

地域産材による直交集成板(CLT)の建築構造への適用  
その8 実大2層構面の水平加力実験

直交集成板 大型壁パネル 小割壁パネル  
2層実大試験体 水平加力実験 終局性状

正会員 ○安村 基\*  
同 小林研治\*\*  
同 岡部 実\*\*\*

### 1. 諸言

長手方向 6m、短手方向 4m、高さ 5.82m の 2 層箱形試験体について、大型壁パネルを用いた試験体と、幅 1m の小割壁パネルを用いた試験体について水平加力実験を実施し、これらの構造特性を調べた結果を報告する。

### 2. 試験体

試験体は、図 1 に示す 2 層構面よりなる立体構造で、幅 6m 高さ 2.7m の大型壁パネルを用いた試験体と、幅 1m 高さ 2.7m の小割壁パネルを用いた試験体 2 体を用意した。試験体は 2 層構造であるが、3 層を想定し、3 層部分の積載荷重と固定荷重を 2 層頂部に付加した。2 階および 3 階床の積載荷重は、床仕上げ材を考慮し 3000N/m<sup>2</sup> とした。また RF 階屋根面の積載荷重は 1000N/m<sup>2</sup> とした。固定荷重は CLT パネル密度 450kg/m<sup>3</sup> とし算出した。

試験体壁パネルに用いた CLT は厚さ 90mm (スギ 3 層 3 プライ S60 相当)で、床パネルは幅 2m、長さ 4m、厚さ 150mm (ヒノキ・スギ 5 層 5 プライ Mx120 相当) とした。CLT 壁を構成するラミナは幅 120mm 厚さ 30mm のスギで、水性高分子・イソシアネート系接着剤を用い積層接着したもので、幅はぎ接着はしていない。1 階壁パネルの下部には幅 90mm、せい 120mm の土台 (構造用集成材 E95-F285 オウシュウアカマツ) を配した。

CLT 壁パネルの緊結金物は、壁体の浮き上がりを拘束する脚部接合金物と水平せん断力に抵抗するせん断金物の 2 種類とし、脚部接合金物は U 字型で、ビス最大本数 24 本と 12 本の 2 タイプとし、有限要素法による線形解析により水平力 251kN (ベースシア係数 1.0 に対応) に対するネジ本数 (山径 6mm、長さ 65mm) を表 1 の通り決定した。

また脚部接合金物と基礎フレームとの緊結および上下階接合金物の緊結は直径 20mm の両ネジボルト (強度区分 10.9) とした。せん断補強金物は基礎フレームと 1 階壁パネル緊結の U 字型金物と 1 階壁パネルと 2 階床パネル緊結、2 階床パネルと 2 階壁パネル緊結および 2 階壁パネルと RF 階床パネル緊結用 L 型金物の 2 種類とした。U 字型せん断補強金物は CLT 壁パネルに脚部接合金物と同様のビス 12 本、基礎フレームとは M20 ボルト (強度区分 4.6) 2 本で緊結した。L 型金物は CLT 壁パネルと床パネルにそれぞれビス 12 本で緊結した。また CLT 床パネルと

階下の壁パネルは、山径 8mm 長さ 280mm の Wood Screw を用い 250mm 間隔で緊結した。長手方向壁パネルと短手方向壁パネルの交差部は山径 8mm 長さ 180mm の Wood Screw を用い 300mm 間隔で緊結した。床パネル間は、CLT を切り欠き、厚さ 28mm、幅 150mm の合板をスプラインとして落とし込み、山径 8mm 長さ 180mm の Wood Screw を用い 300mm 間隔で緊結した。図 1 に開口を含む大型 CLT 壁パネルを用いた試験体図を示す。

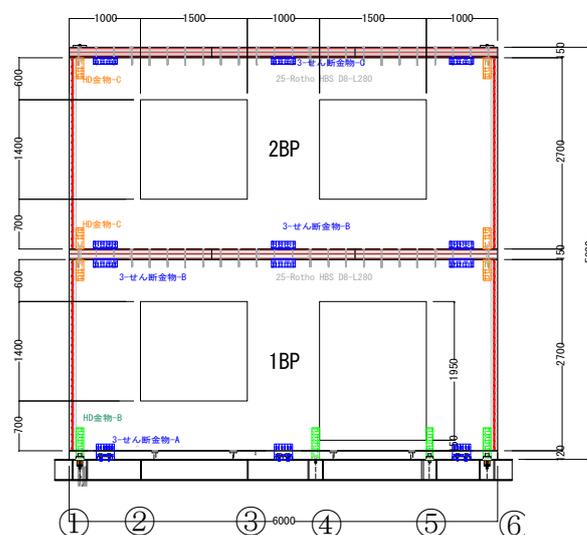


図 1 大型 CLT 壁パネルを用いた試験体

表 1 パネル脚部および層間に設置した金物のビス本数

金物の位置	1	2	3	4	5	6
大型 パネル	8	/	/	/	/	8
	14	/	/	6	4	10
小割 パネル	8	6	6	6	6	8
	14	12	12	12	12	12

備考 上段：層間設置の金物、下段：1層パネル脚部

### 3. 加力方法

3 層構造に作用する水平力を  $A_i$  分布を考慮し、標準せん断力係数を  $C_0=1.0$  とし算出し、1 階壁パネル脚部に作用するモーメントが等しくなるように 2 層試験体に作用する水平力を求めた。表 2 に 3 層構造に作用する各層

水平力を示す。

表 2 3層構造に作用する各層水平力( $C_B=1.0$ )

i 階	$W_i$ (kN)	$\Sigma W_i$ (kN)	$a_i$	T	$A_i$	$C_0$	$C_i$	$Q_{e-i}$ (kN)
3	47.0	47.0	0.19	0.257	1.616	1.00	1.616	75.94
2	102.0	149.0	0.59	0.257	1.204	1.00	1.204	179.42
1	102.0	251.0	1.00	0.257	1.000	1.00	1.000	251.00

3層構造に作用する水平力  $p_i$  ( $i=1,2,3$ )、2層試験体に作用する水平力を  $P_j$  ( $j=1,2$ ) とすると、力のつり合いから  $P_2=255$  kN、 $P_1=4$  kN となり、2階頂部に水平力 251kN を加えることにより、3層構造におけるベースシア係数  $C_B=1.0$  の加力に対応するものとした。

図 2 に小割壁パネルを用いた試験体の加力装置への設置を示す。想定した3層部分を含んだ積載荷重、固定荷重の計算結果より、2階床に 72kN、RF 階床に 126kN となるよう鉄板おもりを用いて鉛直荷重を載荷した。

加力は正負繰り返し加力とし、加力初期は荷重制御とし、塑性変形が見られるようになった段階から変位制御に切り替える方法とした。荷重制御は  $\pm 25$  kN で正負 1 回繰り返しを行ったのち、 $\pm 50$  kN、 $\pm 75$  kN、 $\pm 100$  kN、 $\pm 150$  kN、 $\pm 200$  kN、 $\pm 250$  kN、 $\pm 300$  kN で正負 3 回繰り返しを行った。なお荷重で正の値はアクチュエータ引き側としている。計測は層間変位、脚部金物の鉛直変位、パネルの水平変位、1層脚部金物に作用する引張り力とした。

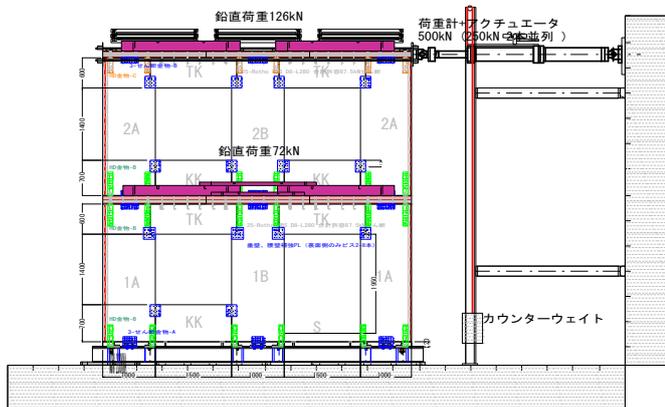


図 2 試験体の加力装置への設置図(小割壁パネル)

#### 4. 実験結果

1層の荷重一層間変位関係を図 3 に、2層の荷重一層間変位関係を図 4 に示す。大型パネル、小割パネルともベースシア係数  $C_B=1.0$  として算出した水平力 251kN では大きな損傷は確認できず、大型パネルは1層の変形角が

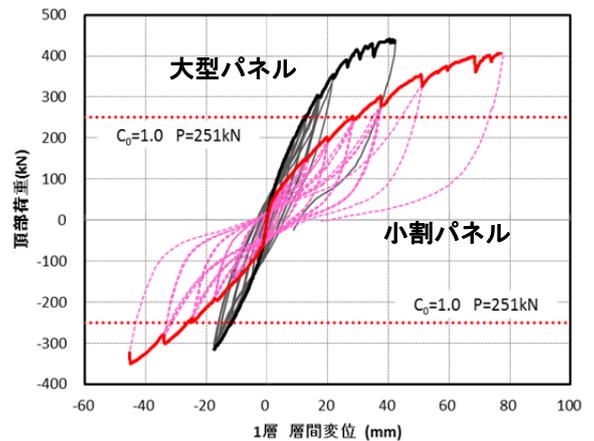


図 3 1層の荷重一層間変位関係と終局設計耐力( $C_B=1$ )

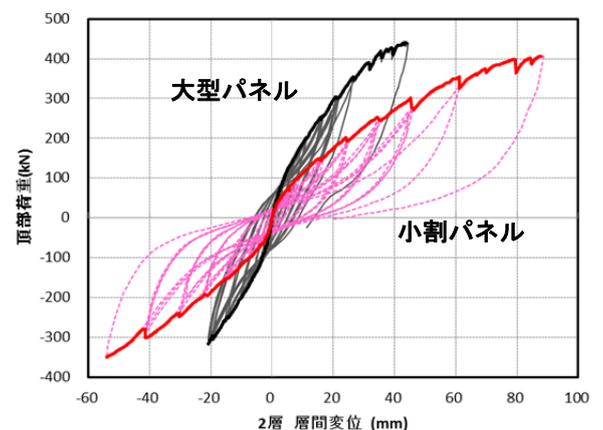


図 4 2層の荷重一層間変位関係

1/218(rad)、2層が 1/172(rad)、小割パネルは1層が 1/97(rad)、2層が 1/79(rad)に留まった。以降繰り返し加力続けると、小割パネルは個々のパネルがロッキングすることで、脚部金物でのパネルの浮き上がりや CLT 端部のめり込み、小壁間での隙間が見られた。これに対し大型パネルは構面全体がロッキングする傾向が見られたが、パネル脚部の浮き上がりは小割パネルに比べ小さく、終局時に窓開口隅角部で CLT に亀裂が発生したが、き裂は変形と共に少しずつ進展したが、急激な荷重低下は見られなかった。

#### 5. 謝辞

本研究は、「平成 25 年度森林整備加速化・林業再生事業(地域材利用開発事業分)」の一環として実施した。試験体の設計に当たっては、(株)日本システム設計三宅辰哉氏のご協力を得た。また、実験は、(独)建築研究所複合構造実験棟において実施した。ここに、関係各位のご協力に感謝いたします。

1 静岡大学大学院農学研究科 農学博士

2 静岡大学大学院農学研究科 博士(農学)

3(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)

Professor, Graduate School of Agriculture, Shizuoka University, Dr.Agr.

Assist.Prof., Graduate School of Agriculture, Shizuoka University, Dr.Agr.

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