

既調合軽量モルタル塗り通気工法外壁の構造性能

(その6) 耐震性能評価

正会員 ○小野 泰\*1 同 田原 賢\*2  
同 中尾 方人\*3 同 宮村 雅史\*4  
同 古賀 一八\*5

メタルラス 通気工法 軽量モルタル  
耐震性 短期基準せん断耐力(Po) 壁倍率

1. はじめに

本報は、その 1~5 に続き「既調合軽量モルタルを施工した 5P 有開口壁」の耐震性能について、(財)日本住宅・木材技術センター発行「木造軸組工法住宅の許容応力度設計(2008年版)」第 6 章に準じ、短期基準せん断耐力(Po)を算定したものである。

2. 完全弾塑性モデルおよび特性値

図 1 に標準仕様の各試験体の完全弾塑性モデルを、表 1 に全ての試験体の特性値を示す。完全弾塑性モデルの作成は各試験体とも 0.8Pm 時が終局耐力(Pu)となった。

図 1 および表 1 より、標準仕様の各試験体の降伏点変形角( $\delta v$ )は 1/100rad 前後、終局変形角( $\delta u$ )は 1/30rad 前後であり、開口部の有無・大きさに関わらず降伏後の

耐力は延性的に維持されている。また、降伏変形角( $\delta y$ )はNo.3 を除き、1/200rad 前後、構造特性係数(Ds)はNo.3 を除

くと、開口面積が大きいほど小さくなる傾向を示す。剛性(k)では、無開口No.0 の 4.65 に対し、掃出し開口(No.1,2,3)は 4.13、2.82、1.35 と明確に小さくなっているが、窓開口(No.4,5,6)は 4.15、3.86、4.11 であり差異はない。掃出し開口のNo.3 シリーズ(3-1,3-s,3-a4,3-h)では、No.3-a4 のkが 4.93、Dsが 0.22 と他の 3 体を抽んでている。これは、壁全面に伏せ込んだ密度の高いアラミド繊維(4 軸)の補強効果が関係している可能性が高い。

3. 短期基準せん断耐力(Po)の算定

表 2 に無開口(No.0-1,-2,-3)の Po を算定する 4 つの指標を示す。ばらつき係数(0.952)を乗じた最小の指標は②Pu×(0.2/Ds)で 18.52(kN/4.55m)となった。

表 3 に各試験体の Po を示す。Po は壁幅 1m に換算した。無開口(No.0)の Po は 4.07(kN/m)である。有開口(No.1~No.6)の試験体数は各 1 体であり、信頼水準を設定した統計処理に基づくばらつき係数を算定できないため、試験体の材料・仕様・施工精度がNo.0 と同等であることから、No.0 のばらつき係数(0.952)を採用した。また、参考として低減係数 $\alpha$ を 0.95 に仮定し、これを Po に乗じた短期許容せん断耐力(Pa)と壁倍率を示す。No.3-a4 とNo.6 を除く各試験体の最小の指標は②Pu×(0.2/Ds)であり、壁の終局時までの

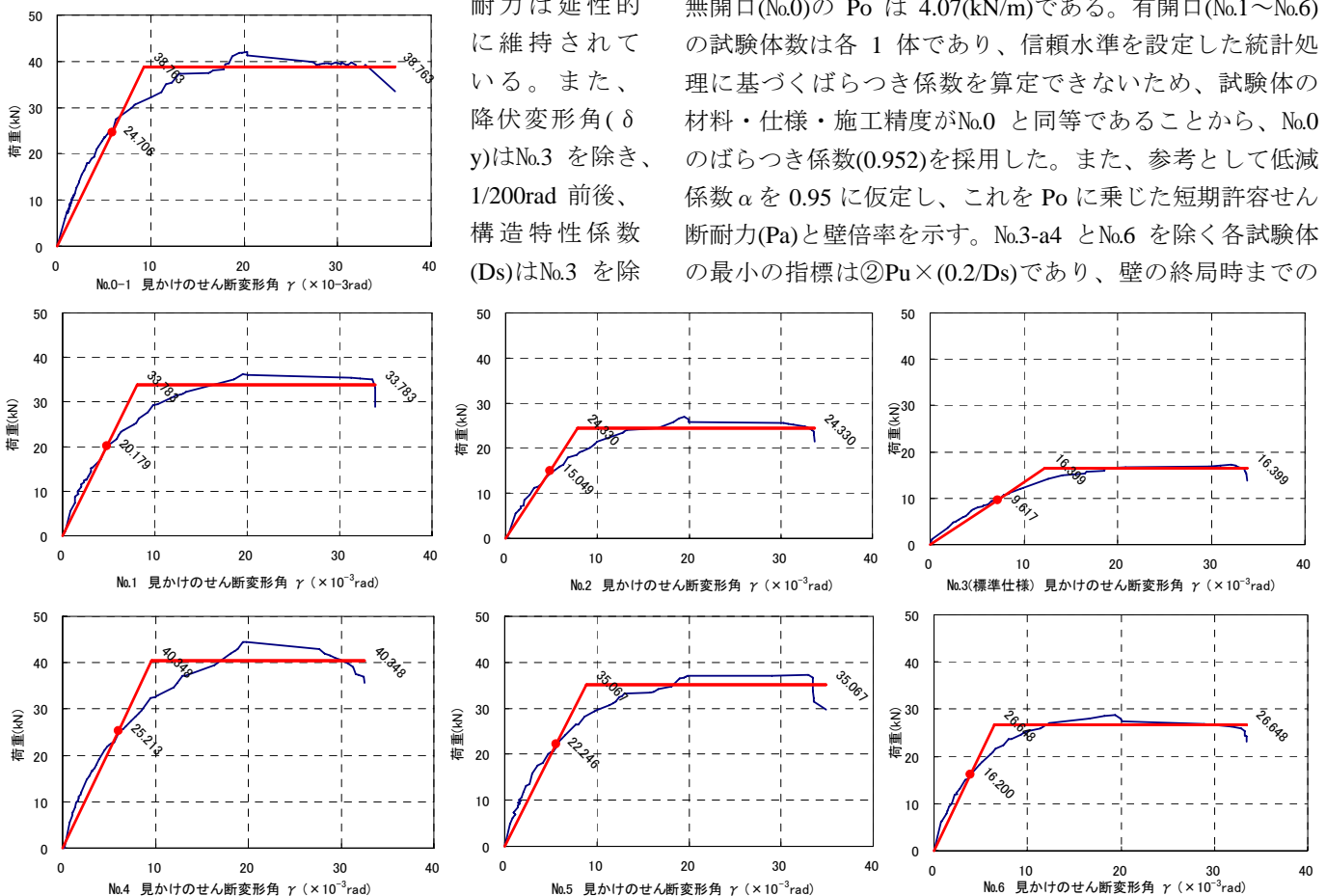


図 1 各試験体(標準仕様)の完全弾塑性モデル

入力エネルギーの大きさが  $P_0$  の決定付けたものといえる。

また、無開口(No.0)の倍率は 1.97 であり、ラス下地板を除くモルタル壁自体の壁倍率は、ラス下地板の倍率(0.5)を差し引くことから  $30 \times 90$  mm筋かい(1.5 倍)程度であった。

#### 4. 短期基準せん断耐力( $P_0$ )と開口面積等との関係

表 4 は、有開口(No.1~No.6)の $P_0$ の無開口(No.0)の $P_0$ に対する比率について、シージングエリア係数、壁面積比 $\{1-\alpha$  ( $\alpha$ は開口比)}, 壁長比( $\beta$ )を指標に算定したものである。

このうち最も相関性が高かった壁面積比( $1-\alpha$ )と $P_0$ との関係を図 2 に示す。図 2 より、窓開口は $X=Y$ に平行で優位であり、掃出し開口は壁面積比率 0.8 を境に不利となる。また全開口の場合は、掃出し開口と同傾向を示す。

表 1 完全弾塑性モデルから算定した特性値

	No.0-1	No.0-2	No.0-3	No.0 平均値	No.1	No.2	No.3-1 (標準仕様)	No.3-s (単層リプラス)	No.3-a4 (アラミド4軸)	No.3-h (高耐力仕様)	No.4	No.5	No.6
①降伏耐力 $P_y$ (kN/4.55m)	24.71	23.69	26.35	24.92	20.18	15.05	9.62	6.75	9.01	10.85	25.21	22.25	16.20
降伏変形角 $\delta_y$ ( $10^{-3}$ rad)	5.581	4.264	6.661	5.50	4.885	5.336	7.138	4.601	1.829	4.692	6.075	5.765	3.939
終局耐力 $P_u$ (kN/4.55m)	38.76	37.01	39.00	38.26	33.78	24.33	16.40	10.49	14.17	17.84	40.35	35.07	26.65
終局変形角 $\delta_u$ ( $10^{-3}$ rad)	36.124	20.333	30.648	29.04	33.849	33.686	33.825	33.597	34.407	33.384	32.751	34.861	33.440
降伏点変形角 $\delta_v$ ( $10^{-3}$ rad)	9.262	4.517	10.444	8.07	8.113	7.804	12.267	7.576	3.216	7.077	9.603	8.883	6.417
剛性(kN/rad) $K(P_y/\delta_y)$	4.43	5.56	3.96	4.65	4.13	2.82	1.35	1.47	4.93	2.31	4.15	3.86	4.11
塑性率 $\mu(\delta_u/\delta_v)$	3.90	4.50	2.93	3.78	4.17	4.32	2.76	4.43	10.70	4.72	3.41	3.92	5.21
構造特性係数 $D_s(1/\sqrt{2\mu-1})$	0.38	0.35	0.45	0.40	0.37	0.36	0.47	0.36	0.22	0.34	0.41	0.38	0.33
② $P_u \times (0.2/D_s)$ (kN/4.55m)	20.22	20.94	17.21	19.46	18.31	13.44	6.97	5.89	12.80	10.36	19.47	18.36	16.36
③ $2/3P_{max}$ (kN/4.55m)	28.00	28.93	28.73	28.55	24.13	17.93	11.47	7.40	10.33	13.13	29.67	24.80	19.20
④ $P_{1/120rad}$ (kN/4.55m)	30.58	32.63	29.39	30.87	26.43	19.27	11.00	9.97	12.96	14.94	29.32	27.33	23.73

表 2 無開口(No.0)の4つの指標

	① 降伏耐力( $P_y$ ) (kN/4.55m)	② $P_u \times (0.2/D_s)$ (kN/4.55m)	③ $2/3P_{max}$ (kN/4.55m)	④ $\gamma(1/120rad)$ (kN/4.55m)
No.0-1	24.71	20.22	28.00	30.58
No.0-2	23.69	20.94	28.93	32.63
No.0-3	26.35	17.21	28.73	29.39
平均値( $A_v$ )	24.92	19.46	28.55	30.87
標準偏差( $\sigma_{n-1}$ )	1.342	1.979	0.490	1.639
変動係数(CV)	0.054	0.102	0.017	0.053
ばらつき係数	0.975	0.952	0.992	0.975
①~④の最小値	24.28	18.52	28.32	30.09

表 4 各有開口( $P_0$ )の無開口( $P_0$ )に対する比率

	No.1	No.2	No.3-1	No.4	No.5	No.6
No.0( $P_0$ )/No.1~No.6( $P_0$ )	0.941	0.691	0.358	1.000	0.944	0.833
シージングエリア係数( $\gamma$ )	0.868	0.701	0.515	0.928	0.822	0.676
壁面積比( $1-\alpha$ )	0.874	0.731	0.589	0.936	0.863	0.791
壁長比( $\beta$ )	0.827	0.632	0.436	0.827	0.632	0.436

表 3 各試験体の短期基準せん断耐力( $P_0$ )

	No.0 平均値	No.1	No.2	No.3-1 (標準仕様)	No.3-s (単層リプラス)	No.3-a4 (アラミド4軸)	No.3-h (高耐力仕様)	No.4	No.5	No.6
短期基準せん断耐力 $P_0$ (kN/m) 注1	4.07	3.83	2.81	1.46	1.23	1.89	2.17	4.07	3.84	3.39
短期許容せん断耐力 $P_a$ (kN/m) 注2	3.87	3.64	2.67	1.39	1.17	1.79	2.06	3.87	3.65	3.22
壁倍率 注3	1.97	1.86	1.36	0.71	0.60	0.91	1.05	1.97	1.86	1.64

注1:  $P_0$ は、No.0のバラツキ係数(0.952)を乗じて開口部を含む壁幅4.55mで除いた壁幅1mあたりの値  
注2:  $P_a$ は、短期基準せん断耐力に低減係数  $\alpha$  (0.95)を乗じた値  
注3: 壁倍率は、 $P_a$ を壁幅1mあたりの基準耐力(1.96kN)で除した値

#### 5. まとめ

破壊状況は、 $1/10rad$ でも軽量モルタル壁の脱落は認められず、荷重の低下はステーブルの抜け・縦胴縁の割裂であった。開口部は、掃出し開口が窓開口に比べ開口面積の大きさに伴う荷重の低下が著しい。また、初期のひび割れ抑制に対しては伏せ込みネットが有効である。今後の課題は、より効果のある開口部周囲の補強方法、直交壁の効果、縦胴縁の割裂防止等の確認である。

謝辞

本研究は、NPO 法人湿式仕上技術センター内に設置された「木造モルタル塗り外壁の耐震診断・補強技術の開発研究会」により実施されたもので、ご協力いただいた関係者の方々に謝意を表します。また、実験およびデータの取り纏めに協力頂いた、ものづくり大学建設技能工芸学科4年(当時)栗原弘宜君に感謝いたします。

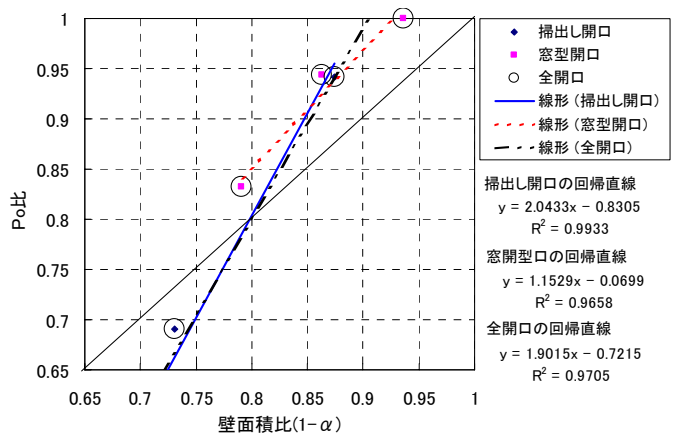


図 2 壁面積比と短期基準せん断耐力( $P_0$ )比との関係

\*1 ものづくり大学

\*2 木構造建築研究所 田原

\*3 横浜国立大学

\*4 国土技術総合政策研究所

\*5 日東コンクリート技術事務所

\*1 Institute of Technologists

\*2 Tahara Architects of Wooden Structure Laboratory

\*3 Yokohama National University

\*4 National Institute for Land and Infrastructure Management

\*5 Nitto Concrete technological office