

クロス・ラミネイティド・ティンバーによる構造の耐震性能に関する研究
その7 試験体施工と固有振動数、減衰定数

クロス・ラミネイティド・ティンバー
振動台実験 | 施工 | 固有振動数、減衰定数

正会員 ○津田 千尋 *1 同 岡部 実 *2
同 榎本 敬大 *3 同 安村 基 *4
同 杉本 健一 *5 同 御子柴 正 *6

1. はじめに

本報は、CLT 振動実験の試験体施工計画及び施工記録と試験体完成時及び加振条件前後の固有振動数及び減衰性能を報告する。

2. 試験体施工計画と施工

2.1. 寸法・形状

CLT 壁パネル(幅 1m 高さ 3m 厚さ 150mm)と床パネル(幅 1m 長さ 4m 厚さ 180mm)を組み合わせ、長手方向 8m、短手方向 4m、高さ 9.54m の 3 層 CLT 構造試験体を製作した。壁パネルと基礎フレーム、上下階壁パネルの回転拘束は、接合部試験結果に基づき M24 ボルトを用いた引きボルト接合とした。まぐさパネルと壁パネルの回転拘束は M16 ボルトを 2 本配置した引きボルト接合とした。壁パネルと基礎フレームのせん断抵抗はコの字型金物を D6-L65mm ビスを用いて CLT 壁パネルに固定し、基礎フレームと金物は M20 ボルト 2 本で緊結した。壁パネルと床パネルのせん断抵抗は、L 型金物を D6-L65mm ビスを用いて固定した。まぐさパネルは上下方向せん断力に抵抗するため、両面に接続プレートを配し、D6-L65mm ビスで固定した。

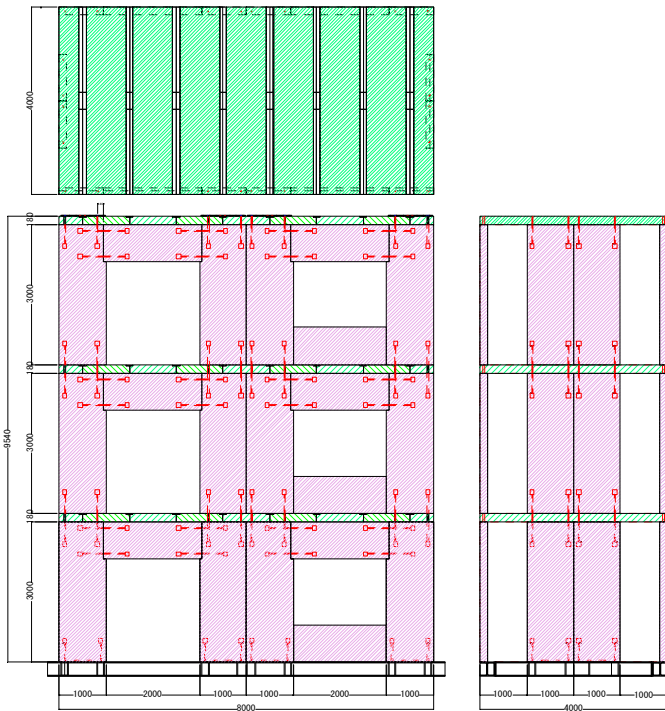


図 1 試験体形状

床パネル接合はパネルに切り欠きを設け、幅 150mm 厚さ 28mm 構造用合板を雇い実として、Wood Screw HBS D8-L140(Rothoblass 社 Italy)を用い 150mm 間隔で固定した。試験体形状を図 1 に、壁パネルとまぐさパネルの引きボルト詳細を図 2 に示す。

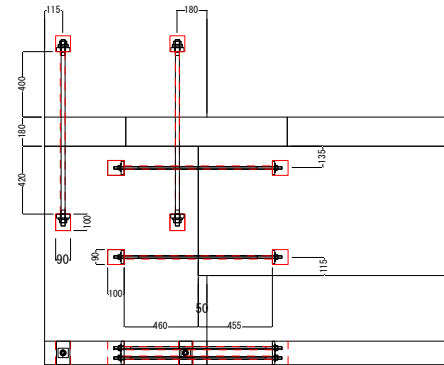


図 2 壁パネルとまぐさパネルの引きボルト詳細

2.2. 載荷荷重

試験体は躯体のみとなっているため固定荷重、積載荷重を想定し 3000(N/m²)となるよう敷鉄板を用いたおもりを床面に載荷した。また試験体は 3 層であるが、CLT 建築物の中層化を考慮し、5 層試験体に相当する荷重を最上階に設置している。おもり固定は、おもりに 3G の水平力が作用した場合、おもり固定接合部が短期許容応力度以下となるよう設計した。各層の試験体質量と 3 質点とした場合の質点質量を表 1 に示す。

表 1 各層おもり設置及び 3 質点とした場合の質点質量

階	部位	計算値		実測値 (t)	質点質量 (t)
		質量(t)	合計(t)		
RF	おもり 設置フレーム			29.35 3.81	37.4
	床パネル 1m 幅 0.5m 幅	2.21 0.32	2.53	2.51	
3F	壁構面 4P 構面掃き出し 4P 構面腰壁 直交壁	1.11 1.38 0.84	3.32	3.40	13.9
	床おもり 床パネル 1m 幅 0.5m 幅	2.21 0.32	2.53	2.50	
	壁構面 4P 構面掃き出し 4P 構面腰壁 直交壁	1.11 1.38 0.84	3.32	3.35	
2F	床おもり 床パネル 1m 幅 0.5m 幅	2.21 0.32	2.53	2.50 2.53	13.9
	壁構面 4P 構面掃き出し 4P 構面腰壁 直交壁	1.11 1.38 0.84	3.32	3.40	
1F	壁構面 4P 構面掃き出し 4P 構面腰壁 直交壁	1.11 1.38 0.84	3.32	3.40	
合計					66.88

2.3. 施工手順

壁パネルとまぐさパネルを引きボルトで固定し、まぐさ補強プレートを仮固定した幅 4m の門型構面を事前に製作（地組み）し、この構面を振動台上に吊り上げて移動し外周壁面より組立てた。まぐさ補強プレートを仮固定とした理由は、あそびを設けることで施工時に壁パネルの引きボルト接続及び設置を容易に行うためである。門型構面や直交壁は、倒れ止め固定を行い、上下階壁パネル固定用引きボルトを階下壁パネルに設置した状態で、床パネルを落とし込み、箱形状とする方法で施工した。構造用合板を用いた床パネルの接続、載荷荷重の設置後、上層階壁パネルを同様に施工した。引きボルト接続部は、トルクレンチが入らず、トルク管理ができない形状であるため、前報の構面試験と同様に、手締め後スパナで 1/4 回転し、マーキングする方法とした。引きボルトと CLT 穴加工の関係は M24 ボルトで穴加工直径 28mm、M16 ボルトで直径 20mm とした。今回の試験体では、穴位置の間違いなどで、現場での施工が滞ることはなかった。施工内容と期間を表 2 に、施工状況を写真 1 に示す。

表 2 施工内容と施工期間

日数	施工内容	作業人数		重機	
		施工担当	管理	フォーク	ラフター
1 日目	壁パネル搬入	6	2	○	○
2 日目	壁パネル組み立て	10	2	○	○
3 日目	壁パネル組み立て	8	2	○	○
4 日目	床パネル搬入	15	2	○	○
5 日目	1F 壁パネル施工	9	3	○	○
6 日目	2F 床パネル施工	9	3	○	○
7 日目	2F 壁パネル施工	9	3	○	○
8 日目	3F 壁パネル移動	9	2	○	○
9 日目	3F 壁パネル施工	8	5	○	◎
10 日目	3F 床パネル施工	7	4	○	◎
11 日目	ビス固定他	7	5	○	◎
12 日目	ビス固定他	6	5	○	◎
		103	38		



写真 1 試験体施工状況

3. 固有振動数及び減衰

3.1. 常時微動測定結果

試験体完成直後、常時微動測定（東京測振 SPC-51A）を実施した。振動台上と最上階の加速度測定結果から求めた伝達関数を図 3 に、1 次卓越固有振動数を表 3 に示す。

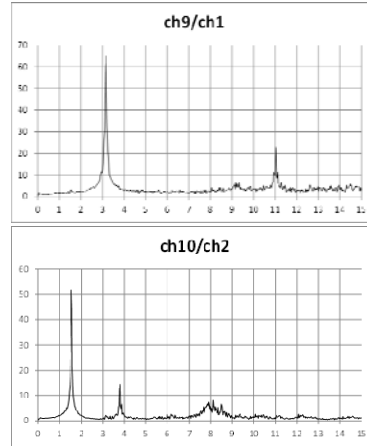


図 3 伝達関数(上段：長手方向 下段：短手方向)

表 3 測定結果

方向	固有振動数 (Hz)
長手	3.17
短手	1.57

3.2. 加振毎の固有振動数 f 及び減衰定数 h の変化

加振前後の固有振動数及び減衰定数の変化を図 4 に示す。固有振動数はホワイトノイズ加振での頂部加速度より、減衰定数はステップ波加振で計測された R 階における、試験体中央のサーボ型加速度計 X 方向の応答加速度を用い振幅比から対数減衰率を算出した。加振を進める毎に長手方向の固有振動数は 3Hz から減少し、1 回目の JAM KOBE 入力後 1.72Hz に下がったが、引きボルトの締め直しで 2.5Hz まで回復している。(加振詳細は、その 5 参照)

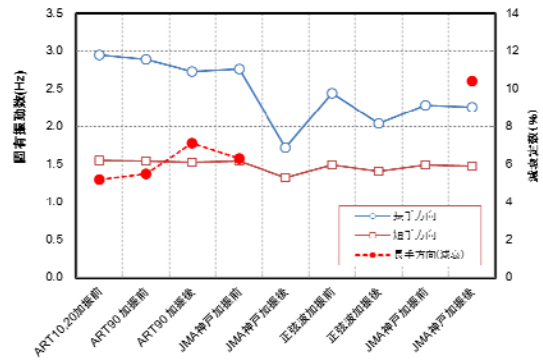


図 4 加振前後の固有振動数及び減衰定数変化

4. まとめ

設計に従い試験体を施工を工程通り行うことができた。また完成時の固有振動数は長手方向 3Hz であった。

【謝辞】国土交通省補助事業「木造長期優良住宅の総合的検証委員会」構造分科会/材料分科会、CLT-TG、CLT-SWG の一貫として行った。関係者に謝意を表す。

*1 ポリテクセンター愛媛 職業能力開発指導員 博士 (工学)
 *2 ベタリービングつくば建築試験研究センター 農修
 *3 国土交通省国土技術政策総合研究所 室長 博士 (農学)
 *4 静岡大学農学部環境森林科学科 教授 農博
 *5 森林総合研究所構造利用研究領域チーム長
 *6 防災科学技術研究所

*1 Vocational Training Instructor, Ehime Polytechnic Center, Dr.Eng.
 *2 Tukuba Building Research and Testing Laboratory Center for Better Living, M.Agr.
 *3 Head, National Institute for Land and Infrastructure management, MLIT · Dr. Agr.
 *4 Team Leader, Forestry and Forest Products Research Institute
 *5 Professor, Shizuoka University, Dept. Of Environment and Forest Resources Science, Dr. Agr.
 *6 National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention