

無補強組積造壁を有する鉄筋コンクリート造架構の耐震性能評価
- その3 ブロック造壁のひび割れ幅 -

正会員 崔 琥* 同 中埜 良昭** 同 真田 靖士***
同 山内 成人**** 同 朴 珍和*****

無補強組積造壁 コンクリートブロック 韓国の学校建物
ひび割れ幅 袖壁 腰壁

1. はじめに

同題その3では、各試験体のブロック造壁のひび割れ幅に着目し、その基本性状を把握するとともに、柱の変位分布に基づいたブロック造壁のひび割れ幅の推定について検討した結果を報告する。

2. ブロック造壁のひび割れ幅の基本性状

図1に1階壁、4階壁及び袖壁型試験体のブロック造壁の正負方向加力時についてピーク時と除荷時に縦目地に生じた主要なひび割れ幅の合計値 (W_p, W_0 (mm)), ひび割れ幅の最大値 ($\max W_p, \max W_0$ (mm)) を試験体全体のピーク時と除荷時の水平変位 (δ_p, δ_0 (mm)) と比較して示した。ただし、X軸上の部材角はピーク時の部材角で整理し示した。なお同図では、第2,3サイクルでは類似な結果が得られたので割愛し、第1サイクルのみ図示した。同図から、1階壁及び4階壁試験体では部材角 4×10^{-3} rad までは $W_p \approx \max W_p, W_0 \approx \max W_0$ となり、これは一つの階段状ひび割れがブロック造壁全体のひび割れパターンを代表した事実と対応する。一方、 6.7×10^{-3} rad からは階段状ひび割れが2,3箇所に分かれて現れたため、ひび割れ幅の最大値が合計値より小さく分布

する ($W_p > \max W_p, W_0 > \max W_0$) 結果となった。ひび割れ幅の合計値は部材角とほぼ比例して増加する傾向が見られた。また、軸力の大小はひび割れ幅の最大値及び合計値に影響を及ぼさない結果となった。本実験では、歪度からブロック造壁の作用軸応力度を算定したが、両試験体の軸力の違いによる差は大きくなかったことにその原因があると思われる(ブロック造壁全断面積に対して4階壁試験体は0.12, 1階壁試験体は0.18N/mm²)。これは、ブロック造壁を後積みし、最上段ブロックと上部スタブの間に目地モルタルを最後に手作業で充填したため、完全には充填しきれなかったためと考えられる。袖壁型試験体では、一つのひび割れがブロック造壁全体のひび割れパターンを代表している ($W_p \approx \max W_p, W_0 \approx \max W_0$) ことがわかる。また、ピーク時と除荷時ともにひび割れ幅が水平変位を上回っている。この原因は負方向加力時に生じたひび割れが除荷時に閉じることなく、累積されているためである。

図2に正負加力時におけるピーク時のひび割れ幅の合計値に対する除荷時の割合 (W_0/W_p), 試験体全体のピーク時の水平変位に対する除荷時残留ひび割れ幅の割合 ($\max W_0/\delta_p$) を示した。ピーク時のひび割れ幅の合計値に対する除荷時

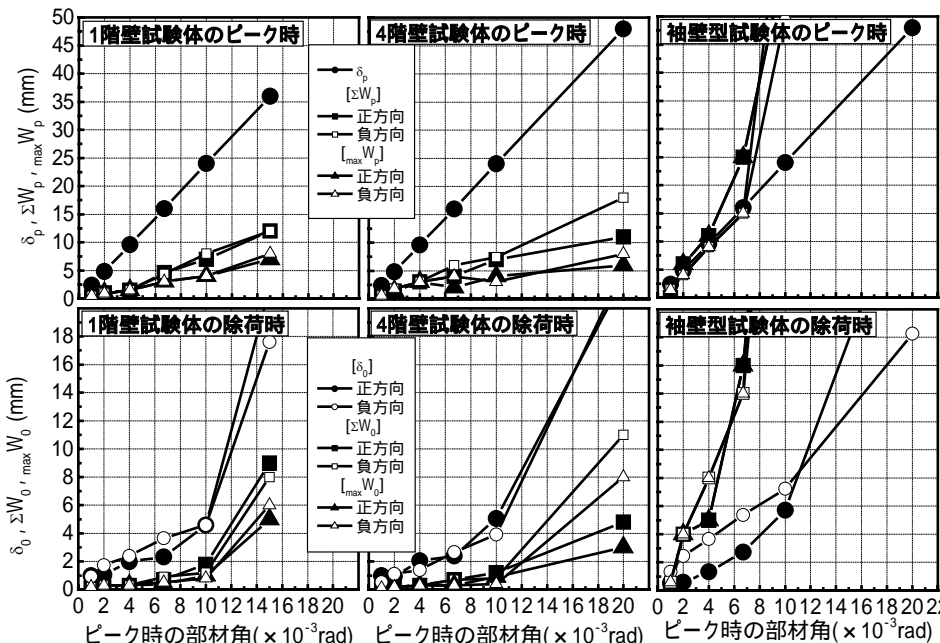


図1 水平変位とひび割れ幅の比較

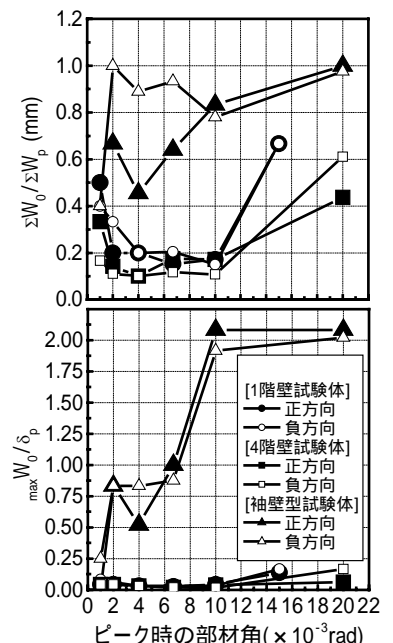


図2 W_0/W_p 及び $\max W_0/\delta_p$ の関係

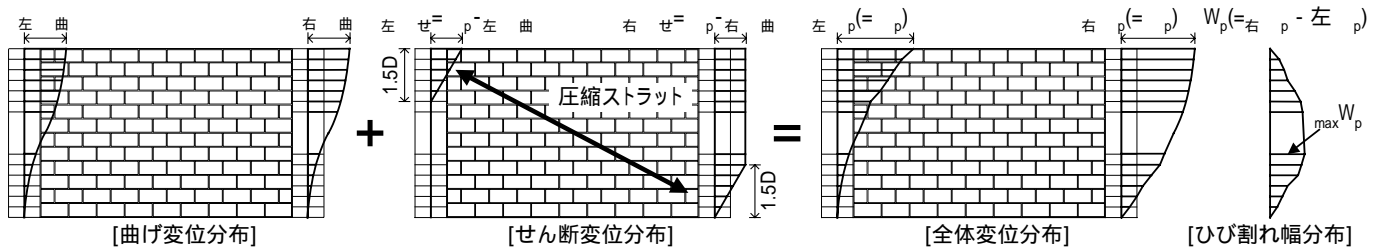


図3 柱の変位分布の推定

の割合 (W_0 / W_p) から、1 階壁及び 4 階壁試験体では側柱が破壊に至る以前の部材角 $10 \times 10^{-3} \text{rad}$ までは側柱が壁の変形を拘束するため、正負加力時ともにピーク時のひび割れ幅に対して残留ひび割れ幅は 20% 程度に閉じる傾向が見られた。しかしながら、袖壁型試験体では負方向加力時、ブロック造壁は左側柱を介して変形するが、除荷時は右側柱との間に開口があるため変形が強制されず、ピーク時付近の変形位置で残留する傾向にあるため、1.0 に近い結果となった。また、正方向加力時には負方向加力で生じた残留ひび割れ幅がピーク時のひび割れ幅の合計値 (W_p) の一部として計測されるので、一般にピーク時のひび割れ幅の合計値に対する除荷時の割合 (W_0 / W_p) は負方向加力時よりも小さい値をとる。ピーク時の水平変位に対する除荷時残留ひび割れ幅の割合 ($\max W_0 / W_p$) から、無開口試験体である 1 階壁及び 4 階壁試験体は側柱の拘束効果により 10% 程度に閉じる反面、袖壁型試験体はブロックが破壊する以前である $6.7 \times 10^{-3} \text{rad}$ までは、残留ひび割れ幅が最大経験変位とほぼ等しい結果となった ($\max W_0 / W_p \approx 1.0$)。

3. 柱の変位分布に基づくひび割れ幅の算定

最後に、両側柱の変位分布に基づき、無開口試験体である 1 階壁及び 4 階壁試験体のブロック造壁のひび割れ幅の推定を試みた。手法の概略は図 3 に示すとおりである。すなわち、柱両側に取り付けた変位計から各区間の平均曲率を求め、これを 2 回積分することにより両側柱の曲げ変位分布 ($\left. \begin{matrix} \text{左} \\ \text{右} \end{matrix} \right\} \text{曲}$ は各側柱の最上段の曲げ変位) を算定する、算定した各柱の最上段の曲げ変位 ($\left. \begin{matrix} \text{左} \\ \text{右} \end{matrix} \right\} \text{曲}$) を試験体全体の水平変位 (p) から差し引いた値 ($\left. \begin{matrix} \text{左} \\ \text{右} \end{matrix} \right\} \text{せ} = p - \left. \begin{matrix} \text{左} \\ \text{右} \end{matrix} \right\} \text{曲}$) を両側柱の最上段のせん断変位とし、これが柱頭及び柱脚のある区間で生じるものと仮定する、上記より求まる左右柱の全体変位分布の差を求め、この最大値をブロック造壁に生じた $\max W_p$ の計算値とする。同題その 2 の実験時のひび割れパターンに見られるとおり、無開口試験体である 1 階壁及び 4 階壁試験体はブロック造壁内に水平力に抵抗する圧縮ストラットが形成され、圧縮側柱脚部と引張側柱頭部にせん断ひび割れが集中していることから、図 3 に示したように圧縮側柱脚部と引張側柱頭部の 1.5D (D: 柱のせい) 内でせん断変形が集中し、かつこれがその区間で線形に

分布するものと仮定した。図 4 に以上の仮定に基づき算定した $\max W_p$ の計算値と実験値を比較して示す。計算値は実験値を過大評価しており、せん断変形の集中区間 (本事例では 1.5D と仮定) の再検討などが必要ではあるものの、このような簡便な手法でひび割れ幅の最大値を推定できる可能性を示していると考えられる。

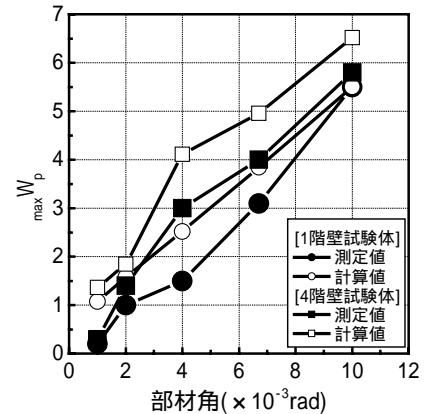


図4 測定値と計算値の $\max W_p$

4. まとめ

本研究では、各試験体のブロック造壁のひび割れ幅に着目し、その基本性状を把握するとともに、柱の変位分布に基づいたブロック造壁のひび割れ幅の推定について検討した。その結果を以下に示す。

(1) 1 階壁及び 4 階壁試験体では、ピーク時のひび割れ幅に対して残留ひび割れ幅は側柱が壁の変形を拘束するため、20% 程度に閉じる傾向が見られたが、袖壁型試験体では負方向加力後の除荷時は右側柱との間に開口があるため変形が強制されず、ピーク時付近の変形位置で残留する傾向にあるため、1.0 に近い結果となった。また、1 階壁及び 4 階壁試験体は側柱の拘束効果により、水平変位に対する除荷時残留ひび割れ幅が 10% 程度に閉じる反面、袖壁型試験体は残留ひび割れ幅が最大経験変位とほぼ対応している。

(2) 柱の変位分布に基づくブロック造壁のひび割れ幅の推定を試みた。せん断変位分布の集中区間については今後検討が必要ではあるものの、簡便な手法で実験値が説明できる可能性を示した。

謝辞

本研究の実験にあたって、光云大学・李元虎教授、RIST 呉相勲博士ほか関係各位より多大なご支援をいただきました。ここに、深く感謝の意を表します。

* 東京大学生産技術研究所 大学院生
 ** 東京大学生産技術研究所 助教授・工博
 *** 東京大学地震研究所 助手・博士 (工学)
 **** 東京大学生産技術研究所 技術官
 ***** 東京大学生産技術研究所 研究生

* Graduate Student, Institute of Industrial Science, Univ. of Tokyo
 ** Associate Prof., Institute of Industrial Science, Univ. of Tokyo, Dr. Eng.
 *** Research Associate, Earthquake Research Institute, Univ. of Tokyo, Dr. Eng.
 **** Technical Associate, Institute of Industrial Science, Univ. of Tokyo
 ***** Research Student, Institute of Industrial Science, Univ. of Tokyo