

# インターロッキングブロックの形状が組積造壁の荷重-変位関係に及ぼす影響に関する研究

大林組 正会員 ○増田 景也

京都大学大学院工学研究科 正会員 古川 愛子

京都大学大学院工学研究科 正会員 清野 純史

## 1. 研究の背景と目的

開発途上国で多く建設されている耐震性の低い組積造構造物の地震時の倒壊による人的被害が多く報告されている。そこで、人的被害軽減のために、新設の組積造構造物に対して、煉瓦同士のインターロッキング(噛み合い効果)を利用した工法が提案されている<sup>1)</sup>。噛み合い効果のあるブロック形状としては、I型や波型など様々なものが考えられるが、ブロック形状と耐震性に関する研究はほとんどなされていない。そこで本研究は、インターロッキングブロックの形状が組積造壁の荷重-変位関係に及ぼす影響について検討するために、斜め圧縮試験と再現解析を行った。

## 2. 斜め圧縮試験

図-1 に示した形状の異なる 5 種類の型のインターロッキングブロック(直角型 Var1, 直角型 Var2, 鈍角型, 三角型, Cosine 型)の斜め圧縮試験を実施した(図-2)。直角型と鈍角型はインターロッキングの影響が大きい。Cosine 型と三角型は鈍角型と直角型に比べてインターロッキングの影響が小さい。供試体の寸法は 18cm×18cm×10 cm で、それぞれの供試体は 4 つの部分(top, middle left, middle right, bottom)で構成されている。全ての煉瓦はモルタルなしで、煉瓦の摩擦とインターロッキングの働きだけで結合している。

万能試験機を使い 供試体に荷重を載荷し、変位と荷重の時刻歴を記録した。また、高速度カメラを用いて面的ひずみ分布を計測した。図-3 は直角型 Var2 の  $x$  方向の面的ひずみ分布を示している。直角型 Var2 の斜め圧縮試験では、赤丸の部分にひび割れが生じて壁体が崩壊した(図-4(a))。図-4(b)に示すように、ひび割れがグラフのピークに対応していることがわかる。 $x$  方向の面的ひずみ分布を見ると、まず赤丸の部分でひずみの値が大きくなる(図-3(a))が、ひび割れは生じない。その後、白丸の部分でひずみの値が大きくなり、ひび割れ

が生じる(図-3(b))。赤丸の部分はひずみの値が大きいままである。実際にひび割れが入らなくてもひずみの値が大きくなる箇所があることがわかった。

斜め圧縮試験結果をまとめると、インターロッキングの影響が大きい直角型と鈍角型は、角の凹凸部分に応力が集中するためひび割れが生じ、破壊が起こるので最大耐力が小さくなった。一方、インターロッキングの影響が小さい三角型と Cosine 型は、応力が集中している部分が少なくひび割れが生じにくくなるので最大耐力が大きくなった。

## 3. 斜め圧縮試験の再現解析

2次元静的有限要素解析により、斜め圧縮試験の再現解析を行うことで、破壊メカニズムの検討を行った。解析には、汎用有限要素解析ソフト Marc を使用した。ブロック要素のメッシュサイズは 5mm×5mm 四方程度とした。要素の奥行きは、各組積造壁の奥行きと同じ 100mm に設定した。実験と再現解析の比較基準として、組積造壁の破壊箇所と破壊の仕方、荷重-変位関係における最大耐力、荷重-変位関係における傾きを考慮した。図-5, 6 は直角型 Var2 の斜め圧縮試験の再現解析結果を示している。破壊箇所および破壊の仕方(図-5(a))、 $x$  方向の面的ひずみ(図-5(b))は実験と概ね同様であった。荷重-変位関係を実験と解析で比較すると、荷重-変位関係における最大耐力、ブロックが十分に噛み合った後の荷重-変位関係における傾きは概ね同じであった(図-6)。

同様の基準で実験と解析を比較したところ、形状の異なる 5 種類のインターロッキングブロックの斜め圧縮試験を概ね再現することができた。

## 4. インターロッキングブロックの隙間の影響

開発途上国におけるブロックの施工精度を考えると、施工誤差によりブロック間に意図しない隙間が生じる可能性がある。そこで、有限要素解析により、インターロッキングブロックの隙間の有無が、組積造壁の荷

キーワード：組積造 インターロッキング 実験

連絡先：〒615-8540 京都市西京区京都大学桂

重-変位関係に及ぼす影響について検討した。直角型 var1 を例にとり、ブロック間の様々な箇所に 5mm の隙間を想定したケースと隙間のないケースを比較すると、概ね最大耐力、変位が一致するケース、隙間ありの方が最大耐力、変位がともに小さくなるケース、最大耐力は小さくなるが、変位は大きくなるケース、どちらも大きくなるケースに分類することができた(図-7)。

概ね最大耐力、変位が一致するケースは、隙間が応力の集中していない位置にあった。最大耐力、変位がともに小さくなるケースは、隙間があることで、噛み合い部分が小さくなり、その部分に過度に応力が集中した。最大耐力は小さくなるが、変位は大きくなるケースは、応力は集中しているので破壊は起こりやすいが、インターロッキングの力により組積造壁が崩壊せずに保たれていた。どちらも大きくなるケースは、隙間があることにより応力が分散して、隙間がないものより応力が集中しにくくなっていた。全てのケースをまとめると、直角型 Var1 に隙間を想定すると、最大耐力に関して±30%の変化が見られた。

5. 結論

斜め圧縮試験により、インターロッキングブロックの形状が、組積造壁の斜め圧縮試験における荷重-変位関係に及ぼす影響について検討を行った。有限要素法を用いた静的解析によって斜め圧縮試験の再現解析を行い、概ね再現することができた。さらに、インターロッキングブロック間の隙間の影響を数値解析により検討を行い、最大耐力に関して±30%の変化が見られた。

参考文献

1)木村翔太, 古川愛子, 清野純史, 荒木慶一, インターロッキング機構を利用した組積造壁の耐震性に関する基礎的研究, 第70回土木学会年次学術講演会講演概要集, I-304, pp.607-608, 2015年9月.

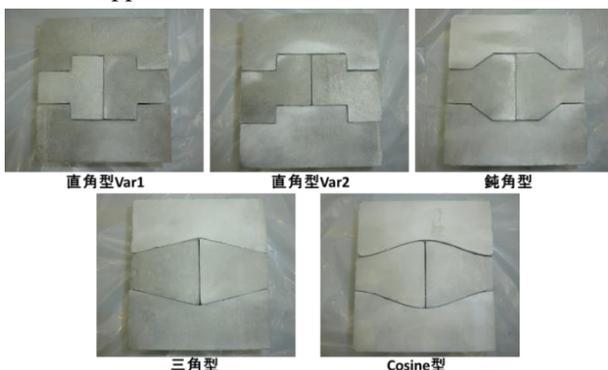


図-1 インターロッキングブロック

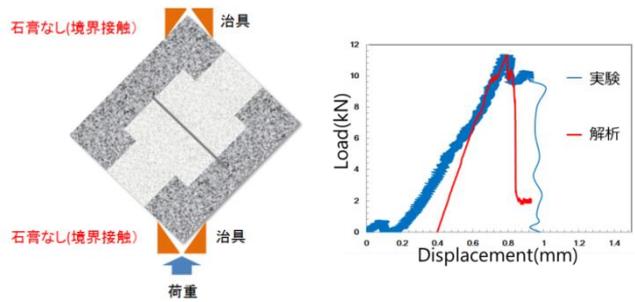
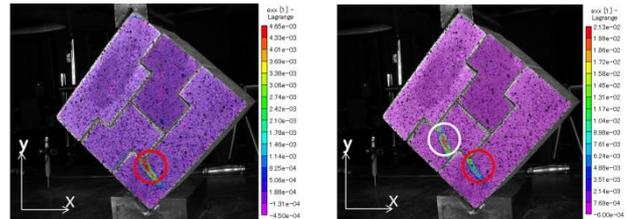


図-2 斜め圧縮試験概要

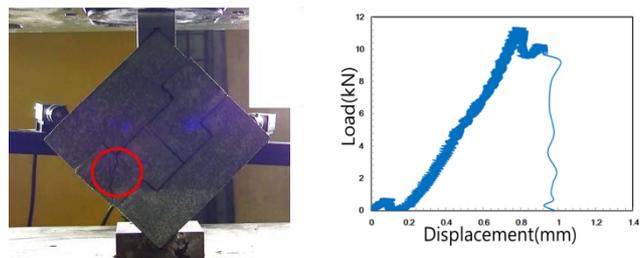
図-6 直角型 Var2 の荷重-変位関係比較



(a)変位 0.8mm のとき

(b) 変位 0.9mm のとき

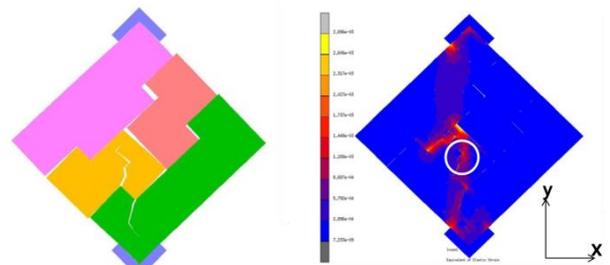
図-3 直角型 Var2 の x 方向ひずみ分布



(a) 破壊状況

(b) 荷重-変位関係

図-4 直角型 Var2 の斜め圧縮試験



(a) 破壊状況

(b) x 方向ひずみ分布

図-5 直角型 Var2 の斜め圧縮試験の再現解析

最大耐力,変位が概ね同じ	
最大耐力,変位がともに小さい	
最大耐力が小さい,変位が大きい	
最大耐力,変位ともに大きい	

図-7 直角型 var1 と隙間を想定したブロック