

インターロッキング機構を利用した組積造壁の静的破壊実験 (その2 実験結果)

正会員 ○中村友紀子*1 准会員 山内成人*2 正会員 真田靖士*3
非会員 八巻勝俊*4 正会員 中埜良昭*5

無補強組積造 レンガ造 壁
インターロッキング 静的実験 要素実験

1. はじめに

本論では、その1に引き続きインターロッキング機構を利用した無補強組積造壁の実験結果について報告する。

2. 実験結果

2.1 破壊経過

図1に従来型、開発型試験体の最終破壊状況を示す。

従来型試験体：頂部変形角 $\pm 1/800$ のサイクルで試験体脚部に、 $-1/400$ サイクルで下から2段目目地部に曲げひび割れが発生した。その後のサイクルでは脚部のひび割れの開閉により試験体が剛体回転を繰り返し、 $-1/50$ で最大ひび割れ幅は17mmに達したが、破壊には至らなかった。最大変形角 $1/50$ では、脚部のひび割れが壁を水平に横断したことから、試験体は既にひび割れが生じた断面の摩擦力により水平力に抵抗していたと考えられる。その1の3.1節で述べたように、その後試験体を破壊することを目的に、せん断スパン比を1.0、0.5と順次低下させ $\pm 1/100$ の変形を与えた。せん断スパン比1.0のサイクルではひび割れは進展しなかった。せん断スパン比0.5のサイクル途中、変形角が約 $1/140$ のとき目地部のひび割れ面ですべりが生じ耐力が低下して最終破壊に至った。

開発型試験体：頂部変形角 $+1/800$ のサイクルで試験体の下から2段目目地部に（脚部は $+1/200$ サイクル）、 $-1/800$ サイクルで脚部に曲げひび割れが発生した。従来型には生じなかったレンガの小さなひび割れも確認した。最大変形角 $+1/50$ では、最大ひび割れ幅は18mmに達したが破壊には至らなかった。続くせん断スパン比1.0、0.5の $\pm 1/100$ サイクルでも、試験体に目立った損傷の進展はなく破壊に至らなかった。そこで、せん断スパン比0.5で押し切ることとしたが、载荷途中の変形角約 $1/80$ 付近でアクチュエータの制御に不具合が生じたため、試験体の終局性能は不明のまま実験を強制終了した。

2.2 荷重-変形関係

図2に従来型、開発型試験体のせん断スパン比1.92下での正負交番载荷時の荷重-変形関係を、図3にその後のせん断スパン比1.0、0.5下での荷重-変形関係を示す。従来型と開発型は最大荷重に大差ないが、履歴ループで囲まれる面積つまり等価粘性減衰は後の方が大きい。開発型はレンガに凹凸を有しておりひび割れの開閉時の摩擦抵抗が大きいと推察される。

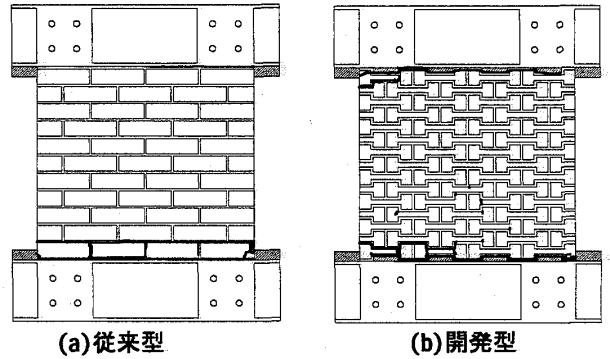


図1 URM壁試験体最終破壊状況

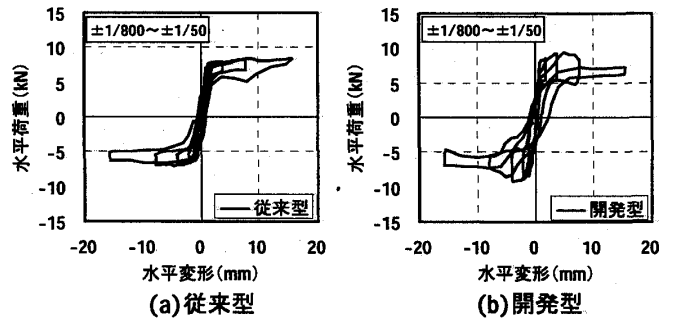


図2 荷重変形関係（せん断スパン比=1.92）

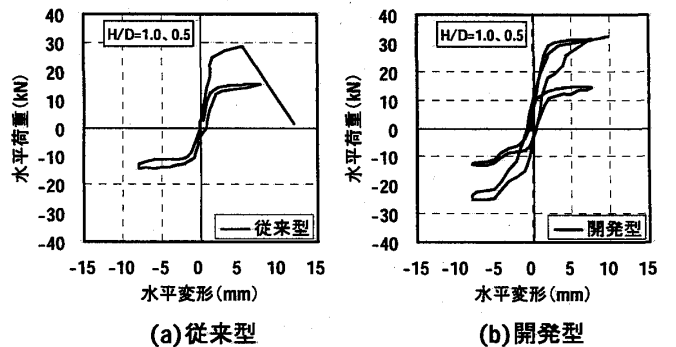


図3 荷重変形関係（せん断スパン比=1.0, 0.5）

2.3 ひび割れ幅

続いて、試験体の頂部変形とひび割れ幅の関係について考察する。各サイクルピーク時に観測された最大ひび割れ幅を用いて、試験体が剛体回転するとの仮定の下で推定される頂部変形を、変位計により測定された頂部変形と比較した結果を図4に示す。頂部変形角 $1/50$ 以外では、両者はほぼ等しくなり試験体が剛体回転を繰り返す

ていたことがわかる。

3. 要素実験

3.1 二面せん断試験

その1の2.2で示した4種類のURM要素のせん断実験から得られた最大荷重、最大平均せん断応力度を表1に示す。大局的に従来型要素試験体(a),(b)の耐力はばらつきが大きく、開発型要素試験体(c),(d)は安定して比較的大きな耐力を発現している。写真1に破壊状況を示すが、従来型要素試験体はモルタルとレンガの境界面が剥離したが、開発型要素試験体はモルタルとレンガの境界が剥離した後もレンガ同士の噛み合いにより耐力を保持し最終的にレンガがせん断あるいは引張破壊したことがわかる。

ここで、開発型の壁試験体について、断面が一樣にせん断力を負担した場合の平均せん断応力度を要素実験結果と比較する。壁試験体の最大荷重(32.3kN)時の平均せん断応力度が 0.371N/mm^2 、開発型要素試験体(c),(d)全ての平均せん断応力度が 0.937N/mm^2 であることから、壁試験体は強度に対して2倍以上の余力を保有していたと考えることもできる。ただし、実際には壁試験体の断面のせん断力負担は一樣でないと考えられるため、局所的にはより大きなせん断応力度が作用したと推察される。

一方、従来型壁はモルタルとレンガの剥離ではなく、すべりにより終局に至ったので要素実験との対応を議論することはできないため、二面せん断試験後の要素試験体を用いてさらに摩擦試験を行った。

3.2 摩擦試験

前節のせん断試験後の従来型要素試験体(a),(b)に20~200Nの錘をのせて摩擦試験を行った。摩擦係数に大きなばらつきはなく平均摩擦係数は0.725であった。しかし、この値を用いてURM壁実験で作用させた軸力20kNに対して摩擦力を算定すると14.5kNとなり、最大荷重28.7kNを明快に説明することはできなかったため、今後の検討を要する。

4. まとめ

インターロッキング機構の有無をパラメータとした無補強組積造(URM)壁実験、及び要素実験により得た結論は以下の通りである。

従来型URM壁は目地モルタルとレンガ接合面のすべりによって耐力が急激に低下して破壊したが、開発型URM壁は目地部のひび割れ後もレンガの噛み合いにより耐力を維持した。組積体に凹凸を設けることで目地部の機械的な噛み合いにより一体性が保てることがわかった。

また、要素試験体のせん断試験を行った結果、従来型は目地部とレンガの接着面の剥離により終局に達したが、開発型は目地部のひび割れ後もレンガの噛み合いにより耐力を保持しレンガの局所的なせん断あるいは引張破壊によって終局に至った。これら要素実験の破壊形式の違いはURM壁の挙動の違いにも現れており、開発型壁がレンガとモルタルの噛み合いにより水平力抵抗機構を発現したと考えられる。

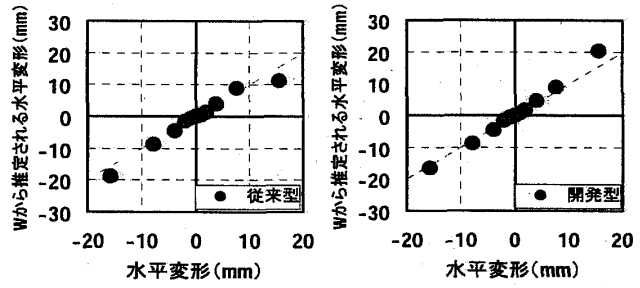


図4 変位計による水平変形—ひび割れ幅から推定される水平変形関係

表1 要素試験体の2面せん断実験結果

従来型試験体	最大荷重(kN)	最大平均せん断応力度(N/mm ²)	開発型試験体	最大荷重(kN)	最大平均せん断応力度(N/mm ²)
(a)-1	48.66	1.159	(c)-1	48.39	1.152
(a)-2	43.46	1.035	(c)-2	38.81	0.924
(a)-3	21.58	0.514	(c)-3	43.51	1.036
平均		0.903	平均		1.037
(b)-1	19.81	0.472	(d)-1	35.49	0.845
(b)-2	15.00	0.357	(d)-2	30.76	0.732
(b)-3	14.98	0.357	(d)-3	39.26	0.935
平均		0.395	平均		0.837

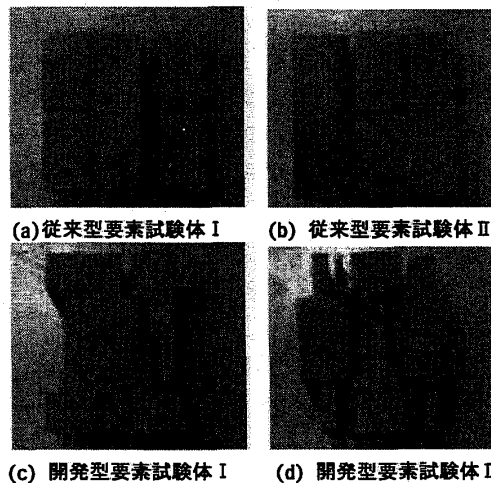


写真1 URM要素のせん断試験後の破壊状況

*1 新潟大学工学部 講師・博士(工学)

*2 東京大学生産技術研究所 技術職員

*3 東京大学地震研究所 助手・博士(工学)

*4 元新潟大学工学部 学部生

*5 東京大学生産技術研究所 助教授・工博

Lecturer, Dept. of Arch. and Civil Eng., Niigata Univ., Dr. Eng.

Technical Associate, Institute of Industrial Science, Univ. of Tokyo.

Research Associate, Earthquake Research Institute, Univ. of Tokyo, Dr. Eng.

Undergraduate Student, Dept. of Arch. and Civil Eng., Niigata Univ.

Associate Prof., Institute of Industrial Science, Univ. of Tokyo, Dr. Eng.