

CLTによる構造の設計法検討のための実大震動台実験
その19 動的効果実験

正会員	○大島 弘也* ¹	同	岡部 実* ²
同	近藤 純平* ³	同	五十田 博* ⁴
同	松本 和行* ⁵	同	松田 昌洋* ⁶

CLT	動的効果	静加力実験
振動台実験	剛性	接合部

1. はじめに

昨年度実施した実大震動台実験¹⁾において、実験の荷重変形の剛性が解析のそれを上回った。その原因の一つに速度依存効果の可能性も考えられ、本報では小幅単体パネルの速度依存効果を実験にて確認・検証する。

2. 実験概要

1) 試験体概要 CLT 壁パネルに使用したラミナの等級区分は Mx60B 種、樹種はスギである。ラミナ間の幅はぎ接着はなしとした。表 1 に試験体条件を、図 1 に例として壁長さ 1500mm の試験体図と詳細を示す。CLT 壁パネルは高さ 2700mm、壁長さは 1000、1500、2000、1000×2mm の 4 条件、CLT パネル厚さは 150mm (5 層 5 プライ) と 90mm (3 層 3 プライ) の 2 条件とした。壁脚部の緊結は、図 1 に示すように厚さ 150mm CLT 壁パネルは M24 引きボルト接合 (材質は ABR490 と強度区分 10.9 の 2 種類)、厚さ 90mm の CLT 壁パネルは U 型木ネジ固定ホールダウン金物接合とし、U 型ホールダウン金物 (SS400) と基礎フレームの緊結は M16 ボルト (材質は ABR490 と強度区分 10.9 の 2 種類) とした。また、せん断に抵抗させるために厚さ 4.5mm の U 型せん断金物 (SS400) を脚部に用いた。また試験体のばらつきを考慮し、同一仕様で 2 体同時加振を行った。

2) 実験方法 まず、振動台実験に先駆け静加力実験を実施した。図 2 のように設置した滑車により、例えば 0、5、0、10kN というように荷重を 0kN に戻しながら図左側へ繰り返し載荷した。静加力は弾性範囲までの載荷とし、試験体によって試験を終了した際の荷重は異なる。次に同一の試験体に対して振動台実験を実施した。図 2 の中央に示すようなスライダ上の錘フレームにより、右側の加力桁に荷重が伝わるようにした。地震波は人工地震動の 1 軸加振であり (条件 1 のみ JMA 神戸も実施)、入力倍率を徐々に大きくした。なお、条件によって入力倍率は異なる。また引きボルトに各加振前に毎回初期張力 5kN を入れた後、全計測機器のイニシャル計測を行った。

3. 実験結果

1) 荷重変位関係 5 層 5 プライ、3 層 3 プライにおいてそれぞれ代表的な性状を示した条件 2、8 の荷重変位を例として図 3、4 に示す。図 3 は錘フレームと加力桁の接

表 1 試験体条件

条件	CLT 厚さ(mm)	壁長さ(mm)	脚部仕様	ボルト材質	試験数
1	150 (5層5プライ)	2000	M24 引きボルト	ABR490	2
2		1500			2
3		1000		強度区分 10.9	2
4		1000×2			2
5	90 (3層3プライ)	1000	U型ホール ダウン金物 M16 ボルト 引き寄せ	ABR490	2
6		2000			2
7		1000			2
8		1500		強度区分 10.9	2
9		1000			2
10	1500	2			

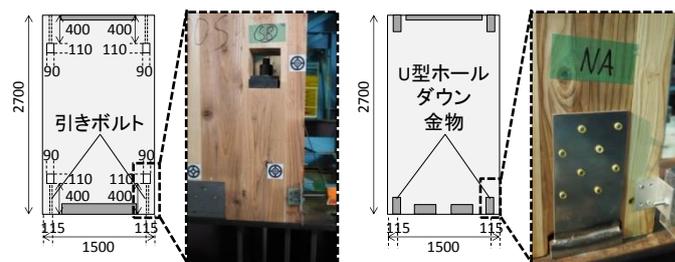


図 1 試験体図と詳細

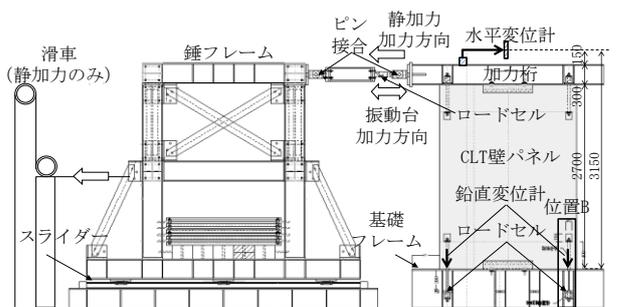


図 2 試験体設置図

合部に設置したロードセルで計測した水平荷重を縦軸に、試験体頂部の加力桁フランジ上面で計測した水平変位を横軸とした壁パネル全体の荷重変位であり、静加力と比較するために図 2 における左方向を正側とした荷重変位のみを示した。図 4 は図 2 に示した位置 B の脚部引きボルトに設置したロードセルで計測した脚部軸力を縦軸に、同位置の脚部ボルト位置に設置した変位計で計測した軸方向変位を横軸とした脚部の荷重変位である。両図中に

は静加力における弾性範囲の荷重変位点と原点の2点を通る直線も破線で示した。図3の壁パネル全体では5層5プライでわずかに剛性の上昇がみられるものの、3層3プライでは動的効果はほとんど確認されなかった。図4の脚部では5層5プライで2倍程度、3層3プライでは1回目の入力波でわずかに剛性の上昇が確認されたものの、以降は上昇しなかった。

2) 初期剛性-速度関係 全試験体、全入力波における壁パネル全体と脚部の荷重変位から初期剛性と最大速度を算出し、それぞれの値を縦軸と横軸としたものを図5、6に示す。初期剛性と最大速度の算出方法は、振動台については、まず荷重変位の弾性域を含む1ループを取り出し、それ以降は対象から除いた。次に最大速度時の荷重変位点と原点を結びその傾きを初期剛性とした。静加力については弾性範囲の荷重変位点と原点を結びその傾きを初期剛性とした。なお、両図中には静加力の結果も速度0kineとして併せて示した。図5の壁パネル全体では動的効果はほとんど見られず、図6の脚部では5層5プライでは動的効果が確認され、その初期剛性の上昇率は最大で2倍程度であった。一方、3層3プライにおいて動的効果はほとんど確認されなかった。

3) 頂部と脚部の浮き上り速度の比較 図7に前述の頂部で計測した層間変位と、脚部両引きボルト位置で計測した変位から算出した脚部回転角に基礎フレーム上面から頂部変位計測点までの高さを乗じて換算した層間変位の時刻歴を併せて示す。頂部変位計から算出した層間変位が脚部変位計から算出した層間変位よりも大きく、頂部変形に占めるパネルの変形が大きいことが分かる。よって、壁パネルの変形には動的効果がないと考えられ、このことが接合部では動的効果が確認され、壁全体ではそれが確認されなかったことの原因の一つと考えられる。なお、入力倍率が大きくなるほど両者の値が近づくのは、脚部接合部の塑性化により脚部のモーメント抵抗が減り、壁パネルの変形の割合が小さくなるためと考えられる。

4. まとめ

壁パネル全体では5層5プライ、3層3プライ共に動的効果はほとんど確認できなかった。一方、脚部接合部では5層5プライでのみ動的効果が確認され、その初期剛性の上昇率は最大で2倍程度であった。

【参考文献】

- 1) 佐藤基志ほか：CLTによる構造の設計法検討のための実大震動台実験 その13, 14, 日本建築学会大会学術講演梗概集(関東), 構造III, pp375-378, 2015. 9
- 【謝辞】
- 国土交通省住宅市場整備推進等事業「CLTを用いた木造建築基準の高度化推進事業」により実施された。関係者に謝意を表する。

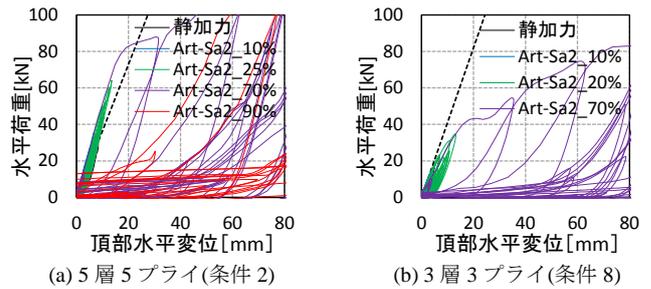


図3 荷重変位関係 (壁パネル全体)

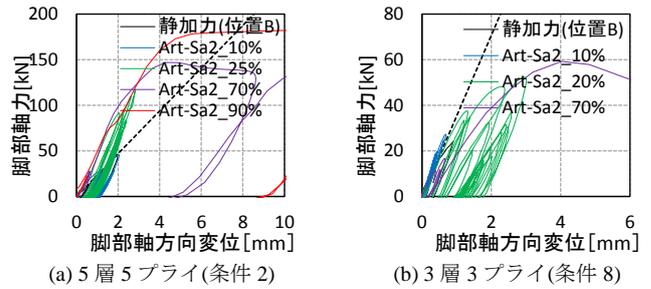


図4 荷重変位関係 (脚部)

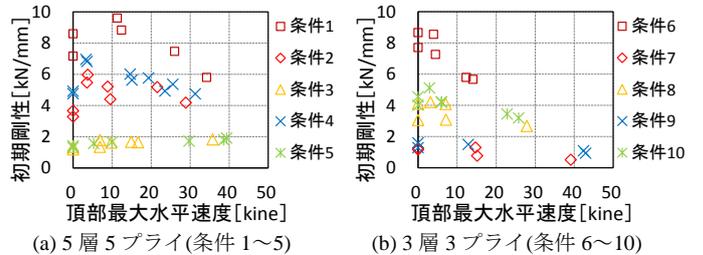


図5 初期剛性-最大速度関係 (壁パネル全体)

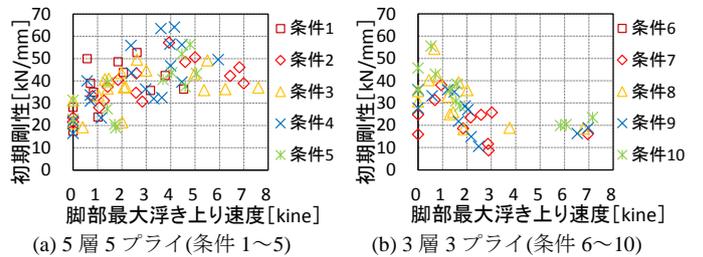


図6 初期剛性-最大速度関係 (脚部)

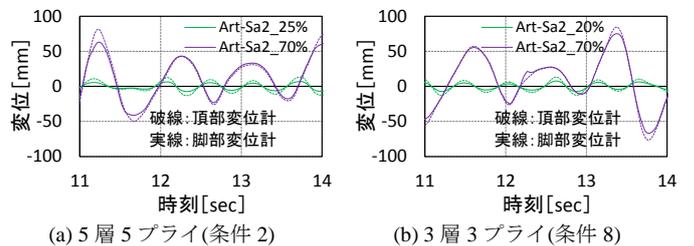


図7 頂部と脚部の変位計から算出した層間変位比較

*1 信州大学大学院 修士課程

*2 (一財) ベターリビングつくば建築試験研究センター 博士(農学)

*3 工学院大学大学院 修士課程

*4 京大大学生存圏研究所 教授 博士(工学)

*5 ㈱日本システム設計 次長・博士(工学)

*6 信州大学学術研究院工学系 助教・博士(工学)

*1 Graduate Student, Graduate School of Engineering, Shinshu University

*2 Center for Better Living, Tsukuba Building Research and Testing Laboratory, Dr.Agr.

*3 Graduate Student, Grad. School of Arch. Kogakuin University

*4 Professor, RISH, Kyoto University, Dr. Eng.

*5 Vice-manager, Nihon System Sekkei Architects & Engineers Co., Ltd., Dr.Eng.

*6 Assistant Prof., Faculty of Eng. Shinshu Univ., Dr. Eng.