLT 壁パネルと壁脚接合部の性能把握を目的とし、壁パネル単体定軸力下水平加力実験(以下、定軸力水平加力実験)を実施した。また実験に用いた CLT パネルの特性把握の為に共通のマザーボードから切り出した壁パネルの支圧実験(以下、支圧実験)及び床パネルのめり込み実験(以下、めり込み実験)を実施した。本報では、両実験の概要と結果について報告する。

2. 定軸力水平加力実験

2.1 試験体概要

試験体は基礎上配置(以下、W1)及び床上配置(以下、W2)の2仕様である。耐力壁に鉛直定軸力を与えた状態で耐力壁頂部に正負交番水平力を与えた。鉛直定軸力をパラメータとし、W1で0、200、400、600[kN]の4ケース、W2で0、150、300、450[kN]の4ケースとした。定軸力毎の軸力比 [N/Nu] を表1に示す、ここでNuは壁パネルの断面積に圧縮基準強度を乗じた値としており、圧縮基準強度は後述する支圧実験の結果から20[N/mm²]とした。CLTパネルの強度等級及びラミナ構成は、壁パネルがS60-5-5、床パネル Mx60-5-7で、寸法は壁パネルが2650×1000×150[mm]、床パネルが1500×800×210[mm]である。引張接合部は両仕様共に引きボルト形式(M24,ABR490)とし、脚部の水平せん断接合部は設けていない。試験体数は各1体である。

2.2 実験方法

図1に試験体設置図を示す。加力は試験体を引きボルト及び水平移動拘束用のLアングル用いて架台に固定し実施した。水平力は反力壁に取り付けたジャッキ、加力用治具を用いて試験体頂部に与え、鉛直定軸力は、架台とH形鋼で試験体とジャッキを挟み、架台とH形鋼をPC鋼棒で繋いだ状態でジャッキを突っ張ることで与えた。PC鋼棒と架台側の治具はピン接合とし、壁頂部が水平方向に移動して試験体が回転しても、鉛直定軸力は常に壁パネルの高さ方向に対して平行となるようにしている。加力サイクルは、見かけのせん断変形角が正負で1/450、1/300、1/200、1/150、1/100、1/75、1/50[rad.]に達した点を1サイ

クルとして3サイクルずつ繰り返す正負交番繰り返し加力とし、1/50[rad.]のサイクル終了後に1/30[rad.]を1サイクル加力して、最後は引き側で1/15[rad.]まで引き切り加力終了とした。

2.3 計測計画

水平方向変位は加力点位置を、鉛直方向変位は壁パネルの脚部のめり込み及び引きボルト孔位置上部で計測した。荷重の計測にはロードセルを用い、ロードセルは水平方向及び鉛直方向のジャッキ端部と引きボルトの架台側に配置した。水平方向のジャッキに取り付けたロードセルは試験体に作用する水平力を、鉛直方向に取り付けたロードセルは試験体に作用する定軸力を、引きボルトに取り付けたロードセルは引きボルトに作用する軸力をそれぞれ計測している。

表1 定軸力毎の軸力比

試験体名	W1-				W2-			
	0	200	400	600	0	150	300	450
定軸力[kN]	0	200	400	600	0	150	300	450
軸力比[N/Nu]	0	0.07	0.13	0.20	0	0.05	0.10	0.15

ここで

$Nu = 3000[kN] (= Fc \times Ae)$

Fc : 圧縮基準強度=20[N/mm²] (3.4.1 支圧実験結果より)

Ae : 断面積=150000[mm²] (=150×1000)

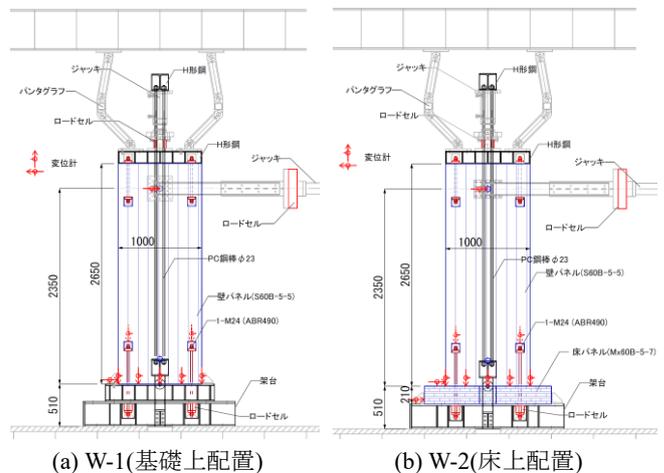


図1 定軸力水平加力実験 試験体設置図

A study on expansion and improvement of the structural design method for CLT panel construction. Part 3: Horizontal loading test of wall panel under vertical constant axial force.

MAEHARA Koumei, KAWAI Naohito, ISODA Hiroshi, TSUDA Chihiro, MIYAKE Tatsuya, SATO Motoshi

2.4 実験結果

図2に荷重変位関係を、写真1に主な破壊性状を示す。各試験体とも荷重変位関係の荷重はジャッキのロードセルの値、変位は加力点の水平変位を用いている。先述したように、鉛直定軸力は常に壁パネルの高さ方向に対して平行となる為、荷重変位関係に鉛直定軸力による $p-\delta$ 効果は含まれていない。基礎設置、床上設置のいずれも総じて線形的に荷重が上昇し、引きボルトの降伏後は荷重勾配が緩まりながら荷重が上昇したが、鉛直定軸力が最大のものでは、基礎設置では引きボルト孔周辺生じた圧壊(写真 1(a))による最大耐力到達後の荷重低下、床上設置では壁パネル脚部の床パネルへの全面めり込み(写真 1(b))による引きボルトゆるみに伴う剛性低下がみられた。

3. 支圧・めり込み実験

3.1 試験体概要

支圧実験及びめり込み実験の試験体に用いた CLT パネルは先述した定軸力水平加力実験と同マザーボードから切り出したものである。寸法は支圧実験の壁パネルが $200 \times 390 \times 150$ [mm]、めり込み実験の壁パネルが $150 \times 240 \times 150$ [mm]、床パネルが $780 \times 510 \times 210$ [mm] である。図3に試験体図を示す。試験体数は各実験で2体とした。

3.2 実験方法

加力は100tの曲げ試験機により実施し、変位が20mmまでの単調載荷として10分程度で破壊に至るように載荷速度を調整した。

3.3 計測計画

支圧実験では加力プレートの絶対鉛直変位を、めり込み実験では壁パネルの高さ中央位置の絶対鉛直変位を、それぞれ4点で計測しその平均を変位とした。

3.4 実験結果

3.4.1 支圧実験

図4(a)に荷重変位関係を示す。図中に最大応力度 σ_{max} 、初期剛性 K を併記した。値は2体の平均値である。初期すべりを考慮し、初期剛性は $0.2P_{max}$ 及び $0.5P_{max}$ を結んだ線分の傾きとし、最大応力度 σ_{max} は最大荷重を加圧面積で除した値である。いずれの試験体も同様の挙動を示し、直線的な荷重上昇の後、最大荷重に至り、その後徐々に荷重が低下した。

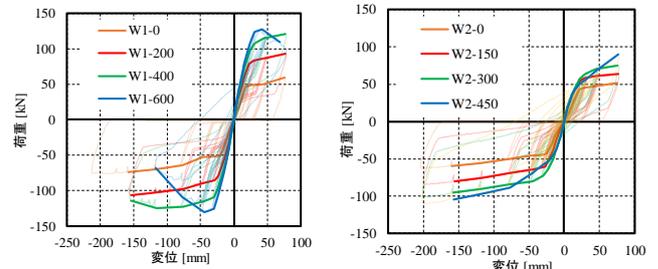
3.4.2 めり込み実験

図4(b)に荷重変位関係を示す。図中には降伏応力度 σ_y 、初期剛性 K を併記した。値は2体の平均値である。 K については初期すべりを考慮し、初期剛性は $0.1P_{max}$ 及び $0.4P_{max}$ を結んだ線分の傾きとし、その線分を2mm オフセットした線分と荷重変形関係曲線との交点を σ_y とした。

いずれの試験体も同様の挙動を示し、直線的な荷重上昇の後、変位5mm程度で降伏し、実験の最大変位20mmで最大荷重に至った。

4. まとめ

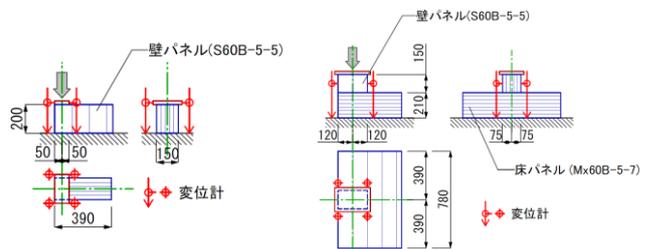
定軸力水平加力実験、支圧実験、めり込み実験の概要と結果について報告した。



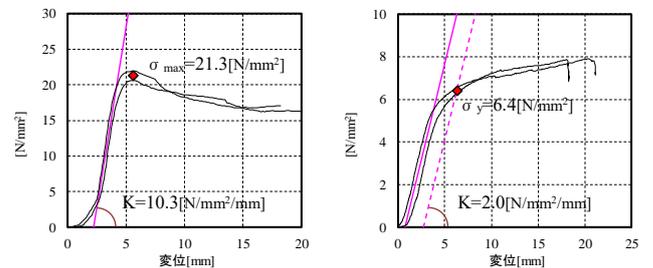
(a) W-1(基礎上) (b) W-2(床上)
図2 定軸力水平加力実験による荷重変位関係



(a) W-1(基礎上配置) (b) W-2(床上配置)
写真1 定軸力水平加力実験の破壊性状



(a) 支圧実験 (b) めり込み実験
図3 支圧・めり込み実験の試験体図



(a) 支圧実験 (b) めり込み実験
図4 支圧・めり込み実験による応力度変位関係

謝辞：本研究は、平成30年度林野庁補助事業および委託事業により実施された。関係者に謝意を表す。

*1 工学院大学大学院 修士課程
*2 工学院大学建築学部 教授 工博
*3 京都大学生存圏研究所 教授 博(工)
*4 ベターリビング 上席試験研究員 博(工)
*5 日本システム設計 代表取締役 博(工)
*6 日本システム設計 修(工)

*1 School of Architecture, Kogakuin University
*2 Professor, Kogakuin University, Dr. Eng.
*3 Professor, Kyoto University, Dr. Eng.
*4 Chief Researcher, Center For Better Living, Dr. Eng.
*5 President, Nihon System Sekkei Architects & Engineers Inc. Dr. Eng.
*6 Nihon System Sekkei Architects & Engineers, M. Eng.