

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8 ドア開口による影響)

耐震補強ブロック 耐震壁開口 プレキャスト

正会員 ○栗田 康平*
同 増田 安彦*
同 木村 耕三*

1. はじめに

騒音や振動を抑制できる耐震補強工法として、プレキャストブロック(以下PCaブロック)を組積する耐震補強工法を開発している¹⁾。補強壁の中央にドア開口を有する場合の影響は、既報²⁾で報告しているが、本報ではさらに、ドア開口位置を変えた場合や、壁脚部の接合面の補強方法の検討を目的とした追加実験を行ったので報告する。

2. 実験計画および試験体形状

試験体の概要を表-1に、使用した材料強度を表-2に、試験体の形状を図-1に、既報²⁾で報告した試験体DR1と合わせて示す。せん断破壊型の柱を含む周辺フレームや、接合筋を溶接した定着鋼材(以下ガイドスチール)を周辺フレームに樹脂で接着し、その内部にPCaブロックを組積して、溝内の配筋とグラウトで一体化する補強壁の構築方法、実験の加力方法は同様である。実験因子は、(1)ドア開口の位置(補強壁の中央部(DR1)、0.2lw偏在(DR3)、lwは壁内法寸法)、および柱際(DR4,DR4h)、(2)壁脚部の接合面の補強(DR4h)である。壁脚部の接合面の補強は、接合面全長にわたり接着に併用してあと施工アンカーボルトでもガイドスチールを固定して行った。

3. 破壊性状および荷重-変形関係

荷重-変形関係を図-2に、最終破壊状況例を写真-1に

示す。圧縮側壁の破壊性状は、ドア開口の位置に関わらず、周辺フレームと補強壁がほぼ一体的に挙動したとみられる開口上隅部から圧縮側柱へ貫通する著しいせん断破壊を示した。引張側壁の破壊性状の内、DR3正負側、DR4h正側では一体的なせん断破壊を示したが、DR1とDR4正側では壁脚部の接合面ですれ破壊が生じ、壁のせん断破壊は軽微となった。DR4hでは接合面の補強により壁脚部のすれ破壊が抑制されたため、引張側壁でもせん断破壊が進行したと考えられる。いずれの試験体においても、壁上部の接合面ですれ破壊は生じず、引張側柱頭におけるパンチングシア破壊は明確ではなかった。

4. 最大耐力の評価

(1) 周辺フレームと補強壁が一体的な挙動でせん断破壊する破壊モードの終局せん断耐力 wQ_{SU} は、次式で求めた。

$$wQ_{SU} = \gamma \left\{ \frac{0.068P_e^{0.23}(18 + \sigma_B)}{\sqrt{M/Qd + 0.12}} + 0.85\sqrt{P_e \cdot \sigma_B} + 0.1\sigma_B \right\} b_c \cdot j \quad \text{式(1)}$$

γ : 耐力低減率 $\gamma = 1 - \eta$, σ_B : コンクリート圧縮強度で柱と壁の低い方, σ_c : 軸心力度, P_e : 等価引張鉄筋比(%), $P_e \cdot \sigma_B$: 等価せん断補強筋比および降伏強度, b_c : 等価壁厚, j : 応力中心間距離。

(2) 接合面破壊による終局せん断耐力 aQ_{SU} は、周辺フレームとの接着接合面の終局耐力に引張側柱のパンチングシア耐力および圧縮側柱の耐力を累加して、次式で求め

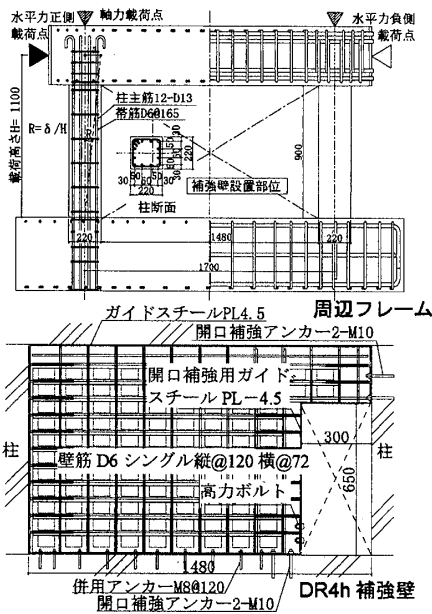


図-1 試験体形状

表-1 試験体諸元

試験体		DR1	DR3	DR4	DR4h
周辺フレーム	柱諸元	$b \times D \times h = 220 \times 220 \times 900(\text{mm})$ 主筋12-D13($p_g = 3.15\%$) 帯筋D6@165($p_w = 0.18\%$)			
	軸力比	$N/(b \cdot D \cdot \sigma_B) = 0.12$			
PCa壁	補強壁	$l_w \times h_w \times t_w = 1480 \times 900 \times 70(\text{mm})$			
	壁配筋	D6シングル縦@120×横@72 ($p_w = 0.38\%$)			
	ガイドスチール	PL4.5×70 接合筋D6 定着長さ30dを溶接			
	開口形状 $l_o \times h_o$	300×650(mm)	300×650(mm)	300×650(mm)	300×650(mm)
	開口位置	中央1箇所	ドア開口 偏在0.2 l_w 1箇所	ドア開口 柱際1箇所	ドア開口 柱際1箇所
	開口周比	$\eta = \sqrt{(l_o \times h_o) / ((l_w + D) \times H)} = 0.32$			
開口補強ガイドスチール	PL4.5×70 接合筋D6 定着長さ30dを溶接				
開口補強アンカー	脚部:1-M16×2	脚部:2-M10×2	頂部:2-M10	頂部:2-M10	
壁脚部接合面の補強	なし		脚部:2-M10	M8@120($p_w = 0.5\%$)	

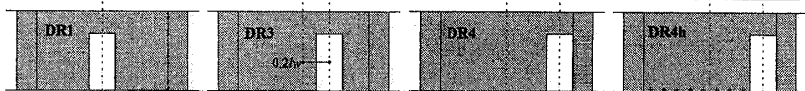


表-2 材料強度

鋼材		降伏点 (N/mm ²)	引張強さ (N/mm ²)	弾性係数 (kN/mm ²)	伸び (%)
DR3	D13(柱主筋)	349	514	182	20.8
	D6(帯筋・壁筋)	371	540	195	14.6
DR4	PL-4.5(ガイドスチール)	312	441	198	33.9
DR4h	M10(アンカーボルト)	570	641	202	7.8
	M8(アンカーボルト)	543	631	205	10.7

コンクリート		圧縮強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	弾性係数 (kN/mm ²)
DR3	柱	24.3	2.50	21.6
	ベース	28.1	2.71	22.6
DR4h	壁PCaブロック	75.6	4.40	27.0
	壁グラウト	69.2	4.18	27.8

たが、本実験の破壊性状からパンチングシア耐力を考慮できないケースとして、 pQ_C を αQ_C とした aQ_{SU} も求めた。

$$aQ_{SU} = Q_{ju} + pQ_C + \alpha Q_C \dots\dots\dots \text{式(2)}$$

aQ_{SU} : 水平接着接合面の終局せん断耐力平均式²⁾, $Q_{ju1} = 0.11\sigma_{B1} \cdot A_{PC} + Q_a$, A_{PC} : PCaブロック壁の実水平接着面積で靴摺り部は考慮しない, σ_{B1} : 柱圧縮強度, $Q_a = \min(0.5\sigma_{sp}, 0.3\sqrt{E_{cl}} \cdot \sigma_{B1})$: 併用アンカーの付加強度, σ_{sp} : 併用アンカーの降伏強度, pQ_C : 引張側柱頭部パンチングシア耐力平均式で $pQ_C = k_w \cdot \tau_o \cdot b \cdot D$, $k_w = 0.58/(0.76 + \alpha D)$, $\alpha: D/3, b \cdot D$: 柱の幅及び成, $\tau_o = 0.22\sigma_{B1} + 0.49\sigma_{os}$, α : 変形状況を考慮した低減係数, Q_C : 柱の終局強度でせん断強度は荒川平均式, 曲げ強度は耐震改修指針³⁾.

(3) 開口を有する補強壁を、図-3 に示す周辺フレームと一体の圧縮側と引張側の袖壁と仮定し、各袖壁のせん断耐力を次式で求め、その和を補強壁の耐力として求めた。

$$vQ_{SU} = t_w l_w b p_s \sigma_{sy} \cot \phi + \tan \theta (1 - \beta) t_w l_w v \sigma_B / 2 \dots\dots\dots \text{式(3)}$$

$\tan \theta = \sqrt{(h_w / l_w)^2 + 1} - h_w / l_w$, $\beta = (1 + \cot^2 \phi) p_s \cdot \sigma_{sy} / (v \cdot \sigma_B)$, σ_{sy} : 壁筋降伏強度, p_s : 壁筋比, t_w : 壁厚さ, h_w : 壁高さ, ϕ : トラス機構の圧縮角度で $\cot \phi = 1.0$, $h_{wa} = h_o + h_c$ (引張側), $h_o + h_c$ (圧縮側), $l_w = l_{wa} + D$ (引), $l_{wa} + \Delta l_{wa}$ (圧), $l_w = l_{wb} + \Delta l$ (引), $l_{wb} + \Delta l_{wb}$ (圧), $v = 0.7 - \sigma_B / 200$, その他記号は靱性指針⁴⁾

最大耐力の実験値と計算値との比較を表-3 に示す。ドア開口が柱際に接する DR4, DR4h では、正負による最大耐力に差が生じ、DR4 では負側/正側=1.23 倍となった。破壊状況に関わらず全試験体の実験値と式(1)計算値との比較は、実験値/計算値=1.18~1.45 で安全側の評価となり、この内、周辺フレームと補強壁が一体的に破壊した試験体は、実/計=1.25~1.45 であった。ドア開口が柱際に接するため、接合面による破壊を仮定しても柱のパン

チングシアを考慮しにくい DR4, DR4h では、柱のパンチングシア耐力を考慮する式(2)計算値と比較すると、正側は実/計=0.84~0.87 と過大に評価し、負側でも実/計=0.93~1.07 であった。パンチングシア耐力を考慮しないと、正側は実/計=1.28~1.40 で評価した。袖壁とみなした式(3)計算値と比較すると、一体的に破壊した試験体は、実/計=1.20~1.39 で評価した。以上より、一体的にせん断破壊する破壊モードの場合、式(1)、式(3)で安全側に評価できた。一方、壁脚部がすべり破壊を起す場合は、パンチング耐力を考慮しない式(2)で安全側に評価できた。

5. まとめ

ドア開口を有する PCa ブロック補強壁による一層壁せん断実験から、開口位置と荷重の作用方向の関係により、破壊性状と最大耐力が異なる事を示し、破壊性状を考慮した最大耐力の算定方法を示した。

参考文献:

- 1) 増田安彦他. 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3), 日本建築学会大会学術講演梗概集 C-2 分冊, pp.689-690, 2002
- 2) 増田安彦他. 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5,6), 日本建築学会大会学術講演梗概集 C-2 分冊, pp.565-566, 2005
- 3) (財)日本建築防災協会. 既存鉄筋コンクリート造建物の耐震改修指針・同解説, 2001年版
- 4) 鉄筋コンクリート造建物の靱性保証型耐震設計指針・同解説 1999 年度版

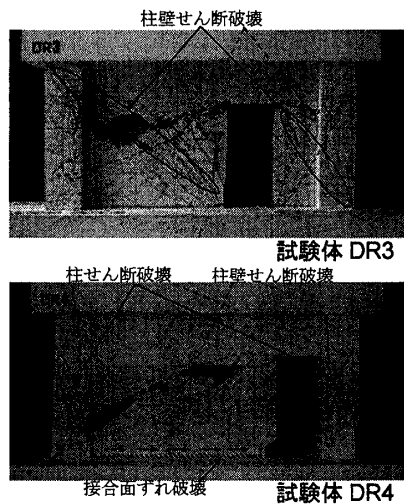


写真-1 最終破壊状況

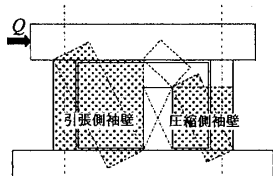


図-3 袖壁としての仮定

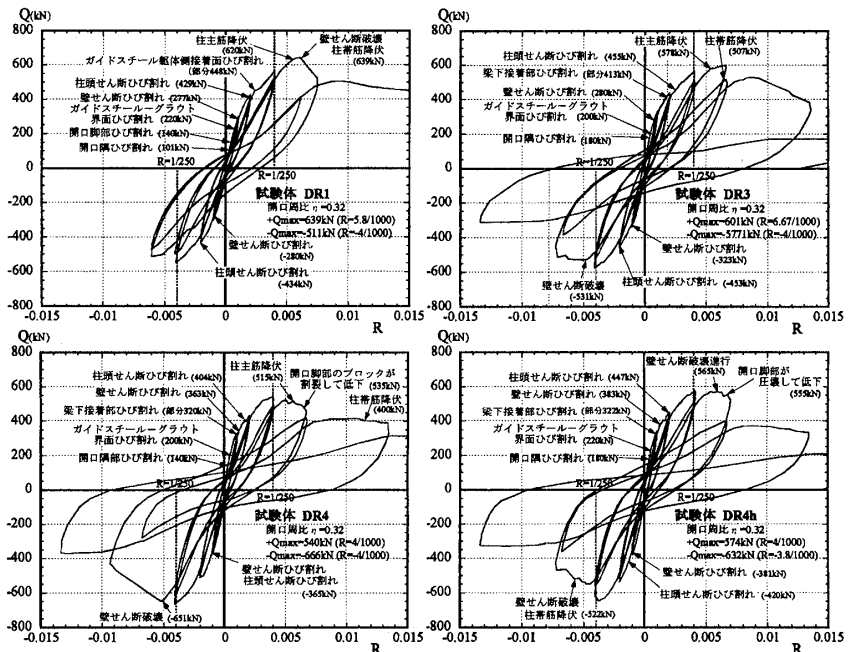


図-2 荷重-変形関係

表-3 最大耐力および計算値

		試験体					単位:kN	
		DR1	DR3	DR4	DR4h	DR1	DR4h	
計算値	試験体 最大耐力	639	601	-577	540	-666	574	-632
	一体型破壊 式(1)	476	458		458		458	
		(1.34)	(1.31)	(1.26)	(1.18)	(1.45)	(1.25)	(1.38)
	接合面破壊 式(2) 柱パンチング耐力考慮	662	620		620		682	
		(0.97)	(0.97)	(0.93)	(0.87)	(1.07)	(0.84)	(0.93)
	柱パンチング耐力無視	424	386		386		448	
		(1.51)	(1.56)	(1.49)	(1.40)	(1.73)	(1.28)	(1.41)
	袖壁一体型破壊式(3)	476	449	481	479	541	479	541
		(1.34)	(1.34)	(1.29)	(1.13)	(1.39)	(1.20)	(1.32)