

技術レポート

# 木造耐力壁の強度性能試験方法と解説

河村 進\*

本レポートは、平成21年度に行った受託研究報告書の内容について、依頼者の了解を得て一部掲載・紹介するものである。

1. 試験依頼者の名称および住所	(株) つみつく 島根県松江市東津田町 763-2
2. 件名	木製ブロックを組積みした壁面の水平せん断試験
3. 試験概要	[1]目的 木製ブロックを組積みした工法について耐力壁の水平せん断試験を行い、その性能を確認し、自社の技術資料とする。 [2]試験体 1) 試験体の構成：土台、梁（マツ 86×120mm、側面 7mm 合板貼り）、および木製ブロック 27 個 2) 接合方法： 試験装置定盤－梁間の接合：1/2 インチ寸切りボルト 4 箇所 土台－試験装置定盤間の接合：M16 ボルト、ナットおよび角座金 3 箇所 3) 木材： 土台－100mm 角、スギ 梁－86×120mm、側面 7mm 合板貼り、マツ 木製ブロック（厚さ）100mm×（幅）200～600mm×（高さ）450mm、7mm 厚スギ合板で構成 4) 試験体数：3 体 [3] 加力方法 柱脚固定式：試験方法の詳細については(財)日本住宅・木材技術センター編「木造軸組工法住宅の許容応力度設計（2008 年度版）」（平成 21 年 6 月発行第 4 版）に準拠
4. 試験結果	短期基準せん断耐力 19.86kN（詳細については以下に一部記載）
5. 試験日時	平成 22 年 3 月 9 日

## 1. 試験方法の概要

近年住宅の耐久性能が求められる中で、壁構造、あるいは床構造については台風や地震を想定した水平せん断耐力に対する性能の把握が重要な課題とされている。一方、建築基準法施行令において、一般的な筋かいを持つ壁面<sup>1)</sup>や合板釘打ち耐力壁等<sup>2)</sup>の壁倍率は示されているものの、法令で例示されていない工法や材料を開発した場合は、別途強度性能を確認する必要がある。

当センターでは「鉛直構面の面内せん断試験」<sup>3)</sup>に基づく水平せん断試験を行っている。本レポートでは一部受託研究の結果と合わせて、その概要を紹介する。

### 1.1 試験装置

試験装置は面内せん断試験装置（鷲宮製作所製 V-2153、油圧式、最大荷重 100kN、最大ストローク 400mm）を用いた。

### 1.2 加力方法

本研究においては図 1 に示すように、試験体上部の梁材の一端に 9 本の M12 長ボルトを取り付け、油圧ジャッキによる正負交番荷重を加え、荷重値の検出には最大容量

\*材料技術グループ

100kN のロードセルを用いた。

### 1.3 変位量の測定方法

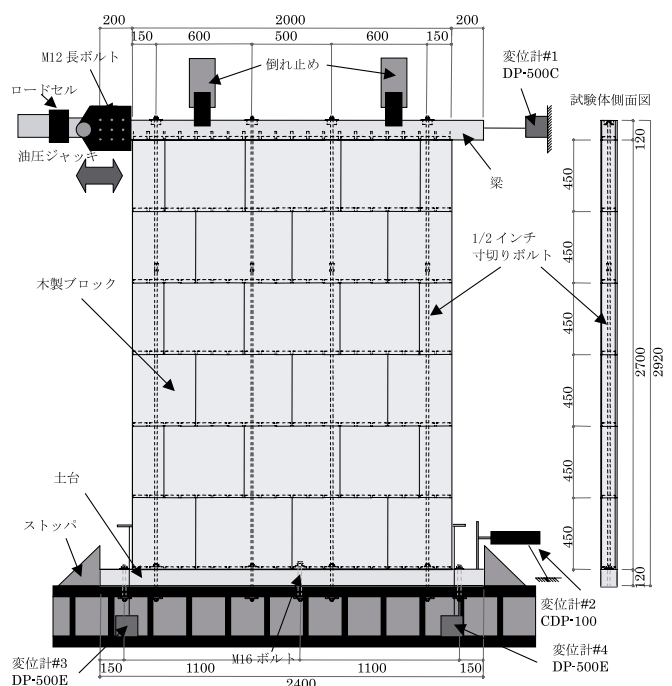


図 1 試験体および試験方法の概略

試験体各部の変位量の測定は、図1に示す位置に設置した4個のひずみゲージ式変位計（東京測器研究所製）を用いた。なお本レポートでは変位計 #1, #2 の相対変位の差を変位計 #1 ~ #2 間の距離（試験体設置時に定まる一定値）で割った値（rad.）を見かけのせん断変形角とした。

1.4 加力履歴

加力方法は見かけのせん断変形角  $\gamma$  が 1/450, 1/300, 1/200, 1/150, 1/100, 1/75, 1/50rad. になるまで3回ずつ正負交番繰り返し加力を行った後、最終的に正加力方向に 1/15rad. に達するまで加力した。

1.5 短期基準せん断耐力の算定

短期基準せん断耐力  $P_0$  は、下記の (a) ~ (d) の耐力の 50% 下限値（平均値に、それぞれのばらつき係数を乗じて算出した値）のうち、もっとも小さい値とする。

- (a) 降伏耐力  $P_y$
- (b) 最大荷重  $P_{max}$  の 2/3
- (c)  $P_u \times (0.2\sqrt{2\mu-1})$  ここで  $P_u$ : 終局耐力,  $\mu$ : 塑性率
- (d) 見かけのせん断変形角 1/120rad. 時の耐力  $P_{120}$

なお、ばらつき係数は変動係数を CV として、  
ばらつき係数 =  $1 - CV \times k$

で計算される。ここで  $k$  の値は、試験強度の母集団が正規

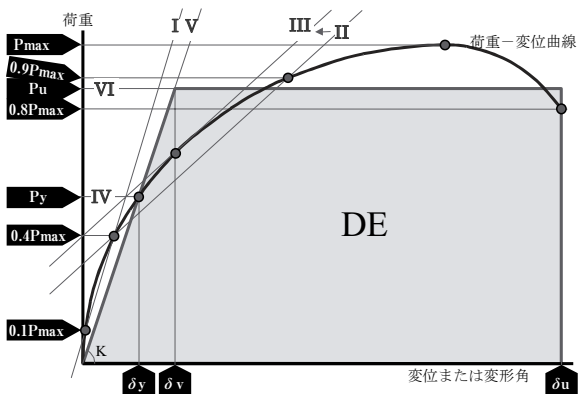


図2 完全弾塑性モデルによる降伏耐力の求め方分布と仮定した場合の信頼水準 75% の 50% 下側許容限界であり、試験体数 3 の場合、 $k$  の値は 0.4714 となる。

【降伏耐力  $P_y$  等の求め方】

このモデルは荷重-変位曲線（または繰り返し試験で得られた荷重-変位曲線について、最外郭をトレースして得られた包絡線）を直線近似させ、さらにねばり易さ等の値を定量的に求めるために木質構造研究の分野で広く使われるようになってきた方法である。図2にその概要を示す。ここで、

- 第I直線：包絡線上の  $0.1P_{max}$  と  $0.4P_{max}$  を結ぶ直線
- 第II直線：包絡線上の  $0.4P_{max}$  と  $0.9P_{max}$  を結ぶ直線
- 第III直線：第II直線に平行、かつ包絡線に接する直線
- 降伏耐力  $P_y$ ：第I直線と第III直線との交点の荷重
- 第IV直線： $P_y$  を通り、X 軸と平行な直線
- 降伏変位  $\delta_y$ ：第IV直線と包絡線の交点の変位
- 第V直線： $(\delta_y, P_y)$  と原点を結ぶ直線
- 初期剛性  $K$ ：第V直線の傾き
- 終局変位  $\delta_u$ ：最大荷重後  $0.8 P_{max}$  または 1/15rad. 時変位
- 破壊エネルギー DE：包絡線、X 軸、および  $X = \delta_u$  で囲まれる面積
- 第VI直線：DE と面積が等しくなるよう、第V直線、 $X = \delta_u$ 、および X 軸で台形近似させたときの直線
- 終局耐力  $P_u$ 、降伏点変位  $\delta_v$ ：第V直線と第VI直線の交点の荷重および変位

塑性率  $\mu$ ： $\delta_u / \delta_v$  で算出  
構造特性係数  $D_s$ ： $1/\sqrt{2\mu-1}$  で算出

1.6 壁倍率の算定

壁倍率は、下式により算定する。

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

ここで、 $P_a$ ：短期許容せん断耐力 (kN) [=  $P_0 \times \alpha$ ]

$\alpha$ ：考えられる耐力低下の要因を評価する係数

$L$ ：壁長さ (m)、この試験体では横方向長さ 2 となる。

係数  $\alpha$  は、実験データに安全率をかけることで、実際の使用状況での耐力を予測するためのもの (0 ~ 1 の値) であり、安全側に見積もるほど 0 に近い値となる。壁倍率の性能評価機関においては、得られた実験データだけでなく、

表1 試験結果

	No.1		No.2		No.3		短期基準せん断耐力の算定		
	荷重(kN)	変形角(rad.)	荷重(kN)	変形角(rad.)	荷重(kN)	変形角(rad.)	平均値	標準偏差	50%下限値
$P_{max}$	38.96	0.02737	47.59	0.04409	41.42	0.05193			
$P_u, \delta_v$	34.01	0.00946	41.42	0.01555	38.80	0.01833			
(a) $P_y, \delta_y$	19.76	0.00549	26.71	0.01003	23.63	0.01116	23.37	3.48	21.73
(b)2/3 $P_{max}$	25.97	0.00893	31.73	0.01348	27.61	0.01424	28.44	2.97	27.04
(c) $P_u \times (0.2\sqrt{2\mu-1})$	19.96	0.00559	21.88	0.00729	19.52	0.00849	20.45	1.25	19.86
(d) $P_{120}$	25.05	0.00833	23.88	0.00833	19.19	0.00833	22.71	3.10	21.24
$K$			3597	2664		2117			
DE			1.38	2.25		2.25			
$\mu$			4.81	3.99		3.66			
$D_s$			0.34	0.38		0.40			

表2 壁倍率の算定

$P_0$ および決定要因	19.86	(c) $P_u \times (0.2\sqrt{2\mu-1})$
壁倍率( $\alpha=1$ として計算)	5.0	

別途提出された部材製造手順書、施工管理書類など実際の品質管理や施工管理状況、さらに既往の実験データ等も勘案した上で  $P_a$  を算定している。当センターは壁倍率の性能評価機関ではなく、これらの資料を持ちあわせていないので  $P_a$  を決定することはできないが、今回は実験データをそのまま反映する値として  $\alpha = 1$  として算出した  $P_a$  の値から壁倍率を計算した。

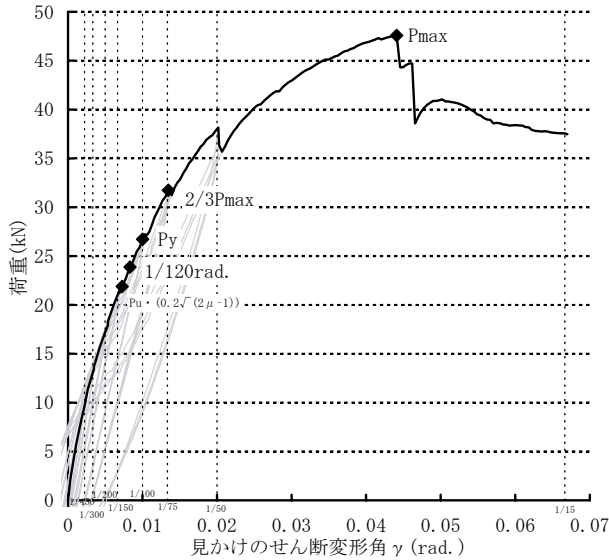


図3 荷重-せん断変形角の包絡線(試験体No. 2)

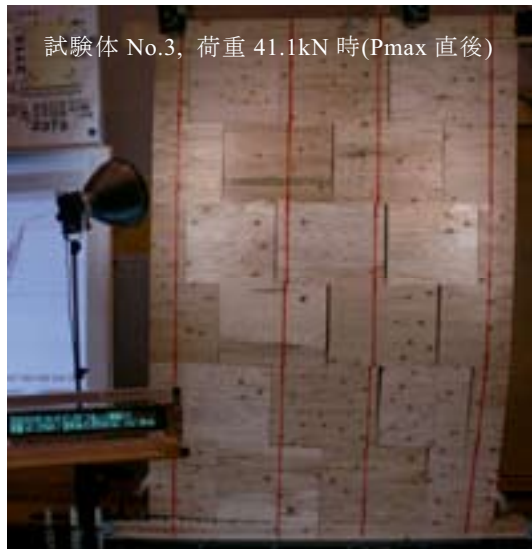


図4 試験体の破壊状況

## 2. 結果およびコメント

今回の試験における結果を表 1, 2 に、荷重-せん断変形角の包絡線の一例を図 3、試験体の破壊状況の一例を図 4 に示す。図 4 に示すように試験体下部より 2 段目右側ブロックでは合板のせん断破壊が、また 1 段目左端ブロックでは脚部の浮き上がりが発生した。なお、赤い線は試験開始前に記入した寸切ボルトの位置を示す。

また、当センターでは、これまで耐力壁のせん断ひずみ分布を画像相関法を用いて測定してきたが<sup>4)</sup>、今回の試験

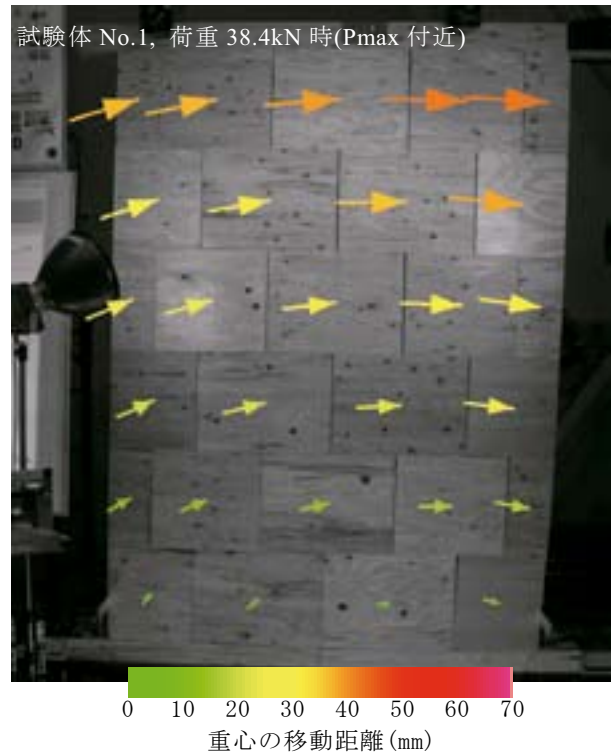


図 5 画像相関法を用いて解析した各ブロックの重心の移動状況(矢印の長さは実際の移動距離の 5.5 倍に拡大)

体についても同様の方法を用いて解析を試みた。

試験体 No.1 の最大荷重付近でのブロックの重心移動を解析した結果を図 5 に示す。試験体を構成するブロック毎に移動量が異なり、上段ブロックほど大きなずれが発生している様子が観察された。

当センターでは平成 10 年度に面内せん断試験装置を導入し、近年になって建築や建材業界からの試験要望案件が増加してきた。文献<sup>3)</sup>に基づく制御・測定を行うために、今回のケースをはじめとした面内せん断試験は当センターで作成した制御・測定プログラムで対応している。先にも述べたように当センターは壁倍率の性能評価機関ではないので最終的な設計に必要な壁倍率を示すことはできないが、壁倍率取得の事前試験の場として活用していただきたい。

## 文 献

- 1) 建築基準法施行令第 46 条第 4 項表 1: 構造耐力上必要な軸組等。
- 2) 昭和 56 年建設省告示第 1100 号: 令第四六条第 4 項表一(一)項から(七)項までに掲げる軸組と同等以上の耐力を有する軸組及び当該軸組に係る倍率の数値を定める件。
- 3) 財団法人日本住宅・木材技術センター編. 木造軸組工法住宅の許容応力度設計(2008 年版). 東京, (財) 日本住宅・木材技術センター, 2009, p.563-574.
- 4) 河村進, 大畑敬, 村田功二. 斜行型合板を用いた耐力壁の面内せん断性能. 材料. 58(4), 2009, p.280-285.