

小型プレキャストブロックを用いた増設耐震壁工法の開発

正会員○栗田 康平*1 同表 佑太郎*1
同 江戸 宏彰*1 同 古屋 則之*1
同 小柳 光生*1 同 増田 安彦*1

1.はじめに 現場でのコンクリート打設作業が不要で、騒音の発生をおさえた既存RC構造物への耐震壁増設工法として、人力で施工可能な小型プレキャストブロックを組積し、モルタルグラウト材を充填してブロック壁を構築する、簡便な工法の開発を進めている。ここではブロック間のグラウト充填実験と、1層1スパン壁フレーム試験体によるせん断加力実験を行ったので報告する。

2.施工方法 実験に用いたブロックの形状および工法の概要を図1に示す。ブロックは無筋コンクリート製で、3辺にグラウト用および壁配筋用の溝を持つ。組積したブロック間の溝および周辺フレームとの取り合い部分には、壁筋を配筋し、圧入によりグラウト材を充填することで、周辺フレームと壁筋およびブロック壁を一体化する。ブロック壁の要所には圧入口および空気抜き穴を設け、グラウト材の圧入と充填状況の確認を行う。施工実験では、上記工法によるグラウト材の充填性を検証した。使用するモルタルグラウト材の流動性と圧入速度は、溝内に空隙の残らぬよう予備実験から決定した。施工後のブロック壁の切断面状況(写真1)から、同工法においてブロック間の鉛直・水平溝にグラウト材を充填できることを確認した。

3.せん断加力実験

3.1 実験計画 実験計画を表1に、試験体の形状、ブロッ

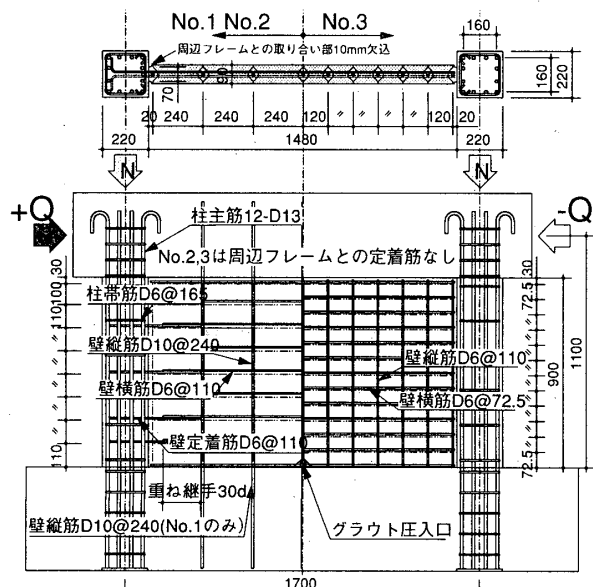


図2 試験体形状

クの組積状況および配筋を図2に示す。試験体は3体あり、実験変数はブロックの大きさ、既存周辺フレームへの壁筋定着の有無である。試験体の周辺フレームは、既存建物の柱梁およびその配筋量を模擬して、形状を1層1スパン、縮尺を約1/3として計画した。ブロックの壁厚は90mm、目地部分におけるブロック間の接触部分は片側10mmとした。ブロックの縦横寸法はNo.3で実使用時の約1/3、No.1およびNo.2でNo.3の約2倍とした。No.1の壁筋は周辺フレームに定着し、No.2およびNo.3では無定着とした。試験体のブロック壁は、先行製作した周辺フレームに実施工と同様にブロックを組積し、グラウト材を充填して製作した。使用した各種素材の材料特性を表2に示す。

3.2 実験方法 試験体に作用させる水平力(Q)は、梁端部からの片押し正負繰り返し載荷とした。鉛直力(N)は柱頂部から一定軸力($N/(b \cdot D) = 0.15 \sigma_B$)を載荷した。

3.3 破壊状況 各試験体の最終破壊状況および荷重～変形

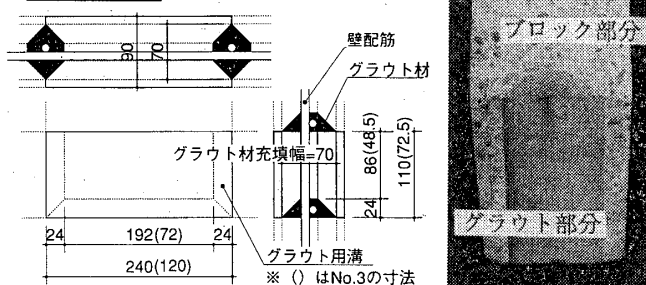


図1 ブロック形状 写真1 グラウト充填状況

表1 実験計画

		No.1	No.2	No.3
柱:b×D 220×220	主筋	12-D13 pg=3.15%		
	帯筋	□-D6@165 pw=0.176%		
壁:l'×h'×tw 1,480×900×90 (有効壁厚 tw=70)	配筋	縦筋:D10@240 pv=0.42% 横筋:D6@110 ph=0.42%	縦筋:D6@120 pv=0.38% 横筋:D6@72.5 ph=0.63%	
	差筋	あり	なし	
	単位:mm	ブロック	240×110×90	120×72.5×90

表2 材料特性

使用部位	降伏点 σ_y (N/mm ²)	破断強度 σ_b (N/mm ²)	弾性係数 $E_s \times 10^4$ (N/mm ²)	使用部位	圧縮強度 σ_c (N/mm ²)	引裂強度 σ_t (N/mm ²)	弾性係数 $E_c \times 10^4$ (N/mm ²)
D6 壁筋・帯筋	361	469	2.04	No.1,2	柱	25.4	2.40
					ブロック	25.1	2.11
D10 壁筋	339	411	1.90	No.1,2	グラウト	65.7	—
					柱	27.1	2.46
D13 柱主筋	335	426	1.95	No.3	ブロック	29.9	3.20
					グラウト	106.3	—

Development of Seismic Strengthening Methods by Shear Walls used Small Precast Concrete Blocks.

KURITA Kohei, OMOTE Yutaro, ETO Hiroaki, FURUYA Noriyuki, KOYANAGI Mitsuo and MASUDA Yasuhiko.

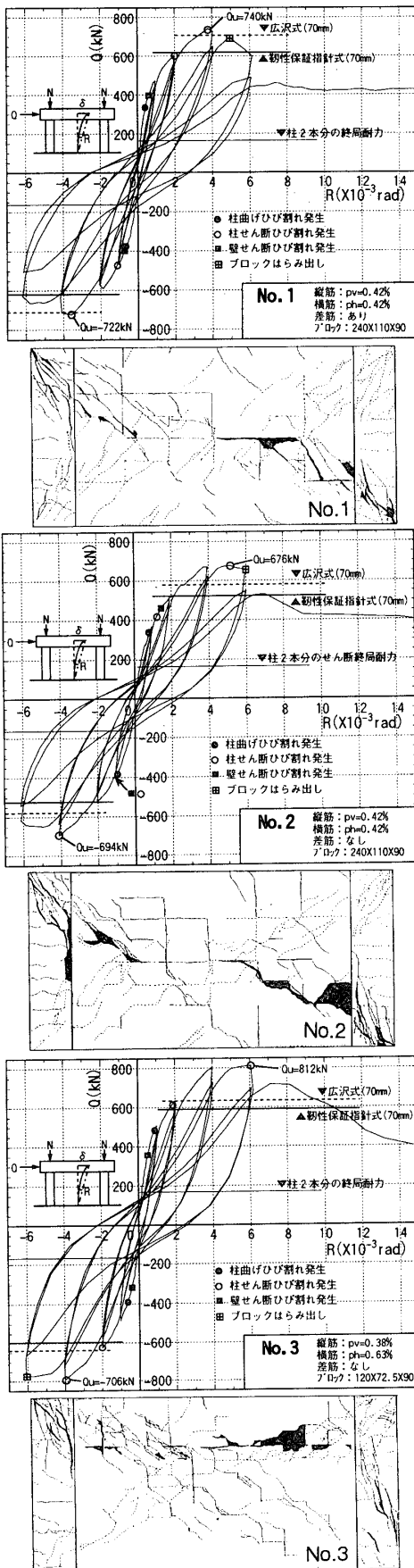


図3 最終破壊状況および荷重～変形関係

関係を図3に示す。初壁せん断ひび割れは、通常の一体壁と同様に斜め方向に発生し、破壊の進行に伴いブロック目地に沿ったひび割れも発生した。最大耐力時には、引張側柱頭および壁体がせん断破壊し、その時の部材角はNo.1で $R=3.6 \sim 3.8/1000$ 、No.2,3で $R=4.1 \sim 6.0/1000$ であり、無定着の方がやや大きかった。最大耐力以降、ブロック壁中段付近の目地に沿った滑りが顕著になり、その周辺のブロックでは表面のはらみ出しと剥離破壊が生じ、最終的には柱と壁を貫通するせん断破壊に至った。3体の破壊性状には大きな相違は生じなかったが、壁筋定着のあるNo.1は他の2体と比較して壁面全体にひび割れが分散し、ブロック形状の小さなNo.3ではより細かくひび割れが発生する傾向が見られた。

3.4 最大耐力 本実験で得られた各種強度および終局耐力と、広沢式および靱性保証型耐震設計指針(案・1997年)式²⁾(以下、指針式と記)による耐震壁のせん断終局耐力の算定値を表3に示す。同表には、壁厚に全ブロック壁厚である90mmを用いた場合と、グラウト充填幅である70mmを用いた場合を示した。 σ_B には、ブロックに使用したコンクリートの値を用いた。壁筋定着のあるNo.1では、ブロック壁厚90mmを用いた指針式による算定値が実験値と近似したが、グラウト充填幅70mmを有効壁厚とすれば、広沢式も含めて安全側に評価できた。壁筋定着のないNo.2,3では、有効壁厚70mmを用い、せん断補強筋の効果を無視した算定により、安全側に評価できた。なお、ブロック寸法の異なるNo.2とNo.3を比較すると、No.3の耐力が若干上回るものの、その差は顕著ではない。

4. まとめ 小型プレキャストブロックを用いた、増設耐震壁の施工およびせん断加力実験により下記の結果を得た。

1. ブロック間の溝は、圧入によりグラウト材を充填できる。
2. せん断終局耐力は、グラウト充填幅を有効壁厚とし、壁筋定着のない場合はせん断補強筋の効果を無視する事で、既往の算定式で安全側に評価できる。
3. ブロック寸法がせん断終局耐力におよぼす影響は顕著でない。

表3 実験結果 単位:kN (部材角 $R: \times 10^{-3} \text{rad}$)

	No.1	No.2	No.3		
柱曲げひび割れ(部材角)	334($R=0.43$) -373($R=-0.67$)	340($R=0.81$) -387($R=-0.98$)	480($R=0.77$) -392($R=-0.71$)		
柱せん断ひび割れ(部材角)	605($R=1.98$) -456($R=-1.07$)	422($R=1.02$) -394($R=-1.11$)	614($R=1.74$) -623($R=-2.08$)		
壁せん断ひび割れ(部材角)	400($R=0.64$) -396($R=-0.74$)	456($R=0.64$) -394($R=-1.11$)	354($R=0.42$) -314($R=-0.50$)		
ブロックはらみ出し (部材角)	695(4.92)	656(5.97)	-773(-6.17)		
最大耐力 (部材角)	○740($R=3.77$) -722($R=-3.57$)	676($R=5.16$) ○-694($R=-4.11$)	○812($R=5.97$) -706($R=-4.14$)		
曲げ終局耐力計算値(実/計)	1185(0.62)	1071(0.65)	1092(0.74)		
せん断終局耐力 計算値 (実/計)	広沢式 (1)	90mm	779(0.95)	640(1.08)	698(1.16)
		70mm	708(1.05)	578(1.20)	635(1.28)
	指針式 (2)	90mm	764(0.97)	670(1.04)	752(1.08)
		70mm	618(1.20)	524(1.32)	588(1.38)

$$Q_u(\text{広沢式(1)}) = \left\{ \frac{0.0679p_u \sigma_c^{0.23} (\sigma_c + 180)}{\sqrt{M_u / Q_u} + 0.12} + 2.7 \sqrt{p_u \sigma_y} + 0.1 \sigma_y \right\} b_e j$$

$$V_u(\text{靱性保証型耐震設計指針(案)式(2)}) = t_w l_w p_s \sigma_y \cot \phi + \tan \theta (1 - \beta) \lambda_w l_w v \sigma_B / 2$$

$$\tan \theta = \sqrt{(l_w / l_e)^2 + 1} - l_w / l_e, \quad \beta = (1 + \cot^2 \phi) \sigma_y / (v \sigma_B), \quad v = 0.7 - \sigma_B / 2000$$

b_e =全断面を有効とした時の等価壁厚 p_u =(引張側の主筋面積)/($b_e \cdot (L \cdot D/2)$) p_{uw} =(壁体の横筋面積)/($b_e \cdot h$) j =($L \cdot D/2$)/8 p_w =壁体のせん断補強筋比
 l_e =外法スパン l_w , l_e =トラス機構及びアーチ機構の等価長さ $\cot \phi$:トラス機構のコンクリート圧縮角(=1.0) v :コンクリート圧縮強度の有効係数
(参考文献)日本建築学会:鉄筋コンクリート造建築物の靱性保証型耐震設計指針(案)、同解説、日本建築防災協会:既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震改修設計指針、同解説