

# 開口を有する連結壁体パネルのせん断性能

丸山 武 伊藤 勝彦  
宮野 博

## 1. はじめに

木質プレハブ住宅用耐力壁パネルとしての単位パネルを平面的に種々の形状に連結させた場合のせん断性能について、単体試験による結果と実験的に比較検討してみた。そのうち、単位パネルを単純に最大4速まで盲状に連結させた場合の試験結果については既に報告し<sup>1)</sup>、複数枚の単位パネルを連結させたことによる剛性向上効果が確認できたが、それらに引き続いて行った垂れ壁、腰壁を含めて開口を有するように連結させた壁体パネルのせん断性能について報告する。なお、この報告の要旨は第25回日本木材学会大会（昭和50年4月、福岡）<sup>2)</sup>において発表した。

## 2. 材料及び試験の方法

### 2.1 単位パネル

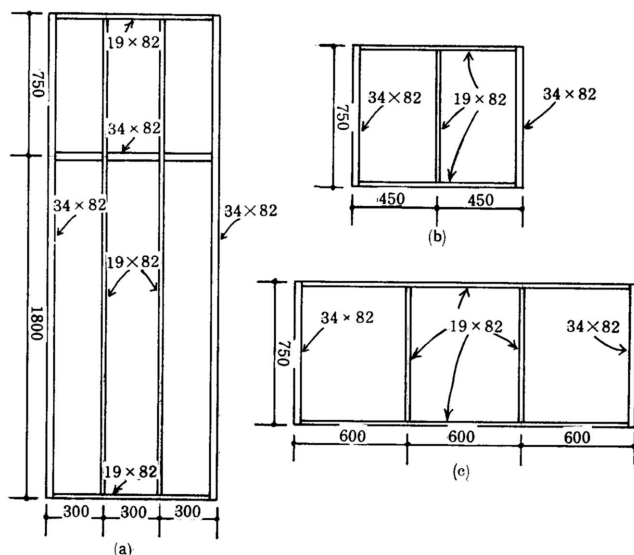
開口連結パネルを構成する単位パネルの枠組構成を

第1図に示す。同図(a)の幅90cm、高さ225cmの単位パネルが基本耐力パネルとなるもので、(b)と(c)が垂れ壁と腰壁になる、いわゆる小壁パネルで、高さは何れも75cmで、幅は90cmと180cmの2種類である。枠組材の樹種はトドマツ材で、その断面寸法は第1図に示してある。縦框の外側には横架材との緊結用の軸ボルトを通すための半円状の溝（直径24mm）をくり抜いてある。また、上下横框の横架材に接する面には端部から10cmの位置にダボ孔加工が施してあり、横架材を取り付ける際に20×20×20（mm）の角ダボをはめ込めるようにしてある。表面材には片面に構造用6mmラワン合板を、ユリア樹脂接着剤を使用してホットプレスにより接着した。使用した合板の寸法は910×1810（mm）であったので、上部合板受けの中央で突き合わせになっている。接着終了後、裏面に12mm厚さのエゾマツ小幅板（幅約10cm）をパネルの幅方向と平行に約3cmの間隔をあけてくぎ打ちした。

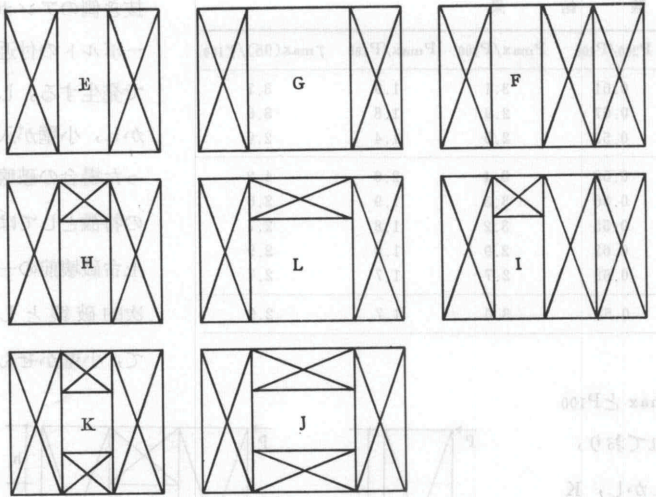
### 2.2 開口連結パネル

開口を有する連結パネルの種類を第2図に示した。開口の型式としては同図の上段から、縦スリット型（E, G, F）、ドア型（H, L, I）、窓型（K, J）の3つに分類でき、同図の左側は開口幅90cm、中央は180cm、右側は袖壁が左右非対称で開口幅は90cmとなっている。

これらの開口パネルについて壁体全長から20cm張り出す長さの土台及び桁としての横架材（10cm×10cmエゾマツ角材）を軸ボルト（直径13mm）により取り付け、パネル相互の接合にはパネルの



第1図 単位パネル(単位:mm)



第2図 開口パネルの種類

上下各10cmの位置でN90の普通くぎ1本を片側から打ち付け、パネルと横架材とに対しても単位パネル1体毎の両端から15cmの位置でN90をパネル側から各1本打ち付け、パネル相互及び横架材とを一体化させた。

### 2.3 試験の方法

このように組み立てた壁体の土台部分を別途に固定されている鋼製フレームにアンカーボルト（直径13mm）で緊結した。アンカーボルトの位置は壁長2.7mの場合には両端から各々張り出し側へ10cmの位置と中央の3か所とし、壁長3.6mの場合には土台が中央部分で相欠き継ぎになっているので、その両端と張り出し側両端の4か所とした。

加力の方法は桁の木口面的一方からプルーベングリ

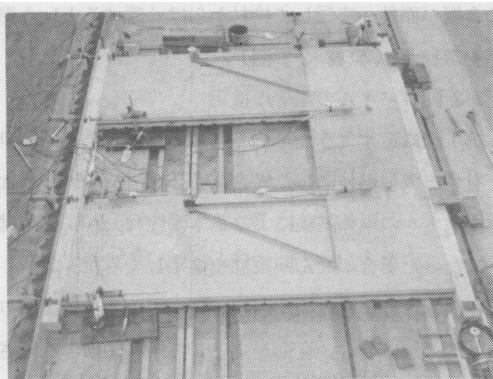


写真 - 1 試験体全景 (H型)

ングを介してオイルジャッキにより負荷した。水平変位がパネル高さの1/100変形時までは単純増加繰り返し片振り荷重で剛性試験を行い、その後に破壊に至るまで加力した。変形は摺動抵抗型変位計を使用して水平及び垂直方向の変位や、土台の浮き上り量などを測定し、また、パネルの合板面上に取り付けた治具とダイヤルゲージでパネル自体のせん断変形も測定した。試験方法の一例としてH型パネルの試験の全景を写真 - 1に示した。

## 3. 試験の結果と考察

### 3.1 水平加力試験の結果

各開口パネルの試験の全般的な結果を各3体の平均値で第1表に示した。これらの値はパネル単位長さ当りに換算していない測定値そのままの値である。比較のために別途に行った基本耐力パネル単体での試験で得られた値もパネル記号Aとして同表に示した。

$P_{200}$ 及び $P_{100}$ はそれぞれ壁高さの1/200及び1/100変形時のせん断力で、いわゆる初期剛性になるわけであるが、壁長2.7mの場合も3.6mの場合でも垂れ壁、腰壁が入った形状での初期剛性の向上が顕著である。

E型とG型の場合、開口が異なるだけで袖壁の壁量は全ったく同じであることから同様な値を示すと考えられるが、G型については極めて低い値となっている。その原因として考えられることは、壁長3.6mの場合には土台が中央部分で相欠き継ぎで、桁も開口部側面軸ボルト上で継ぎ手が入っているため、それらの部分での剛性が極めて低くなって変形量が大きくなってしまい、せん断剛性がこのように低い値になったものと思われる。

最大せん断力 $P_{max}$ も初期剛性の場合と同様に小壁が入っているに従って高い値を示していることがうかがえる。

初期剛性 $P_{200}$ と $P_{100}$ との比をみると、何れの場合でも0.6前後の値で、単体試験での値と大差な

第1表 試験結果

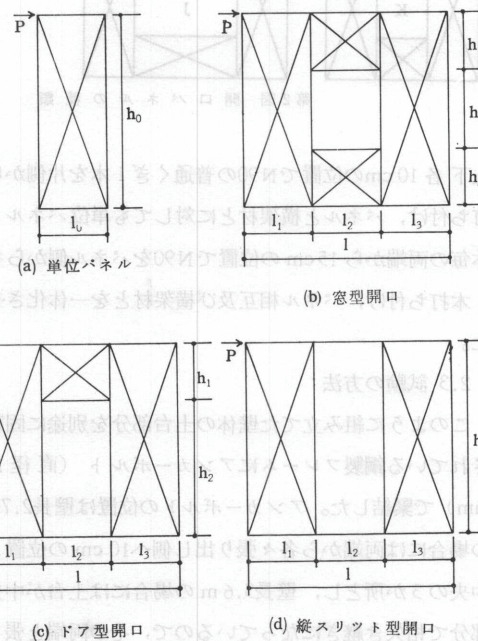
パネルの記号	P <sub>200</sub> (kg)	P <sub>100</sub> (kg)	P <sub>max</sub> (kg)	P <sub>200</sub> /P <sub>100</sub>	P <sub>max</sub> /P <sub>200</sub>	P <sub>max</sub> /P <sub>100</sub>	$\gamma_{max(95)}/\gamma_{100}$
E	757	1232	2310	0.61	3.1	1.9	3.7
H	914	1500	2693	0.67	2.9	1.8	3.6
K	1084	1874	2717	0.58	2.5	1.4	2.0
G	547	945	1870	0.58	3.4	2.0	4.2
L	845	1501	2778	0.56	3.3	1.9	2.6
J	957	1751	3090	0.55	3.2	1.8	2.7
F	1035	1674	2953	0.62	2.9	1.8	2.9
I	1181	1884	3185	0.63	2.7	1.7	2.7
A	330	570	990	0.58	3.0	1.7	2.9

抜き側のアンカーボルトの付近で発生する。しかし、小壁が入った場合の破壊の特徴としては土台破壊前の一次的破壊として、小壁がせん

い。P<sub>max</sub>とP<sub>200</sub>との比はほぼ3.0前後、P<sub>max</sub>とP<sub>100</sub>との比は1.8前後の値で安全率は十分満されており、この場合も単体試験と大差ない値である。しかし、K型の場合には他と比較して小さい値となっているが、これは最大耐力に比較して他の場合よりも初期剛性が大きいことを意味している。すなわち、K型のように開口の極めて小さい窓型開口パネルになった場合、パネル全体としては極めて大きな初期剛性を示す。

次に、最大耐力の95%荷重時の水平変位 max(95)とP<sub>100</sub>のときの水平変位 100との比、すなわち塑性率をみると、その値は2~4の範囲にほぼ含まれる。この場合もK型が一番低い値となっているが、これは破壊時点の変形量が他と比較して小さく、相対的に粘りが小さくなっている。G型の場合には逆に大きくなっているが、前述のように横架材の継ぎ手の取り合いの影響により変形量が他と比較して極めて大きく、相対的には粘りが大きいということになる。

次に、破壊の形態についてであるが、この種の試験法の特徴として最終的な破壊はほとんどが土台の引き



第3図 開口の型式

断力を受けて開口隅角部で応力集中が起り、その部分の合板が面外へ座屈して枠材からはく離するという形態を示した(写真-2参照)。

### 3.2 開口パネルの剛性の推定

第1図に示すような単位パネルを組み合わせて開口を有する大型壁体にした場合、第3図(a)のような単位パネルの単体試験による基本剛性 $Q_0$ から連結壁体になった場合のせん断剛性を推定してみた。まず、第3図(b)のような窓型開口で考えてみる。窓型開口を3つの層に分け、変形が主として回転変形に支配され、それぞれの変形の総和が壁体全体の变形となり、

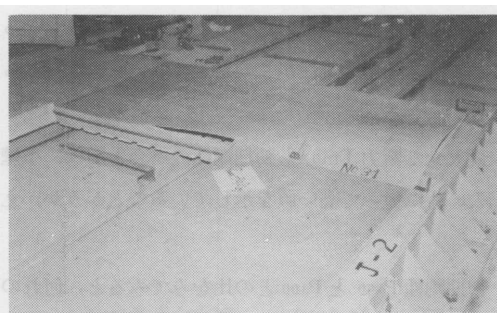


写真-2 開口隅角部の破壊(J型)

第2表 初期剛性の計算値と実験値との比較

パネル の記号	開口の 型式	P <sub>200</sub> (kg)		実/計	P <sub>100</sub> (kg)		実/計
		計算値	実験値		計算値	実験値	
E	V	660	757	1.14	1140	1232	1.08
H	D	732	914	1.25	1264	1500	1.19
K	W	821	1084	1.32	1418	1874	1.32
G	V	660	547	0.83	1140	945	0.83
L	D	774	845	1.09	1337	1501	1.13
J	W	935	957	1.02	1615	1751	1.08
F	V	990	1035	1.04	1710	1674	0.98
I	D	1069	1181	1.10	1846	1884	1.02

(注) V: 縦スリット型開口  
D: ドア型開口  
W: 窓型開口

また、その水平変位量は同一の荷重であるならば壁長さに比例し、かつ壁高さに逆比例するものと仮定すれば、窓型開口パネルのせん断剛性 $Q_w$ は、

$$Q_w = \frac{l \cdot l_e}{l_e \cdot h_1 + l \cdot h_2 + l_e \cdot h_3} \cdot \frac{h_0}{l_0} Q_0 \quad (1)$$

となる(但し $l_e = l_1 + l_3$ 、以下式中の記号は第3図参照)。この推定式は林<sup>3)</sup>が開口単体パネルについて提案した式と基本的には一致する。第3図(c)のようなドア型開口パネルのせん断剛性 $Q_D$ は、(1)式において $h_3 = 0$ とすれば、

$$Q_D = \frac{l \cdot l_e}{l_e \cdot h_1 + l \cdot h_2} \cdot \frac{h_0}{l_0} Q_0 \quad (2)$$

となる。さらに同図(d)のような垂れ壁もない袖壁だけのスリット型開口になった場合には、(2)式で $h_1 = 0$ 、 $h_2 = h$ となつて、せん断剛性 $Q_V$ は、

$$Q_V = \frac{l_e}{h} \cdot \frac{h_0}{l_0} Q_0 \quad (3)$$

となり、この試験で取り扱った開口パネルの剛性は全て(1)式で表わせることになる。

この推定式に第1表の単体パネルAの初期剛性を代入して求めた計算値と実験値との比較を第2表に示した。これをみると、G型以外では極めてよく一致し、しかもほとんど安全側である。このことにより単体パネル試験から求めた基本耐力を使い、連結された状態での開口を有する壁体の初期せん断剛性は、上記の式で実用的に十分に推定し得るものと思える。

#### 4. まとめ

開口を有するように連結させた大型壁体パネルについてそのせん断性能を検討した。その結果を要約すると次のようになる。

- 1) 縦スリット型開口パネルに垂れ壁を入れてドア型開口にしたり、さらに腰壁も入れて窓型開口にした場合のこれらの小壁の影響は無視し得ず、耐力上昇に大きく貢献する。また、破壊の形態においてもこれらの小壁は影響し、開口隅角部で応力集中が起り、その部分の表面合板が面外へ座屈して破壊に至る形態を示した。
- 2) 開口を有する組み立てパネルの初期剛性は単位パネルの単体試験による初期剛性を用いた推定式(1)から実用的には十分に推定し得る。

#### 文 献

- 1) 丸山武, 伊藤勝彦, 宮野博: 本誌1974年9月号
- 2) 同上: 第25回日本木材学会大会研究発表要旨集(1975)
- 3) 林勝朗: 日本建築学会大会学術講演梗概集(1974)

- 木材部 強度科 -  
(原稿受理 50.9.13)