

## ステンレスピンにより耐震補強された組積壁の繰返し面内曲げせん断特性 (その2)

正会員 ○多幾山法子\* 同 吉田亘利\*<sup>2</sup> 同 長江拓也\*<sup>3</sup> 同 前田春雄\*<sup>4</sup>  
同 Kshitij S. Charana\* 同 茨田一平\* 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. 研究の背景と目的

本報では、(その1)<sup>1)</sup>よりせん断スパン比が小さく0.4の試験体を対象とし、面内曲げせん断特性に焦点を当て静的繰返し実験を実施し、ステンレスピン挿入による補強手法が破壊モードに与える影響と、ピン補強試験体におけるピンの抵抗メカニズムについて検討することを目的とする。挿入形式は、前方と同様に面外曲げ実験より高い補強効果が確認されたクロス形式とする。

## 2. 実験概要

表1、図1～図3に示すように、無補強とクロス補強を施した煉瓦壁試験体について実験を行う。試験体の概要と壁脚部の固定方法及び鉛直荷重の載荷方法は(その1)と同一である。本報では、せん断スパン比を前方よりも小さい場合について検討を行うために、図1(a)に示す載荷方法で水平荷重を与える。具体的には、壁頂部に圧着したH形鋼の片側へ鉛直方向にH形鋼を追加して配置し、鉛直方向のH形鋼の下部に油圧ジャッキ接続することで、壁頂部に水平力に加えてモーメントを与える。変位履歴は(その1)と同一とする。

## 3. 実験結果

## 3.1 破壊形式の概要

図2、3にNo.1、No.2の目地破壊状況を示す。初期目地破壊面を太実線で、他の目地破壊面を細実線で示す。

- a) No.1 では、0.005rad で水平な目地破壊が生じるとともに滑りが生じ、その後は滑りのみが生じた。No.2 では、0.01rad までは目地破壊が生じて、明らかな滑りは生じなかった。0.01rad を超えると滑りが生じ、その後は明らかな目地の目開きは観測されなかった。
- b) No.2 においては、2 サイクル目に負側中央部から正側脚部に向かって面内方向に若干の階段状目地破壊が生じたが、主要な破壊モードは滑り破壊であった。

## 3.2 履歴特性の詳細

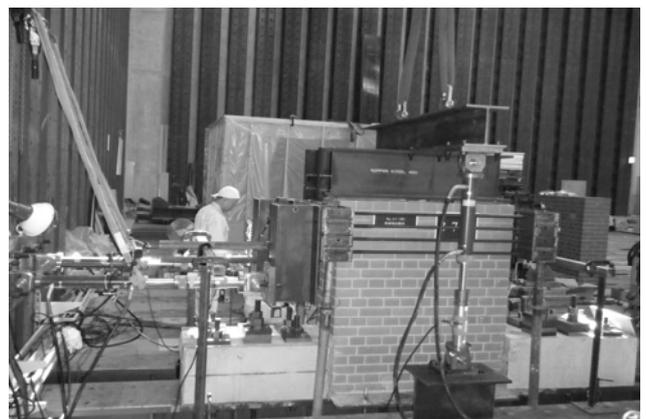
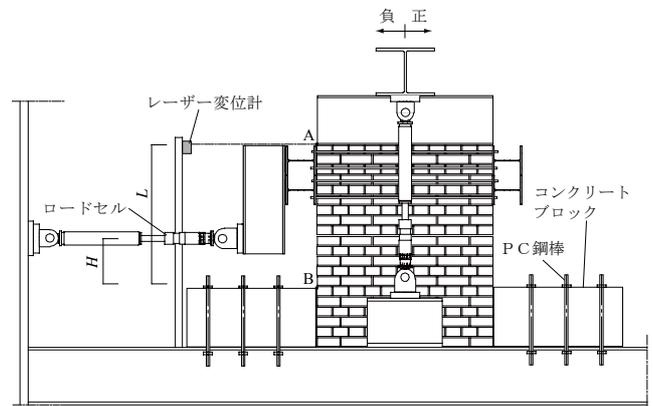
図4、5にNo.1、No.2の復元力特性を示す。

- a) No.1 は、高い弾性剛性を呈し、復元力が87.1kNに到達した時点で目地破壊し、強度が急激に低下した。滑りが生じて以降、復元力は一定の値を示した。
- b) 高い初期弾性剛性を呈し、復元力が113.7kNに到達した

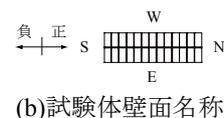
時点で目地が破壊し、約60kNまで強度が急激に低下した。目地破壊が生じるまでの変形角はほぼ0であった。滑りが生じて以降、耐力はほぼ一定となった。復元力は正側のほうが負側より若干大きい。

表1 試験体詳細

試験体	名称	補強	ピン径
No.1	無補強試験体	無	—
No.2	クロス補強試験体	有	Φ6mm



(a) 載荷装置



(b) 試験体壁面名称

図1 載荷装置と試験体壁面名称

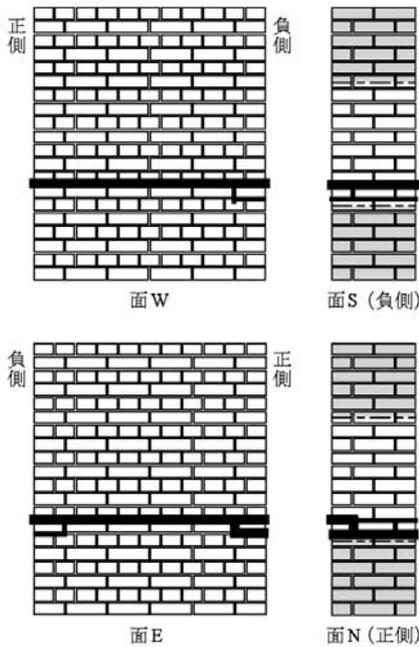


図2 試験体 No.1 目地破壊状況

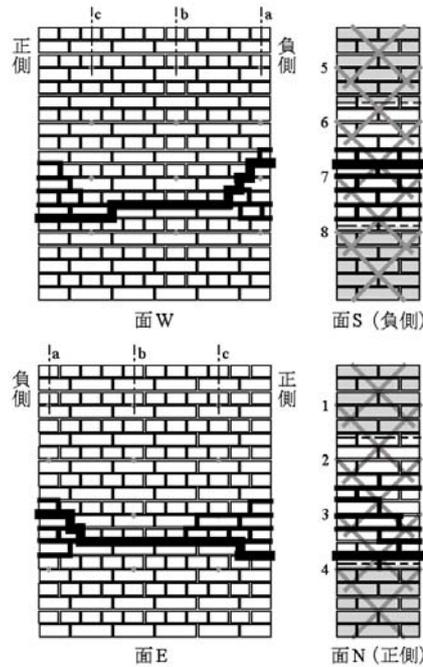


図3 試験体 No.2 目地破壊状況

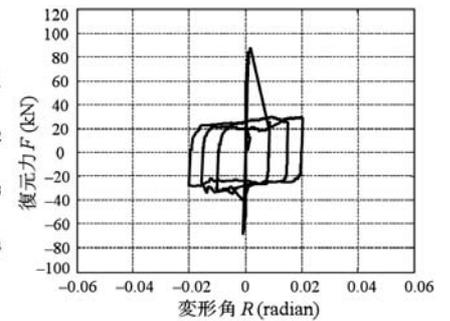


図4 試験体 No.1 復元力特性

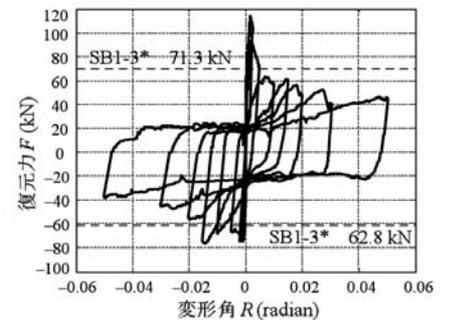


図5 試験体 No.2 復元力特性

## 4. 考察

### 4.1 無補強試験体

本試験体ではせん断スパン比を小さくすることで斜めひび割れ破壊の発生を期待したが、破壊モードは滑り破壊となった。我国の歴史的組積造建造物は低層で床や屋根が木造のものが多く、一般に壁が支持する鉛直力は低い。この鉛直力のレベルでは、開口部周辺を除き斜めひび割れ破壊が生じるケースは少ないと考えられる。

目地破壊時の平均せん断応力は  $0.039\text{N/mm}^2$  であった。また、目地破壊後の滑り時の目地破壊面におけるせん断力と鉛直力の関係にはクーロン則が適用でき、摩擦係数の値は約 0.7 であった。

### 4.2 補強試験体

端部に若干の階段状目地破壊が生じたが、その後の主要な破壊モードは滑り破壊であった。よって、このせん断スパン比では、ピンニング補強を施しても主要な破壊モードは滑りによる水平目地破壊のまま変化しなかったといえる。これは、無補強試験体の場合でも滑り耐力の方が平面保持を仮定した場合の曲げ耐力の予測値<sup>2)</sup>より小さく、ピンニング補強を施した場合にピンのダボ効果により滑り耐力が上昇したが、曲げ耐力がそれ以上に上昇したためと考えられる。

なお、ダボ効果によるピン 1 本辺りの補強効果（無補強からの耐力の増加量をピン本数で除した値）は正側と負側の載荷時で 6.02kN と 4.83kN であった。

## 5 まとめ

せん断スパン比 0.4 の無補強及びクロス補強煉瓦壁の静的繰返し面内曲げせん断実験を行い、以下の知見を得た。

- (1) ピンニング補強後の主要破壊モードは滑り破壊であった。この場合ピンの抵抗メカニズムは引張抵抗よりもダボ抵抗が主体である。
- (2) 変形角が 0.01 程度まではピンニング補強により強度とエネルギー吸収の向上が見られたが、補強後の耐力は平面保持を仮定した曲げ耐力評価値を大きく下回る。この理由はピンの主要抵抗メカニズムがダボ抵抗になったためと考えられる。
- (3) 無補強時の摩擦係数は約 0.7 であった。補強による耐力の増加を単純にピンの本数で割ると、ダボ抵抗により直径 6mm のピン 1 本辺り少なくとも約 4.8kN の補強効果が得られた。この値は、せん断スパン比が低く滑り破壊が生じると想定されるピンニング補強壁の耐力予測に有用である。

## 参考文献

- 1) 多幾山法子, 吉田亘利, 長江拓也, 前田春雄, 喜多村昌利, 荒木慶一: ステンレスピンにより耐震補強された組積壁の繰返し面内曲げせん断特性 (その 1), 日本建築学会大会学術講演梗概集 C2, pp.1011-1012, 2008
- 2) 多幾山法子, 長江拓也, 吉田亘利, 前田春雄, 喜多村昌利, 荒木慶一: ステンレスピン挿入による歴史的組積造建造物の耐震改修—その 1 補強煉瓦壁の繰返し面外曲げ実験, 日本建築学会構造系論文集, pp.167-176, 2009.1

\* 京都大学大学院工学研究科建築学専攻

\*<sup>2</sup> 京都大学大学院桂インテックセンター

\*<sup>3</sup> (独)防災科学技術研究所 兵庫耐震工学研究センター

\*<sup>4</sup> (株)構造総研

\* Dept. of Architecture and Architectural Eng., Graduate School of Eng., Kyoto Univ.

\*<sup>2</sup> Katsura Int'tech Center, Graduate School of Eng., Kyoto Univ.

\*<sup>3</sup> Hyogo EERC, NIED

\*<sup>4</sup> Kozosoken Corporation