

ステンレスピンにより耐震補強された開口部付組積造壁の繰返し面内曲げせん断実験(その2)

正会員 ○茨田一平* 同 吉田亘利*² 同 長江拓也*³ 同 前田春雄*⁴
同 福本早苗*⁵ 同 多幾山法子* 同 Shrestha Kshitij C.* 同 荒木慶一*

無補強組積造 目地モルタル ステンレスピン
履歴特性 繰返し面内曲げせん断

1. 序

本論では(その1)で述べた実験の結果を示す。

2. 実験結果

2.1 目地モルタル破壊

図1に載荷終了時の写真を、図3, 4にNo.1, No.2の目地モルタルの破壊状況を示す。図中の赤線は正方向載荷時に生じた目地モルタルの破壊位置を示し、青線は負方向載荷時に生じた目地モルタルの破壊位置を示す。また、黒線は過去に生じた目地モルタルの破壊位置を示す。

(1)無補強試験体(No.1)

試験体 No.1 では、変形角が $1/1000\text{rad}$ のとき、復元力 27.9kN となり、図3に示すように山型鋼との固定部から開口部へ向かう階段状の曲げ目地破壊が生じた。その後も、開口部から山型鋼との固定部へ向かう階段状の目地破壊と、山型鋼との固定部から開口部へ向かう階段状の目地破壊が生じた。開口部の四隅に於いて全ての箇所まで階段状の目地破壊が生じた以降は新たな目地破壊は生じず、上下左右4つのブロックへと分離し、載荷方向への目地破壊断面の端部を中心とするロッキングが生じた。

(2)ステンレスピン補強試験体(No.2)

試験体 No.2 では、変形角が $1/500\text{rad}$ のとき、試験体と試験体周辺の載荷用鋼材との間のグラウト材の破壊が生じた。その後、水平及び階段状の微細な目地破壊が部分的に生じたが、開口部補強用の水平ステンレスピンを挿入した箇所目地破壊が止まり、その後も高い補強強度を維持した。微細な目地モルタルの破壊が生じた箇所は、壁脚部や開口部上下などが中心であった。

変形角 $1/100\text{rad}$ までの範囲では、生じた目地破壊は微細なものに限られていた。また、試験体 No.1 で生じた階段状の目地破壊も、開口部補強用の水平ステンレスピン挿入箇所まで止まっていた。これらのことから、面内曲げせん断により生じる階段状のひび割れに対する補強効果は目視でも十分に確認することができた。

2.2 ステンレスピンのひずみ挙動

図2に載荷終了時の試験体 No.2 のステンレスピンのひずみ分布を示す。断面1, 2は共に面E方向から見た図となっている。図5に試験体 No.2 の復元力とステンレスピンのひずみ関係を示す。ステンレスピンのひずみは図2断面1の9段目の目地に挿入したステンレスピンのひずみを示している。

開口部付近に挿入したステンレスピンの方が、荷重を多く負担していることが確認された。また、開口部上部よりも下部のピンに荷重が集中していた。同一のピンにおいても煉瓦壁内部の方が、側面周辺よりも大きい荷重を負担することが確認された。

図5に示すように、目地モルタル破壊前は、ステンレスピンとピン挿入位置付近の煉瓦は一体として弾性範囲の挙動を示す。その後、ピンのひずみが 600μ 付近で目地モルタルが破壊し、繰返し載荷の下でひずみが残留した。 1000μ 以降の領域では繰返し載荷時に残留するひずみがさらに大きくなっている。ピンの降伏ひずみは約 2860μ でありまだ弾性領域にあるが、目地での滑りに対してピンがダボとして抵抗し、曲がり変形が生じてひずみが0に戻らないものと考えられる。



図1 載荷終了時試験体 (左: No.1, 右: No.2)

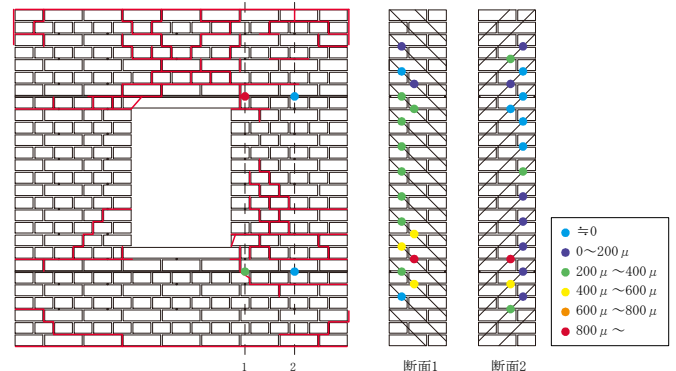


図2 載荷終了時ステンレスピンひずみ分布

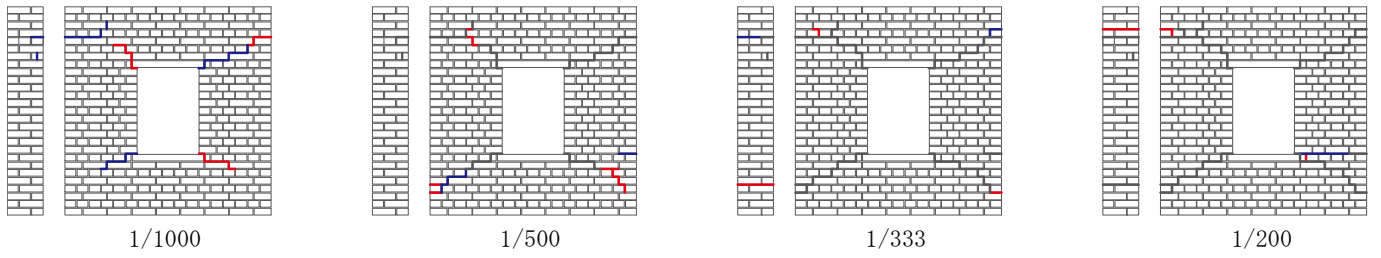


図3 無補強試験体(No.1)の目地破壊状況

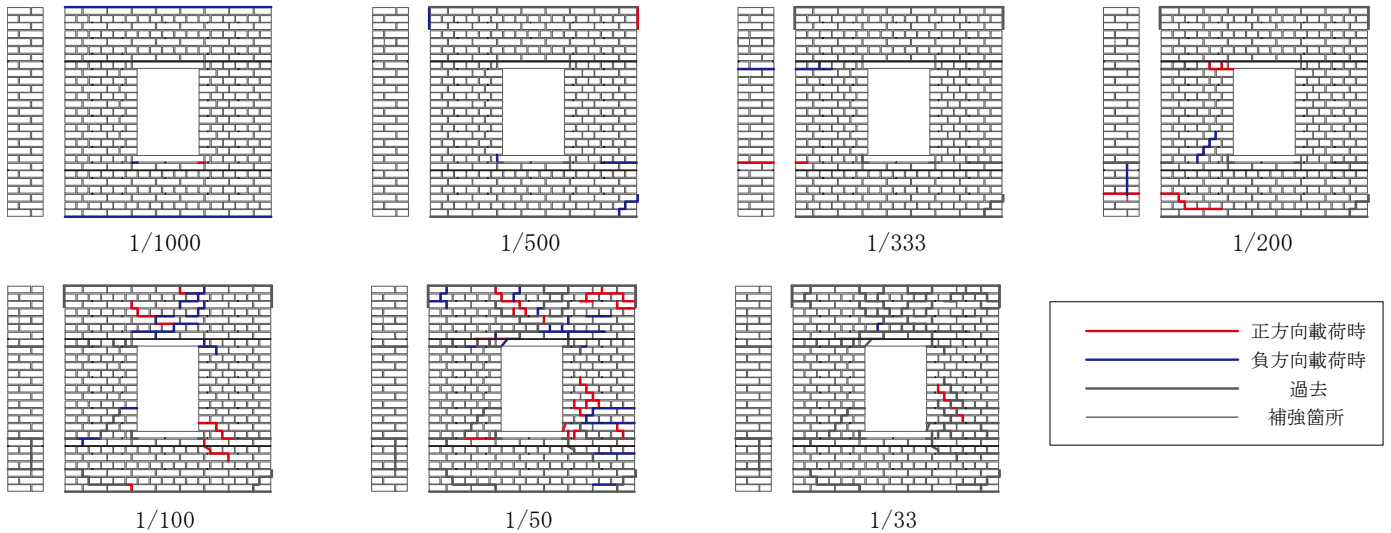


図4 ピンニング補強試験体(No.2)の目地破壊状況

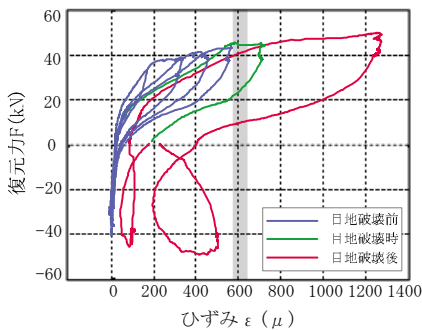


図5 復元力 - ひずみ関係

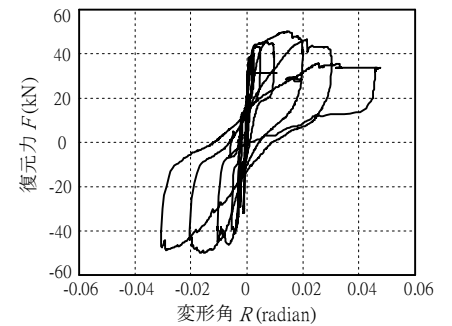
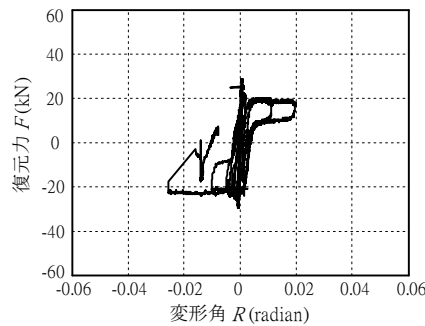


図6 復元力特性 (左: No.1, 右: No.2)

2.3 履歴特性の詳細

図6に試験体 No.1, 試験体 No.2 の復元力特性を示す.

- a) No.1 では目地破壊が生じるまでは高い弾性剛性を呈し, 復元力が 27.9kN に到達した時点で目地破壊し, 強度が急激に低下した. 目地破壊が進展し, ロッキングが生じた以降の復元力は一定の値を示した.
- b) No.2 では復元力 44.3kN に到達した時点で目地モルタルの破壊が生じた. その後も目地破壊は進展するが, 変形角が 1/100rad までの間で復元力は増加し, 耐力増加が確認された.

3. まとめ

開口部を有する煉瓦壁の, 無補強試験体(No.1)と補強試験体(No.2)の静的繰返し面内曲げせん断載荷実験を実施した. 鉛直斜め 45 度方向に挿入したピンと, 開口部補強用に水平方向に挿入したピンによる補強効果が, ひび割れ性状, 履歴特性, ピンのひずみデータから確認できた.

今後, これらのデータに基づき, ピンニング補強前後の破壊メカニズムや, ピンの抵抗メカニズム, 復元力特性のモデル化などについて, さらに詳細な検討を行う予定である.

* 京都大学大学院工学研究科建築学専攻
 *² 京都大学大学院桂インテックセンター
 *(独)防災科学技術研究所 兵庫耐震工学研究センター
 *(株)構造総研
 *⁵ 武庫川女子大学建築学専攻

* Dept. of Architecture and Architectural Eng., Graduate School of Eng., Kyoto Univ.
 *²Katsura Int'tech Center, Graduate School of Eng., Kyoto Univ.
 *³Hyogo EERC, NIED
 *⁴Kozosoken Corporation
 *⁵Dept. of Architecture Major, Mukogawa Women's University