

4. 門型ラーメン型試験体の評価試験

4. 1 材料

使用木材は機械等級区分E50以上の性能を有するスギ製材で寸法、木材の組み方を図4.1に示す。

4. 2 試験方法

表4.1に示す門型フレームについて、「木造軸組工法住宅の許容応力度設計(2008年版)」(財団法人 日本住宅・木材技術センター編、以下「参考図書1」とする)の第6章「試験方法と評価方法」に準じて面内せん断試験を実施した。

4. 3 使用した試験機

駆動部：油圧複動シリンダ MD20-500+手動ポンプ P-8D (ともに理研精機株式会社製)

ロードセル：共和電業製ジャッキ用ロードセル LUR-B-50KNSA1 (定格容量：±50kN)

(試験方法及び試験概要) 依頼者である球磨プレカットが搬入した接合金具が組込まれた部材を、当所で試験前に組立て、実験に供した。試験体の概要を図4.3.1に、試験状況を図4.3.2に示す。なお、試験機の条件でジャッキ側柱の柱頭から62cmをカットした。カット後の材端から接合金物の端部までの距離は20cmとなった。

4. 3. 1 変位の測定

図4.3.1に示すとおり CH1 で梁材の水平変位(終局加力方向を正)、H3 で柱脚部の水平変位(終局加力方向を正)、CH4、CH7 で柱脚部の鉛直変位(沈下方向を正)を測定した。(柱頭柱脚の先行破壊を防ぐための固定方法)

無載荷柱脚固定式で実施した。

4. 3. 2 加力方法

正負交番繰り返し加力とし、みかけのせん断変形角((CH1の変位量-CH3の変位量)/(鉛直方向標点間距離(CH1とCH3の間の距離:2600mm))が1/450、1/300、1/200、1/150、1/100、1/75、1/50radとなるよう各3回の繰り返し加力を行った後、荷重が最大荷重の80%に低下するまで、または荷重が低下しない場合はみかけのせん断変形角が1/15radを超えるまで正方向への加力を行った。

表4.1 試験体の主な仕様

試験体仕様	番号	主な仕様
中空梁門型	1~4	断面寸法 柱：120mm×300mm 梁：120mm×360mm

試験体番号1は予備試験とした。(注意) 本試験結果の一部転載不可。

4.4 評価方法

(1) 包絡線の作成

包絡線は、最終破壊させた側の荷重－みかけのせん断変形角曲線において、繰り返し履歴の最初の曲線を順次結んで作成した。

(2) 短期基準せん断耐力の算定

短期基準せん断耐力 P_0 は、以下の①～④の荷重の平均値に、以下に示すばらつき係数を乗じて算出した値のうち最も小さい値とした。

①降伏耐力 : P_y

②終局耐力 : $P_u \times \frac{0.2}{D_s}$

③ P_{\max} の $\frac{2}{3}$ の値 : $\frac{2}{3} P_{\max}$

④特定変形時 (1/120rad) 時の荷重 : $P_{1/120}$

ばらつき係数は、母集団の分布形を正規分布とみなした場合の統計的処理に基づく信頼水準 75% の 50% 下側許容限界値をもとに次式により求めた。

$$\text{ばらつき係数} = 1 - \frac{s}{\bar{x}} \times K$$

$$\text{ただし、} \bar{x} : \text{平均値、} s : \text{標本標準偏差} \left(= \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \right),$$

K : 信頼水準 75% における 50% 下側許容限界値を求めるための定数
(試験体数に依存する定数 (試験体数 3 の場合、 $K=0.471$))

なお、①～③の算出は、(1) により作成した包絡線を用いて参考図書 1 に示す「鉛直構面及び水平構面の剛性と許容せん断耐力を算定するための試験方法と評価方法」により算出した。

(3) 短期許容せん断耐力の算定

短期許容せん断耐力 $P_a = P_0 \times \alpha$

P_0 : 実験により決定された耐力壁の短期基準せん断耐力

α : 耐力壁に影響を及ぼす係数で、耐力壁の構成材料の耐久性・使用環境の影響、施工性の影響、壁量計算の前提条件を満たさない場合の影響等を勘案して定める係数

※ただし、本試験の条件では α を考慮できないので、 $\alpha=1$ として算定した。

(3) 参考図書 1 の第 2 章 2.4 の「水平力に対する許容応力度計算」に基づく値の算出

以下に示す方法により算出した。なお、算出には建築基準法施行令第 46 条第 4 項表 1 の (八) に基づく木造軸組耐力壁の壁倍率を用いた。

$$\text{比較用壁倍率} = P_a \times (1/1.96) \times (1/L)$$

ただし、 P_a : 短期許容せん断耐力 (kN)

1.96: 壁倍率=1 を算定する数値 (kN/m)

L: 壁の長さ (m)

4.5 予備試験体の評価

図4.5.1に予備試験体における荷重とせん断変形角との関係を示す。

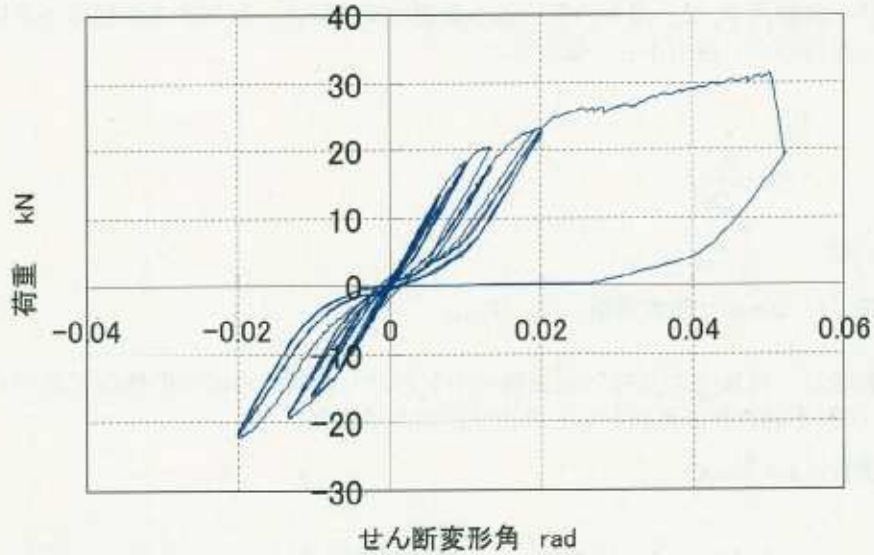


図4.5.1 荷重とせん断変形角

短期基準せん断耐力

(a) 降伏耐力 P_y	18.45 kN
(b) 終局耐力 $P_u * (0.2/D_s)$	12.93 kN
(c) 最大荷重 P_{max} の $2/3$	20.79 kN
(d) $1/120 \text{ rad}$ 変形時の耐力	16.26 kN

以上のうちの最小値は **12.93 kN**

参考: 短期許容せん断耐力

$$P_a = 12.93 * \alpha$$

$$= \boxed{12.93} \text{ kN} \quad (\alpha = 1 \text{ 仮定})$$

参考: 壁倍率 ($\alpha = 1$ 仮定)

$$P_a * (1/1.96) * (1/L) \quad \text{壁長さ } L = 3.90$$

$$= 1.69 = \boxed{1.5} \text{ 倍}$$

4. 6 試験結果

表4. 6に試験体No 2、3、4の試験結果を、図4. 6. 1に荷重とせん断変形角ならびに両者の関係の完全弾塑性近似図を示す。なお、表4. 6にはNo 2~No 4の3体の試験結果から算出した壁倍率を参考値として示した。

表4. 6 No2~4 試験結果

試験体No	最大荷重 Pmax kN	降伏耐力 Py kN	降伏変位 δy rad	初期剛性 K kN/rad	終局変位 δu rad	降伏点変位 δv rad	終局耐力 Pu kN
No 2	33.51	19.65	0.0126	1565	0.0667	0.0187	29.23
No 3	33.96	20.05	0.0120	1668	0.0667	0.0175	29.15
No 4	33.44	19.44	0.0145	1340	0.0667	0.0218	29.24
平均値	33.64	19.71	0.0130	1524	0.0667	0.0193	29.21
標準偏差	0.28	0.31	0.0013	168	0.0000	0.0022	0.05
変動係数%	0.8	1.6	10.1	11.0	0.0	11.6	0.2

試験体No	塑性率 μ	構造特性係数 Ds	0.8Pmax面積 S kN・rad	破壊形態
No 2	3.57	0.40	1.676	柱脚部固定ボルトと接合部ボルトの伸びとボルト穴周辺の木破
No 3	3.81	0.39	1.689	柱脚部固定ボルトと接合部ボルトの伸びとボルト穴周辺の木破
No 4	3.05	0.44	1.630	柱脚部固定ボルトと接合部ボルトの伸びとボルト穴周辺の木破
平均値	3.48	0.41	1.665	
標準偏差	0.39	0.03	0.031	
変動係数%	11.16	6.78	1.8	

試験体No	(a) 降伏耐力Py	(b) 終局耐力Pu* (0.2/Ds)	(c) 2/3Pmax	(d) 1/120rad 変形時の耐力	1/200rad 割線勾配 kN/rad.	1/200rad 割線剛性 kN/rad./m	1/200rad割線剛性 1mの壁と見立てたとき kN/rad./m
No 2	19.65	14.48	22.34	16.05	2139	509	2139
No 3	20.05	15.01	22.64	16.54	2202	524	2202
No 4	19.44	13.22	22.29	14.00	1879	447	1879
平均値	19.71	14.24	22.42	15.53	2073	494	2073
標準偏差	0.31	0.92	0.19	1.35	171.0	40.7	171.0
変動係数%	1.57	6.47	0.83	8.69	8.25	8.25	8.25

短期基準せん断耐力

(a) 降伏耐力Py	19.57 kN
(b) 終局耐力Pu*(0.2/Ds)	13.80 kN
(c) 最大荷重Pmaxの2/3	22.34 kN
(d) 1/120rad 変形時の耐力	14.90 kN

以上のうちの最小値は **13.80 kN**

参考:短期許容せん断耐力

$$Pa = 13.80 * \alpha$$

$$= \boxed{13.80} \text{ kN} \quad (\alpha = 1 \text{ 仮定})$$

参考:壁倍率($\alpha = 1$ 仮定)

$$Pa*(1/1.96)*(1/L) \quad \text{壁長さ } L=4.20$$

$$= 1.68 = \boxed{1.5} \text{ 倍}$$

試験体荷重変形曲線

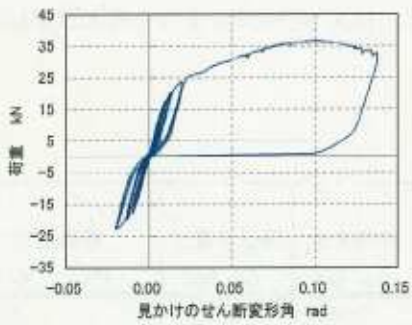


図1 No.2 荷重とせん断変形角曲線

試験体完全弾塑性近似

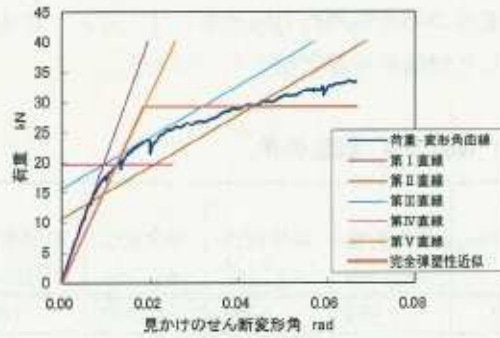


図2 No.2 完全弾塑性近似

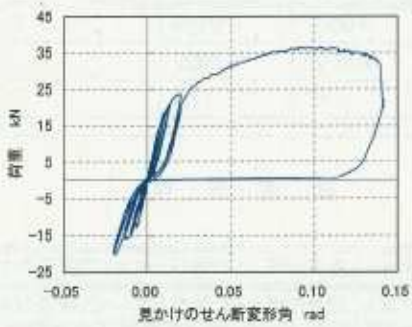


図3 No.3 荷重とせん断変形角曲線

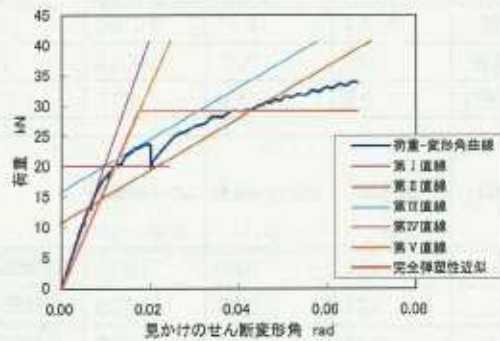


図4 No.3 完全弾塑性近似

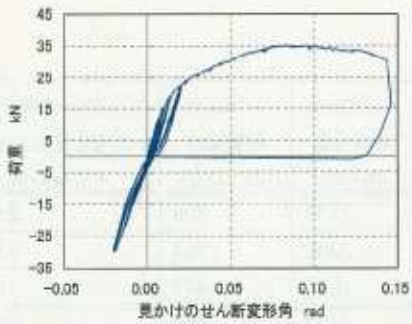


図5 No.4 荷重とせん断変形角曲線

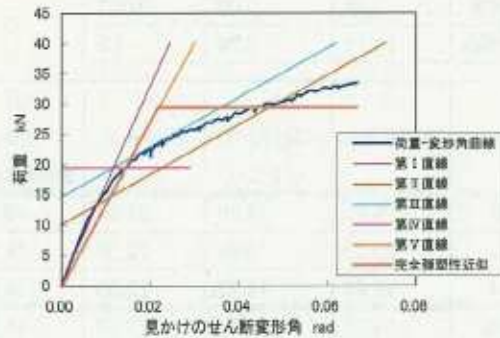


図6 No.4 完全弾塑性近似

図4. 6. 1 No.2 ～4試験体の荷重-みかけのせん断変形角曲線と完全弾塑性近似曲線



No. 2 試験体 試験体加力終了時の状況



No. 2 試験体 加力終了時の加力側柱脚部ボルトの変形



No. 3 破壊時のジャッキ側柱脚部ボルトの
変形



No. 4 試験体加力終了時の状況



No. 4 試験体 反ジャッキ側接合部の破壊状況

