

無補強組積造壁を含む RC 造架構の静的および動的載荷実験 (その3) 縮小ブロックの要素試験

正会員 崔 琥* 同 晋 沂雄**
同 中 埜 良昭*** 同 高 橋 典之*

無補強組積造壁 RC 造架構 縮小ブロック
プリズム圧縮強度 せん断強度 圧縮ストラット

1. はじめに

本研究では 1/4 スケールのブロック造壁を含む RC 造架構における静的および動的載荷実験を計画し、既報その 2¹⁾では縮小ブロックの製作にあたって、ブロックに生じる損傷を模擬するため実大ブロックの空洞などの形状を維持することや、ブロック造壁の自重による軸応力の相似率を 1/4 としても実大試験体の面内および面外方向への挙動が再現できることを確認した。本報では、縮小ブロックの 3 段プリズム圧縮強度試験を行い、ブロックのヤング係数がブロック造壁のせん断耐力および架構全体の破壊メカニズムに及ぼす影響について検討した結果を報告する。

2. 縮小ブロックの形状および配合率

縮小ブロックの寸法および形状を図 1 に示す。縮小ブロックは実大ブロックの形状を 1/4 に縮小したものである。ただし、実大ブロック造壁では、目地モルタルをブロックの長辺方向のシェルのみに載せるため、縮小ブロックにおいても同様の施工が実現されるよう図 1 のように、溝 (5mm) を設けることによりウェブ部分ができるだけモルタルの影響を受けないように形状を工夫した。

縮小ブロックの圧縮強度および剛性が実大ブロックをどの程度模擬できるか確認するため、表 1 に示す 3 種類の配合率について検討した。本試験体は韓国の 1980 年代の学校建物を模擬したものであるため、A 案は韓国で一般に用いられている配合率 (実大ブロックの配合率) とし、B 案は日本国内 Y 社の配合率、C 案は B 案より海砂を増加させた配合率とした。ただし、縮小率に従い骨材 (砕砂、海砂) の寸法を忠実に変更するのは困難であるため、配合率の違いにより強度と剛性の再現を試みた。

3. 縮小ブロックの要素試験

3.1 縮小ブロックの 3 段プリズム圧縮強度試験

3 種類の配合率で試作した縮小ブロックの 3 段プリズム圧縮強度試験の結果を韓国製の実大ブロックの結果と併せて図 2 に示す。ここで、圧縮試験はそれぞれ 3 体ずつ実施しており (C 案のみ 2 体)、図の横軸は同図に示した 3 段プリズムの最上段の前面と背面に 3 枚ずつ貼付した計 6 枚のひずみ度の単純平均値を、縦軸はブロックの空洞を含む全矩形断面積

で除した圧縮応力を示した。また、ブロックのヤング係数は、コンクリート供試体と同様 1/3 割線剛性として算定した。

同図より、韓国の一般的な配合率 A 案は、実大ブロックに比べて圧縮強度は約 15%、ヤング係数は約 10%と、実大ブロックの結果を遥かに下回っている。国内の Y 社の配合率 B 案は、圧縮強度は約 1.1 倍で実大ブロックと同程度であったが、ヤング係数は約 40%であった。C 案は B 案より圧縮強度は低かったものの、ヤング係数は B 案と同程度であった。B 案および C 案のように骨材の配合率を減少させることで、実大ブロックの圧縮強度を再現することはできたが、モルタルの締め固め方法は、実大ブロックでは機械振動によるものである

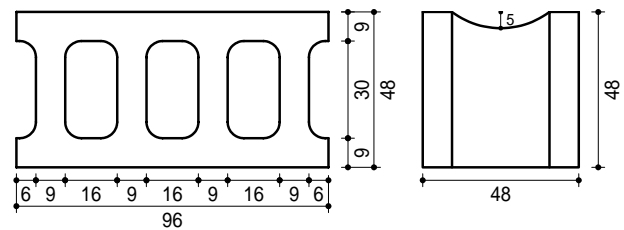


図 1 縮小ブロックの寸法および形状 (単位: mm)

表 1 縮小ブロックの配合率 (重量比)

案	セメント	砕砂	海砂	水	混和材	規定単体 圧縮強度	備考
A 案 (韓国)	1.0	3.5	4.5	0.35	~	8MPa 以上	実大ブロックの プリズム 圧縮強度を目指す
B 案 (Y 社)		2.0	2.9	0.0005		16MPa 以上	
C 案		2.0	3.5	0.4		-	

* 実大ブロックの場合、プリズム圧縮強度 (7.3MPa) は単体 (8.4MPa) の約 85%であった。本研究では主にプリズム圧縮強度を再現する。

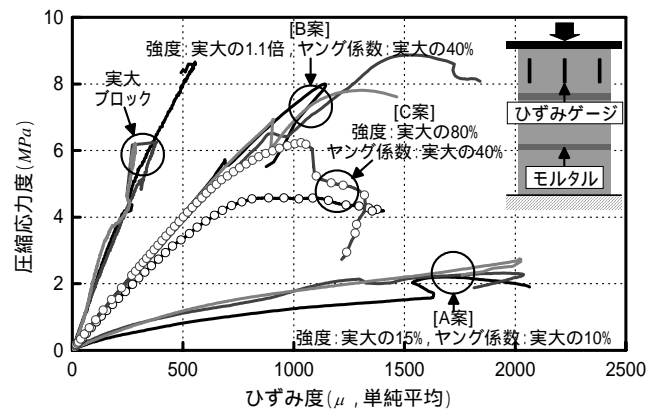


図 2 ブロックの圧縮応力 - ひずみ関係

のに対し、縮小ブロックでは人力によったため、ヤング係数は実大ブロックのそれを再現できなかった。

3.2 縮小ブロックのヤング係数とせん断力の関係

本節では実大ブロックの圧縮強度が 3 案中で最も実大に近い B 案の結果を用い、ヤング係数の低下がブロック造壁のせん断耐力および架構全体の破壊メカニズムに及ぼす影響について検討した。

ブロック造壁のせん断耐力は、図 3 に示すように組積造壁の一般的な破壊メカニズムである対角ストラット圧縮破壊時のせん断力 V_c を用いて検討した。これは、組積造壁を等価な有効幅を持つ圧縮ストラットに置換して強度を求めるもので、対角ストラット圧縮破壊時のせん断耐力 V_c および等価圧縮ストラット有効幅は式(1)および式(2)からそれぞれ求められる²⁾。

$$V_c = W_{eq} \cdot t \cdot f_m \cdot \cos \theta \quad (1)$$

$$W_{eq} = 0.175 \cdot \left(\frac{4 \cdot E_c \cdot I_c \cdot h_m}{E_m \cdot t \cdot \sin 2\theta \cdot h^4} \right)^{0.1} \cdot l_d \quad (2)$$

ここで、

W_{eq} : 等価圧縮ストラットの有効幅 (mm)

t, h_m : 組積造壁の厚さおよび高さ (mm)

f_m : 全断面に対するプリズム強度 (N/mm^2)

h : 上下梁の中心間距離 (mm)

l_d : 組積造壁の対角長さ (mm)

E_m, E_c : プリズムおよびコンクリートのヤング係数 (N/mm^2)

I_c : 柱の断面 2 次モーメント (mm^4)

式(2)に示したように、等価圧縮ストラット有効幅 (W_{eq}) は組積体 (ブロック) のヤング係数 (E_m) がパラメータの 1 つとなっており、これによる影響を検討するために、実大ブロックに対する縮小ブロックのヤング係数の比と等価圧縮ストラット有効幅の比との関係を算定した結果を図 3 に示す。実大ブロックに対する縮小ブロックのヤング係数の比は約 40% であったので、縮小ブロック造壁の等価圧縮ストラット有効幅は実大ブロック造壁より約 10% 増加する結果となった。また、本研究で選択した配合率 B 案の圧縮強度は実大ブロックの約 1.1 倍であったので、式(1)より縮小ブロック造壁のせん断耐力は実大ブロックの約 1.2 倍になると予想される。

次に、ブロック造壁のせん断耐力の増加が架構全体のせん断余剰度に与える影響について検討した結果を表 2 に示す。縮

小ブロックの圧縮強度およびヤング係数が実大ブロックと等しい場合の縮小試験体のせん断余剰度は 1.38 ~ 1.48 であり、実大試験体のそれ (1.35 ~ 1.45) と同程度である。一方、ブロック造壁のせん断耐力が実大ブロック造壁の 1.2 倍の場合の縮小試験体のせん断余剰度は 1.49 ~ 1.60 であり、実大試験体よりも 10% 程度高いせん断余剰度を示すが、架構全体の破壊メカニズムに大きな影響は与えないものと考えられる。

4. まとめ

本報では、縮小ブロックの 3 段プリズム圧縮強度試験の結果を用い、ブロックのヤング係数がブロック造壁および架構全体のせん断耐力に及ぼす影響を検討した。本研究で製作したブロック造壁のようにせん断耐力が 20% 程度増加しても、架構全体の破壊メカニズムに大きな影響はないと考えられる。

[謝辞]

本研究は平成 19 年度科学研究費補助金基盤研究(B)「無補強組積造壁を含む R C 造建物の残存耐震性能の定量化と震災復旧に関する実験的研究」(課題番号: 18360258, 研究代表者: 中埜良昭)の助成を受けました。ここに謝意を表します。

[参考文献]

- 1) 崔琥ほか: 無補強組積造壁を含む RC 造架構の静的および動的載荷実験 (その 1 および 2), 日本建築学会学術講演梗概集, 2007 年
- 2) FEMA306: Evaluation of Earthquake Damaged Concrete and Masonry Wall Buildings, Applied Technology Council (ATC-43 Project), 1998
- 3) 崔琥: 無補強コンクリート造壁を有する鉄筋コンクリート造建物の残存耐震性能に関する研究, 東京大学学位論文, 2006.3.
- 4) 日本建築学会: 鉄筋コンクリート造建物の靱性保証型耐震設計指針・同解説, pp.142-162, 1999

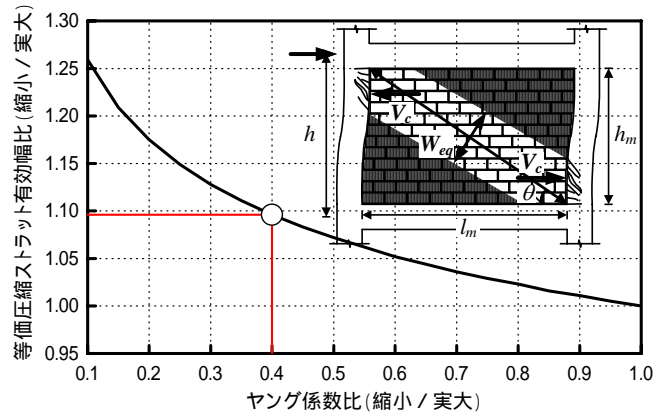


図 3 ブロックのヤング係数と圧縮ストラット有効幅の関係

表 2 柱、ブロック造壁および架構全体の強度とせん断余剰度

スケール	柱 2 本分				壁体 せん断耐力 V_c (kN)	架構全体			
	曲げ終局 モーメント M_U (kN·m)	曲げ終局時 せん断力 Q_{MU} (kN)	せん断 終局強度 (kN)			せん断 終局強度 (kN)		せん断余剰度	
			$Q_{SU,min}$	$Q_{SU,mean}$		$Q_{SU,min}+V_c$	$Q_{SU,mean}+V_c$	$(Q_{SU,min}+V_c)/Q_{MU}$	$(Q_{SU,mean}+V_c)/Q_{MU}$
実大試験体	639.4	710.4	547.4	620.6	410.0	957.4	1,030.6	1.35	1.45
縮小試験体	8.6	44.2	35.2	39.8	30.8 ^{*1} (25.6) ^{*2}	66.0 (60.8)	70.6 (65.4)	1.49 (1.38)	1.60 (1.48)

*1 ヤング係数: 実大の 40%, プリズム強度: 実大の 1.1 倍 (いずれも図 2 の B 案による)

*2 実大ブロックと等しいヤング係数およびプリズム強度を仮定した場合

* 東京大学 生産技術研究所 助教・博士(工学)
 ** 東京大学 工学系研究科 大学院生
 *** 東京大学 生産技術研究所 教授・工博

* Research Associate, IIS, The Univ. of Tokyo, Ph.D.
 ** Graduate Student, Graduate School of Eng., The Univ. of Tokyo
 *** Professor, IIS, The Univ. of Tokyo, Dr. Eng.