

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 (その5)

正会員 ○増田 安彦\*  
同 栗田 康平\*  
同 木村 耕三\*

耐震補強  
ブロック

耐震壁  
開口

プレキャスト

1. はじめに

既存建物の耐震補強工事では、騒音や振動の発生を抑制する必要がある場合が多い。このような背景から筆者等は、既存躯体との接合部に接着工法を用い、組積されたプレキャスト(以下 PCa と表記)ブロック壁の内部にグラウトを充填する事で、騒音・振動を抑えて施工できる耐震壁補強工法を開発し、施工性・構造性能を報告してきた<sup>1)</sup>。本報では、ドア開口を有する PCa ブロック耐震壁に対する静的加力実験を行ったので、その概要について述べる。

2. 実験概要

試験体諸元を表-1 に、使用した材料特性を表-2 に、また試験体形状を図-1 に示す。

試験体は1体で、スケール約 1/3 とした。接合筋を溶接した定着鋼材 (以下ガイドスチール) を樹脂で接着し、その内部に PCa ブロックを組積して、溝内に配筋とグラウト充填する構築方法は、前報<sup>1)</sup>と同様である。ドア開口は、耐震壁中央部に1箇所設け、その等価開口周比は  $\eta = 0.32$  である。開口部の靴摺り部を除く三方には、ガイドスチールと同仕様の開口補強ガイドスチールを配置し、図-1 に示す様にガイドスチールと高力ボルトで固定した。開口脚部には、ベースコンクリートへ開口補強用あと施工アンカーを打設し、ガイドスチールをボルト固定した。

荷重は、層間変形角 1/1000, 2/1000, 4/1000, 6/1000 の各加力サイクルで 2 回ずつ繰り返す正負交番繰返し荷重とし、最終荷重では水平変位約 20 mm まで変形させた。

3. 実験結果

3. 1 破壊性状および荷重-変形関係

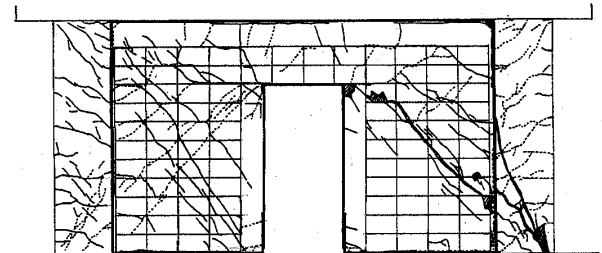
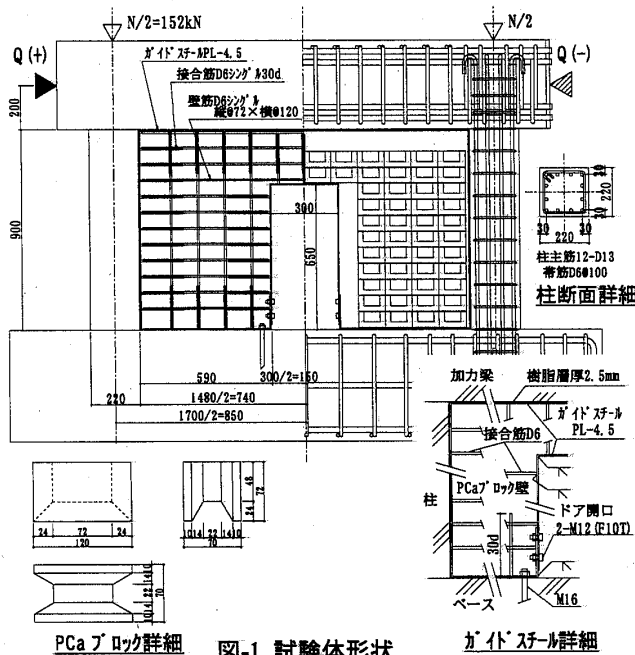
図-2 に最終破壊状況を、図-3 に荷重-変形関係を示す。加力実験の  $R=1/1000$  の加力サイクルでは、壁版の開口上隅部からの斜めひび割れや、壁-柱間の鉛直接着部のひび割れ、柱の曲げひび割れおよび壁脚部の曲げひび割れが発生し、剛性がやや低下した。 $R=1/500$  の加力サイクルでは、壁頂部および脚部の接着部の一部にひび割れが

表-1 試験体の諸元

試験体名	DR1
柱諸元	b×D×h= 220mm×220mm×900mm 主筋12-D13 pg=3.15% 帯筋D6@100 pw0.29%
壁諸元	壁内法=w1480mm×h900mm×t70mm(新設壁) PCaブロック寸法 w120mm×h72mm×t70mm 壁配筋 D6縦@120×横@72
軸力	N=0.12 (bD・σ <sub>g</sub> )
ガイドスチール	PL-4.5×70
開口	lo×ho=300mm×650mm 開口周比 η=0.32 開口低減率 γ=1-η=0.68
開口補強ガイドスチール	PL-4.5×70
開口補強アンカー	脚部 M16 埋込み10d

表-2 使用材料

鉄筋・鋼材 あと施工アンカー	σ <sub>y</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	σ <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	E <sub>s</sub> (×10 <sup>4</sup> N/mm <sup>2</sup> )	伸び (%)
D13 (柱主筋)	353	520	1.86	20.1
D6 (帯筋・壁筋)	371	540	1.95	14.6
PL-4.5 (ガイドスチール)	237	347	2.02	40
M16 (あと施工アンカー)	540	721	2.07	-
コンクリート	σ <sub>B</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	σ <sub>r</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	E <sub>c</sub> (×10 <sup>4</sup> N/mm <sup>2</sup> )	
柱	26.4	2.43	2.1	
ベース	28.1	2.8	2.24	
壁PCaブロック	102.6	3.94	3.66	
壁グラウト	46.3	3.93	2.48	



発生した。R=1/250 の加力サイクルでは、壁の各所にせん断ひび割れが発生したが、同ループ終了時には  $Q=501\text{kN}$  を保持した。開口脚部の圧壊は軽微で、あと施工アンカーは降伏していない。R=1/167 の加力サイクルでは、壁筋および柱主筋が降伏し、同変形時に最大耐力  $Q_{max}=639\text{kN}$  に達した。その直後に、開口部上隅部から壁と柱を貫通するせん断破壊が生じ、耐力が低下した。最終変形 R=1/50 までの加力では、前述した破壊部のひび割れが拡大し、耐力が徐々に低下した。なお、図-3 には前実験シリーズ<sup>1)</sup>から、無開口試験体 ( $\eta=0$ ) および窓開口試験体 ( $\eta=0.34$ ) の荷重-変形関係も合わせて示す。

### 3. 2 ドア開口試験体の終局耐力

実験結果を表-3 に示す。最大耐力  $Q_{max}$  と各計算値を比較すると、一体型せん断耐力平均式(1)  $wQ_{su}$  では、(実/計)=1.21 と安全側の評価を与える。下限式(2)  $wQ_{su}$  ではさらに安全側で、(実/計)=1.81 となった。接着接合面を考慮した計算値  $aQ_{su0}$  では、壁板せん断破壊を示す、柱せん断耐力と壁せん断耐力を累加した(4)式による値が最も小さくなり、(実/計)=1.54 となった。実験による破壊モードも図-2 に示すように「柱せん断+壁せん断」となり、式(2)を除いて評価すると破壊モードも一致する。本実験結果に加えて、前実験シリーズ<sup>1)</sup>と接着工法の既往の文献<sup>2)</sup>の最大耐力  $Q_{max}$  と、計算値  $wQ_{su}$ (下限式)および  $aQ_{su0}$  の比較を図-4 に示す。 $wQ_{su}$  による終局耐力は、等価開口周比  $\eta$  が大きくなるに従い、より安全側の評価になる。一方  $aQ_{su0}$  による終局耐力は、等価開口周比  $\eta$  にかかわらず、ほぼ一定に安全側の評価となった。

### 4. まとめ

本実験より下記の知見を得た。

- (a) ドア開口を有する PCa ブロック壁では、開口上部から生じたせん断破壊が柱を貫通して拡大する破壊モードが観察された。
- (b) ドア開口を有する PCa ブロック壁の終局耐力は、接着接合面を考慮した算定式で安全側に評価できた。

#### [参考文献]

- 1) 増田他：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(その 2・3)，日本建築学会大会学術講演梗概集 C-2 分冊，pp.687-690，2002
- 2) 益尾他：実仕様による接着系アンカーを用いた RC 造増設耐震壁の実験的研究(その 4)，日本建築学会大会学術講演梗概集 C-2 分冊，pp.391-392，2000
- 3) (財)日本建築総合試験所 構造部：鉄筋コンクリート増設壁耐震補強設計・施工指針，2001.9
- 4) (財)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，2001

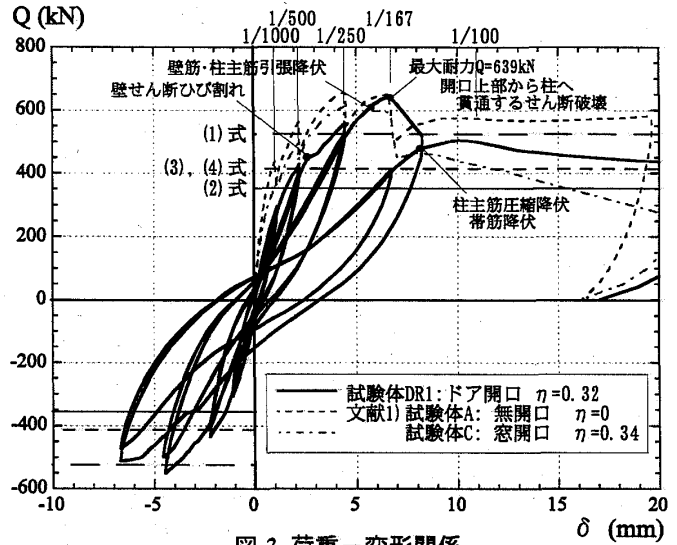


図-3 荷重-変形関係

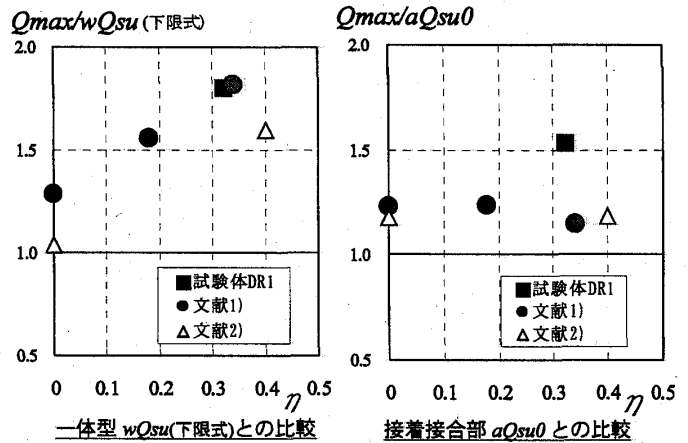


図-4 実験値( $Q_{max}$ )/計算値( $wQ_{su}$ ,  $aQ_{su0}$ )—等価開口周比  $\eta$

表-3 実験結果のまとめ

試験体		DR1
ひび割れ荷重(目視)		100 kN
弾性剛性	実験値	$4.01 \times 10^5 \text{ N/mm}$
	計算値(実/計)	$6.38 \times 10^5 \text{ N/mm}$ (0.63)
最大耐力	最大耐力 $Q_{max}$	639 kN R=1/167
	破壊モード	柱せん断+壁せん断
	一体型としたせん断耐力	平均式(1) $wQ_{su}$ (実/計) 526 kN (1.21)
		下限式(2) $wQ_{su}$ (実/計) 354 kN (1.81)
	接着接合面を考慮したせん断耐力 $aQ_{su0}$	接着面破壊耐力 $Q_{j1}$ による式(3) (実/計) 506 kN (1.26)
	接合面破壊耐力 $Q_{j2}$ による式(3) (実/計) 631 kN (1.01)	
	壁板破壊耐力 式(4) (実/計) 417 kN (1.54)	

せん断終局耐力式

$$wQ_{su} = \tau \cdot \left\{ \frac{0.068 P_w^{0.7} (18 + F_{c1})}{M \sqrt{Q_L + 0.12}} + 0.83 \sqrt{F_{pr} \cdot \sigma_{xy} + 0.10 \sigma} \right\} \cdot b_e \cdot j_e \quad (1)$$

$$wQ_{su0} = \min(wQ_{su}, aQ_{su0})$$

$$wQ_{su} = \tau \cdot \left\{ \frac{0.033 P_w^{0.7} (18 + F_{c1})}{M \sqrt{Q_L + 0.12}} + 0.83 \sqrt{F_{pr} \cdot \sigma_{xy} + 0.10 \sigma} \right\} \cdot b_e \cdot j_e \quad (2)$$

$$aQ_{su0} = \min(Q_{j1}, Q_{j2}) + pQ_c + aQ_c \quad (3)$$

$$\eta = \max \left( \frac{\sum M_i / (h \cdot b_w)}{\sum R_i / (h \cdot b_w)} \right) \quad (4)$$

$h$ : 層高,  $l$ : スパン,  $h_i$ : 1F 開口高さ

$Q_{j1}$ : 接着接合面の終局せん断耐力  $Q_{j1} = 0.08 F_{c1} A_b$   $A_b = (b_e - h_e) \cdot h_e$   
 $F_{c1}$ : 既存躯体強度,  $b_e$ : 壁内法長さ,  $h_e$ : 開口部長さ,  $h_e$ : 壁厚  
 $Q_{j2}$ : 定着接合面の終局せん断耐力  $Q_{j2} = Q_{j1} + \Delta Q_{j2}$   
 $Q_{j2} = \min(0.7 c_{j1} \sigma_{xy} / F_{c2}, F_{c2}) \cdot \Sigma a_{j2}$   
 $\Delta Q_{j2}$ : 壁板の圧縮スラストによるせん断耐力  $\Delta Q_{j2} = F_{c2} \cdot (h_w - l_e) \cdot w$   
 $c_{j1} = c_{j1} / F_{c2} < 0.1$  のとき  $\Delta Q_{j2} = 0.07 - 0.3 c_{j1} / F_{c2}$   
 $c_{j1} = c_{j1} / F_{c2} \geq 0.1$  のとき  $\Delta Q_{j2} = 0.04$   
 $wQ_{su}$ : 壁内法部分のせん断終局強度  $= \max(p_w \cdot \sigma_{xy}, F_{c2} / 20 + 0.5 p_w \cdot \sigma_{xy}) (h_w - l_e) \cdot w$   
 $F_{c2}$ : 壁板圧縮強度  $= \min(\text{ブロックグラウト})$   
 $p_w \cdot \sigma_{xy}$ : 壁筋比と設計用兩次強度  
 $pQ_c$ : 引張鋼柱部のパンチング耐力で耐震改修指針(文献(4))に従う  
 $aQ_c$ : 圧縮鋼柱の終局耐力で耐震改修指針(文献(4))に従う