

木製釘のせん断耐力に関する基礎的研究

清水研究室(建築・住居分野) A20AB125 村井柚美

研究背景・目的

背景

鉄釘による木造住宅の耐力壁

- ◎ **初期剛性・靱性能を高くできる**工法として多くの建物で用いられている
- × 近年、環境保護の観点から、建設廃棄物のサイクルが求められ、廃棄時の木材との**分別の手間が問題視**

解決策

- ・木製釘が開発された
- ・**耐震性能は明らかとなっていない**

目的

木製釘を用いた耐力壁の可能性を検証する

釘単体のせん断実験

耐力壁の解析

荷重変形関係から耐力壁の壁倍率を確認

実験概要

木製釘の荷重-変位関係を把握する為、耐力壁のファスナー部を想定した釘のせん断実験を実施した

試験体詳細

・パラメータは面材2種類、各8体 計16体実施。

項目	仕様詳細
接合部位	主材-側材
試料	名称: LIGNOLOC 4.7×58 寸法: 胴径4.7mm、長さ58mm
主材	種類: SPF製材 寸法: 38×89mm、長さ320mm
側材	種類: 石こうボード、構造用合板 寸法: 9.5mm(石こうボード)、長さ200mm 寸法: 9.0mm(構造用合板)、長さ200mm

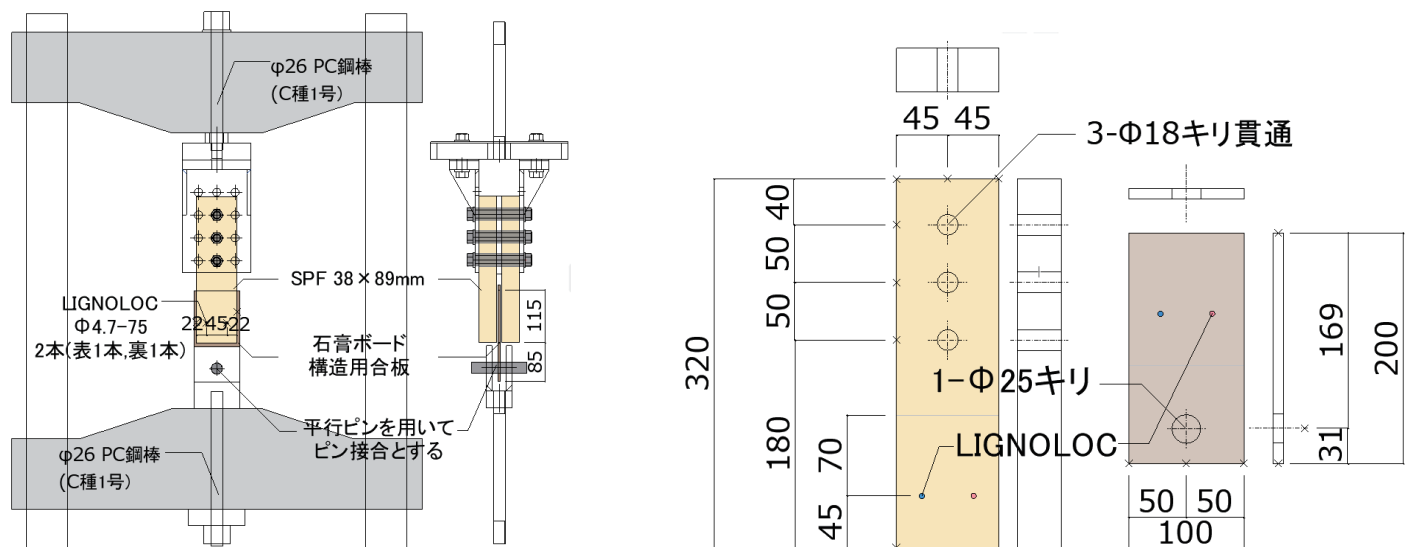
木製釘「LIGNOLOC(リグノロック)」

- ・ブナ(オーストリア)の細胞構造を圧縮し、樹脂を浸透させ硬化圧縮した。



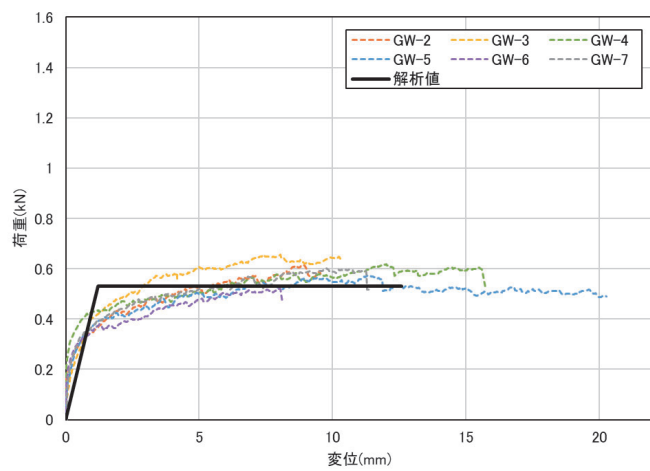
実験方法

- ・木製釘は、鉄釘より初期剛性・靱性能が高くないと考えられる為、釘を**2面せん断**とすることができる**Midply shear wall**を想定し、表・裏から1本ずつ釘打ち機にて施工する。
- ・加力速度2.0mm/minの一方方向単調加力を与え、最大荷重の0.8倍まで耐力が低下するまで行う。
- ・万能試験機に**SPF材はボルト**、**面材はピン**を介して留め付け、**曲げモーメントが作用しないよう**設置する。

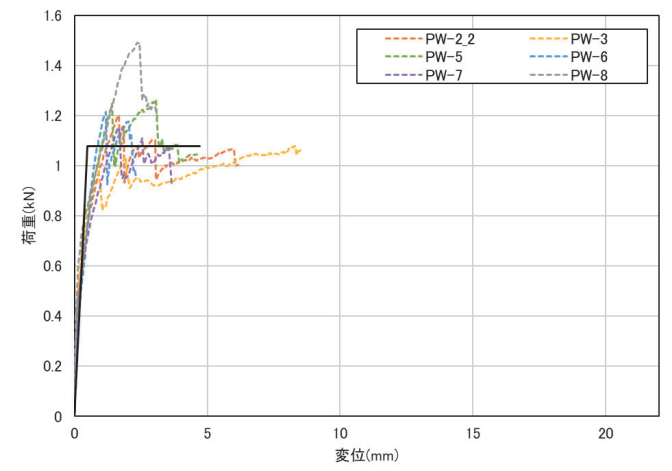


実験結果

- ・構造用合板 : **初期剛性・最大耐力が高く**、終局変位は4.71mmとそれほど高くない。
- ・石こうボード : 初期剛性・最大耐力はそれほど高くはないが、終局変位が12.59mmと**靱性能**がある。
- ・塑性率は両面材とも約10程度と高い値となり、**大きな差が見られない**。
- ・**破壊性状は大きく違い**、構造用合板では釘の破断が生じ、石こうボードでは釘が破断することなく面材の損傷によって最大耐力が決定したと考えられる。



石膏ボード



構造用合板

試験体名	降伏耐力 P_y (kN)	終局耐力 P_u (kN)	最大耐力 $2/3P_{max}$ (kN)	短期基準 せん断耐力 P_o (kN)	最大耐力 P_{max} (kN)	降伏変位 δ_y (mm)	降伏変位 δ_v (mm)	終局変位 δ_u (mm)	塑性率 μ	構造特性 係数 D_s	初期剛性 K (kN/mm)
構造用合板	0.61	1.08	0.82	0.51	1.23	0.27	0.48	4.71	9.81	0.26	2.25
石膏ボード	0.36	0.53	0.40	0.31	0.60	0.83	1.22	12.59	10.35	0.23	0.44

解析

木製釘を用いた耐力壁の可能性を検証するため、任意釘配列とした耐力壁の荷重変形関係を算出する。

$$P \cdot H = \sum_j M_x = \sum_j M_y \quad (1)$$

$$\Delta = \sum_j \theta \cdot H \quad (2)$$

$$jM_x = \sum_i jS_{x,i} \cdot l_{y,i} \quad (3)$$

$$jM_y = \sum_i jS_{y,i} \cdot l_{x,i} \quad (4)$$

$$jS_{x,i} = jS_i \cdot \frac{j\delta_{x,i}}{j\delta_i} \quad (5)$$

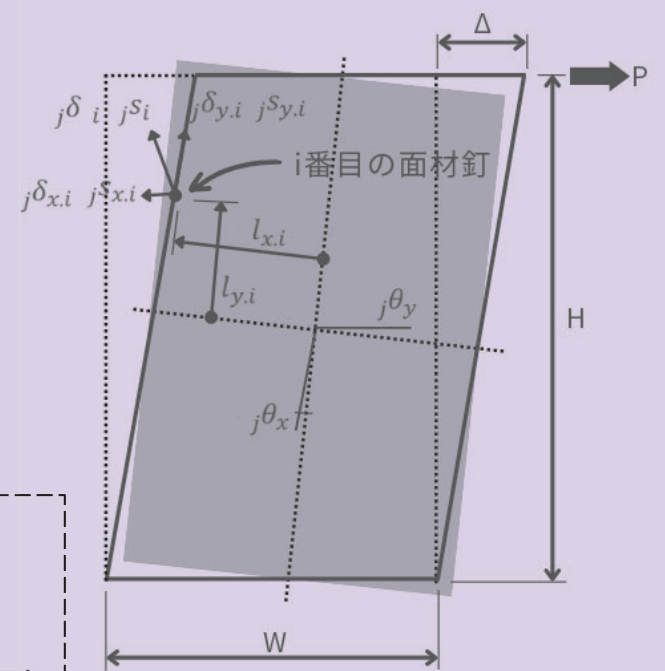
$$jS_{y,i} = jS_i \cdot \frac{j\delta_{y,i}}{j\delta_i} \quad (6)$$

$$j\delta_{x,i} = l_{y,i} \cdot j\theta_x \quad (7)$$

$$j\delta_{y,i} = l_{x,i} \cdot j\theta_y \quad (8)$$

$$j\delta_i = \sqrt{j\delta_{x,i}^2 + j\delta_{y,i}^2} \quad (9)$$

$$j\theta = j\theta_x + j\theta_y \quad (10)$$

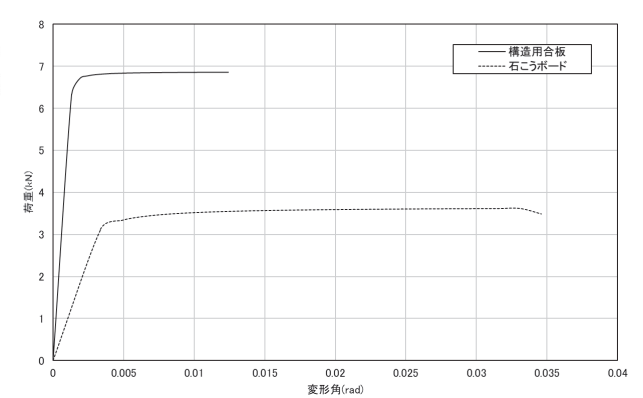
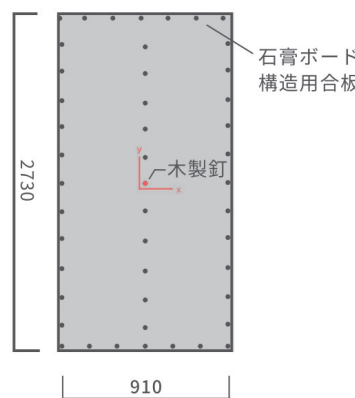


- ・ 910 (幅) × 2730mm (高さ) の耐力壁を想定
- ・ SPFを用いたMidply shear wall
- ・ 面材釘の配列は上下対称かつ左右対称
- ・ 降伏耐力 P_y は最外縁の釘が降伏変位に達する時

- ・ 実験結果のグレー箇所値を用いて、式(1)～(10)より耐力壁の水平力 P と壁の水平変形 Δ は面材の回転角について増分計算より得られ、添え字 j は増分計算のステップを表す。
- ・ 最外縁の釘から X, Y 両方向の中立軸までの距離を算出し、釘の変位を求める。
- ・ 釘にかかるモーメントを算出し、全ての釘で実施し、モーメントの総和を壁高さ H で除することで水平力 P となる。

釘ピッチ@125mm

- ・ 壁倍率を求める4指標 (P_y 、 $P_u(0.2/D_s)$ 、 $2/3P_{max}$ 、 $P_{1/120}$) と、4指標の中で最も小さい値となる短期基準せん断耐力 P_o を示す。
- ・ 標準寸法である横910mm、縦2730mmの面材に対して、釘ピッチを@125mmとすることで、どちらの面材共に壁倍率1.0以上とできることが明らかとなった。
- ・ 壁倍率は、両面材とも $2/3P_{max}$ で決定しており、木製釘の本数を増やすことと靱性能を高めることで、より高い壁倍率となる。



試験体名	降伏耐力 P_y (kN)	終局耐力 $0.2P_u/D_s$ (kN)	最大耐力 $2/3P_{max}$ (kN)	特定変形時 耐力 $P_{1/120}$ (kN)	塑性率 μ	構造特性 係数 D_s	短期基準 せん断耐力 P_o (kN)	壁倍率
構造用合板	6.33	6.11	4.72	6.85	9.81	0.23	4.72	2.65
石膏ボード	3.12	3.09	2.32	3.47	10.32	0.23	2.32	1.30

まとめ

- ・ 木製釘を用いた耐力壁が壁倍率を得られるか確認するため、釘単体のせん断実験と耐力壁の解析を行った。
- ・ 実験より釘単体の荷重変位関係が得られ、木釘を用いた標準寸法の耐力壁でも壁倍率1.0以上とできることが確認された。