

FRPブロックを用いた増設耐震壁工法の開発 (その3)

正会員 ○萩尾 浩也* 同 栗田 康平*
同 増田 安彦* 同 木村 耕三*

耐震補強 短柱 腰壁
接着剤 FRPブロック FEM解析

1. はじめに

著者らは、意匠材と構造材を兼用し、通風と採光が可能なガラス繊維強化プラスチックブロック (以下、FRPブロックと記す) を用いた増設耐震壁の開発¹⁾に関する報告をした。本論文では、腰壁により変形拘束を受ける短柱に対して、FRPブロックにより補強したFRPブロック開口閉鎖耐震壁の挙動について報告する。

2. 実験計画

2.1 試験体 試験体は、低層既存建物の短柱化した部分を模擬(約 1/3 スケール)したもので、形状・寸法を図-1 に示す。試験体の腰壁の余長は、腰壁余長をパラメータとした FEM 解析により、十分な腰壁余長の解析結果に対し、ほとんど挙動に影響がない長さとした。補強は FRP ブロック一枚を高さ方向に三段積み(K3)および四段積み(K4)したものとした。

2.2 使用材料 FRP ブロックから切り出した FRP 素材の機械的性質および RC フレームに使用した鉄筋の機械的性質を表-2 に示す。コンクリートの力学的特性は、試験体一覧(表-1)に併せて示す。

2.3 加力方法 実験は図-1 に示す通り左右の柱に一定軸

力(N=145kN)を載荷し、水平方向には 1,000kN のオイルジャッキにて片押し of 正負繰返し載荷を行った。

3. 実験結果

荷重と部材角(R=δ/h)の関係および諸荷重一覧を、それぞれ図-3~5 および表-3 に示す。また破壊最終状況を写真 1~3 に示す。無補強試験体 K0 の腰壁は、柱によって押される局部が一部圧壊していること、並びに柱際に柱と平行にひび割れおよび腰壁余長部分にせん断ひび割れが観察された以外に大きな損傷はなく、腰壁が最大耐力に与える寄与分は少なかったものと推察される。最終破壊は柱のせん断破壊であった。補強試験体 K3 および K4 の腰壁は、破壊状況から判断して無補強試験体と比較すると構造的に大きく寄与したと思われる。また最大耐力までほぼ FRP ブロックには損傷は見当たらず、最終的には K3 および K4 共に腰壁部分のかぶり部分ですべり破壊した。これらにより、腰壁部分の上側に FRP ブロックを積み込む補強方法は効果的であることが分かった。

4. FEM 解析

無補強試験体に関して、文献 2)と同じ方法により FEM 解析を行った。試験体の腰壁の損傷がほとんどない破壊

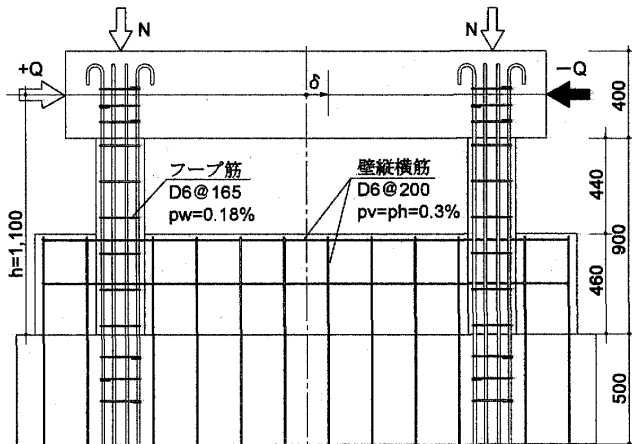


図-1 試験体配筋図および加力図

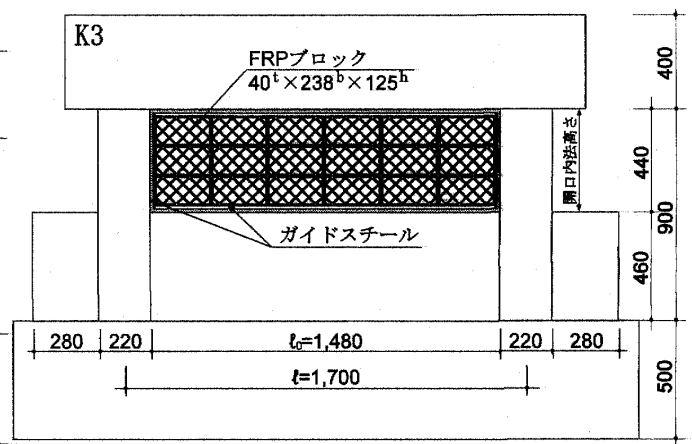


図-2 補強方法

表-1 試験体一覧

名称	ヤング係数 kN/mm ²	圧縮強度 N/mm ²	割裂強度 N/mm ²	軸力 kN	腰壁	
					柱	断面と配筋
K0	20.7	23.5	2.3	N=145	断面: 220×220 主筋: 12-D13 (Pg=3.15%) 帯筋: D6@165 (Pw=0.18%)	断面: 50×1,480 壁縦筋: D6@200 (Pv=0.30%) 壁横筋: D6@200 (Ph=0.30%)
K3	19.8	24.1	2.4		高さ: 460	
K4	19.3	24.7	2.3		高さ: 333	

表-2 材料特性

補強方法	使用部位	弾性係数 kN/mm ²	降伏点 N/mm ²	引張強さ N/mm ²
—	D6 帯筋と壁筋	195	371	472
FRPブロック 三段積み	D13 柱主筋	188	356	515
FRPブロック 四段積み	FB12 ガイドスチール	204	288*	457
	FRP 補強材	18.9	—	306

*:0.2%オフセット

Development of Seismic Strengthening Method by
Shear Walls used FRP Blocks (Part 3)

HAGIO Hiroya, KURITA Kohei,
MASUDA Yasuhiko, KIMURA Kohzo

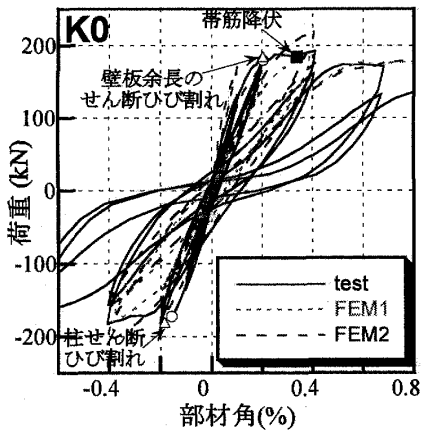


図-3 K0のQ-R

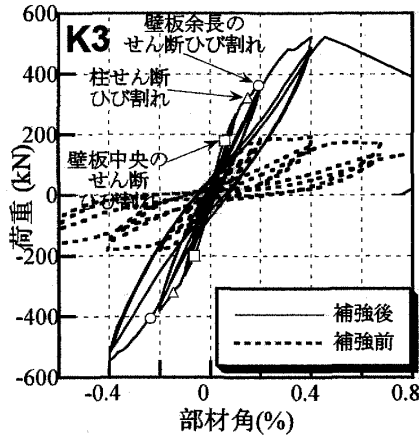


図-4 K3のQ-R

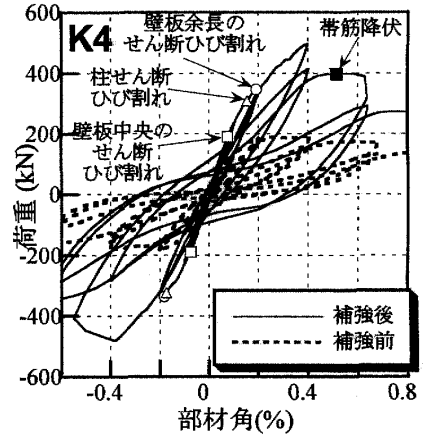


図-5 K4のQ-R

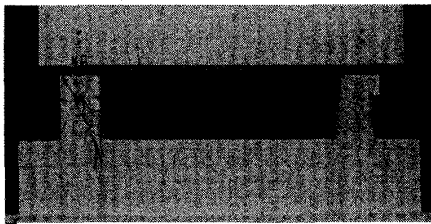


写真-1 K0の最終状況

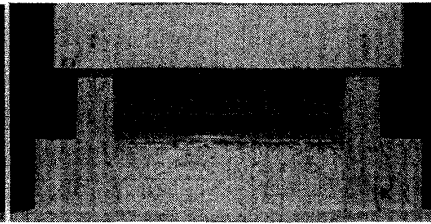


写真-2 K3の最終状況

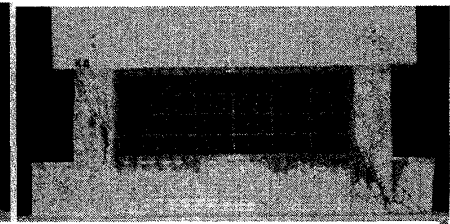


写真-3 K4の最終状況

表-3 試験体の諸荷重一覧 (単位: kN)

	最大耐力	中央腰壁のせん断ひび割れ	余長腰壁のせん断ひび割れ	柱のせん断ひび割れ	帯筋の降伏	主筋の降伏
K0	192	—	180	185	185	—
K3	522	181	364	324	289	—
K4	494	191	347	309	398	—

表-4 解析結果および計算値の一覧

	tQ (kN)	補強効果	FEM1Q (kN)	FEM2Q (kN)	Q _{SU(G)} (kN)	tQ / Q _{SU(G)}
K0	192	—	187	209	199	0.97
K3	522	2.72	—	—	414	1.26
K4	494	2.57	—	—	400	1.24

状況から、腰壁がない柱二本のモデル(FEM1)および柱と腰壁の接合部分をひび割れ接合としたモデル(FEM2)の二種類解析を行った。その結果を図-3 に示す。K0 実験の最大耐力は FEM1 の柱二本のモデルとほぼ近似した。このことは無補強試験体 K0 の腰壁が最大耐力への寄与がほとんどないことを裏付けている。よって、K4 試験体に対応する補強前の最大耐力も K0 とほぼ同等と考えられる。

5. FRP ブロック開口閉鎖耐震壁の評価方法

FRP ブロック開口閉鎖耐震壁は、既報の FRP ブロック耐震壁の設計提案式¹⁾の壁板部を腰壁破壊部分の評価に変更することで評価可能と思われる。提案する評価式を(1)に示す。側柱のせん断強度算定時の有効高さは、破壊状況を勘案して、開口内法高さに柱せいの 1.25 倍を加えることとした。その結果を表-4 に示す。この結果より、計算値は実験値に対して安全側の評価であることが分かる。

$$Q_{SU(G)} = Q_G + \alpha_1 Q_{C1} + \alpha_2 Q_{C2} \quad (1)$$

Q_{SU(G)}: FRP ブロック開口閉鎖耐震壁のせん断耐力

Q_G: 腰壁のせん断強度で、(2)式による

Q_{C1}、Q_{C2}: 側柱のせん断強度 (荒川 mean 式、ただし、有効高さ: 開口内法高さ+1.25*柱せい)

α₁、α₂: 変形状態を考慮した低減係数

$$Q_G = \tau_G \cdot A_G \quad (2)$$

A_G: 腰壁の断面積

τ_G: 接着面の終局せん断応力³⁾(=0.12σ_B)

6. まとめ

腰壁により変形拘束を受ける短柱に対して FRP ブロックを組積して構築した FRP ブロック開口閉鎖耐震壁の構造性能実験を行った結果、FRP ブロック開口閉鎖耐震壁は既存建物の耐震要素として利用可能であり、提案する耐方式でせん断力を安全側に評価することが確認された。

【謝辞】 本試験体の製作にあたり、AGC マテックス(株)および日本シーカ(株)に材料提供を頂いた。紙面を借りて深謝いたします。

【参考文献】

- 1) 萩尾浩也他: FRP ブロックを用いた増設耐震壁工法の開発 (その 2)、日本建築学会大会梗概集 2004、pp.631~632
- 2) 萩尾浩也他: CFRP 板で補強された偏在開口耐震壁に関する解析的研究、構造工学論文集、Vol.54B、pp. 417~ 422、2008
- 3) 栗田康平他: 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 6)、日本建築学会大会梗概集 2005、pp.565~568

* 大林組 技術研究所

* Technical Research Institute, Obayashi Corporation