

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) 縮小試験体の計画

正会員 晉 沂雄\* 同 崔 琥\*\*  
同 中埜 良昭\*\*\* 同 高橋 典之\*\*\*\*

無補強組積造壁 RC 造架構 縮小試験体  
静的載荷実験 動的載荷実験 せん断余裕度

1. はじめに

近年極めて甚大な建物被害を伴う地震災害が世界各地で発生している。これらの地震災害では、無補強組積造壁あるいはこれを含む RC 造建物が大きな被害を受けていることが特徴として挙げられる。そこで、筆者らは無補強組積造壁を有する RC 造架構の構造特性に関する基礎データの蓄積が極めて重要であると考え、無補強コンクリートブロック（以下、ブロック）造壁を含む RC 造架構の実大実験を実施し、その残存耐震性能を評価する手法について検討を行ってきた<sup>1)</sup>。しかしながら、ここでの実験は面内方向への静的載荷実験に限定したものであったため、過去の被害事例で観察されるような、無補強組積造壁の面外方向への破壊とこれによる耐力低下を示す被害実態を反映した残存耐震性能評価とこれに基づく被災度判定手法の開発には、面外加力を含む動的載荷実験による基礎データの取得が必要不可欠である。そこで、本研究では前述の研究成果をさらに発展させるべく、無補強組積造壁を有する RC 造架構を対象に、残留ひび割れ幅と残存耐震性能の関係を静的のみならず動的載荷実験を通じて明らかにすることを計画した。本報では、まずブロック造壁を含む 1/4 スケールの RC 造試験体の計画について報告する。

2. 試験体の計画

2.1 対象建物

本研究の対象建物は、1980 年代における韓国の学校建物の標準設計例に倣い、図 1 に示したブロック造壁を有する RC 造建物とする。対象建物は耐震基準が導入される以前の配筋規定に従っており、柱のフープ筋は 90°フック、その間隔は 300mm となっている。実大実験<sup>1)</sup>では、図 1 の右に示すブロック造壁を含む 1 スパン 1 層試験体（実験施設の制約上スパン長さは 4.05m とした）を用いて実験した。また、実大実験では軸力レベルをパラメータ（IW1 および IW2 試験体）としたが、後述するとおり、IW1 試験体では柱はせん断破壊先行型であったものの、ブロック造壁がせん断強度に寄与することで架構全体の破壊形式が変化したことから、これらの破壊メカニズムの変化を再確認するため、本研究の試験体は主に IW1 試験体に相当する縮小試験体とした。

2.2 縮小試験体の計画方針

縮小試験体は以下の方針に従って計画した。

縮小試験体における柱の断面寸法は実大試験体の 1/4 とする。

縮小試験体における柱の主筋およびせん断補強筋の径および本数は、実大試験体と引張鉄筋比およびせん断補強筋比がほぼ同程度になるように設定する。

縮小試験体における軸力は、実大試験体と軸方向応力度が同程度になるように設定する。

縮小試験体における柱のせん断余裕度は、実大試験体と同程度になるように設定し、実大試験体の破壊メカニズムを再現する。

以上の方針に従い計画した柱の諸元を表 1 および表 2 に示す。

2.3 強度およびせん断余裕度

実大試験体の破壊メカニズムを実現させるため、強度およびせん断余裕度について検討を行う。実大実験に際して、コンクリート設計基準強度は  $21\text{N/mm}^2$  を、主筋およびせん断補強筋は異形棒鋼 SD395 を用いたが、実際の材料試験結果から表 2 に示したように両者とも基準強度を上回っていた。そのため、縮小試験体においても鉄筋の降伏強度は規格点降伏強

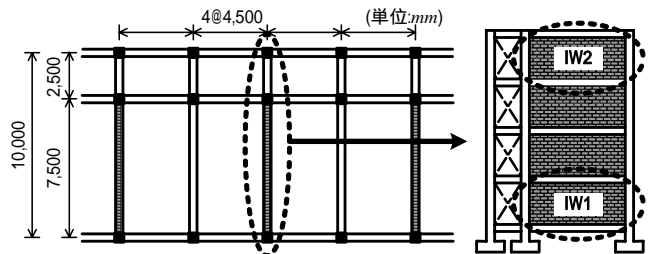


図 1 韓国の 1980 年代の学校建物の標準設計例

表 1 柱の寸法，主筋およびせん断補強筋

スケール	柱幅 <i>b</i> (mm)	柱せい <i>D</i> (mm)	柱内法 高さ <i>h<sub>0</sub></i> (mm)	主筋	引張 鉄筋比	せん断 補強筋	せん断 補強筋比
実大試験体	400	450	2800	12-D19	0.0064	D10@300	0.0012
縮小試験体	120	120	700	8-D6	0.0066	D3@80	0.0015

表 2 柱の強度に関する因子

スケール	引張鉄筋 断面 面積 <i>a<sub>s</sub></i> (mm <sup>2</sup> )	主筋 降伏強度 <i>σ<sub>s</sub></i> (N/mm <sup>2</sup> )	コンクリート 圧縮強度 <i>F<sub>c</sub></i> (N/mm <sup>2</sup> )	軸力 <i>N</i> (kN)	軸方向 応力度 <i>σ<sub>0</sub></i> (N/mm <sup>2</sup> )
実大試験体	1,146	441.1	26.7	720	4.0
縮小試験体	95	440.0	25.2	58	4.0

表3 柱および架構全体の強度とせん断余裕度

スケール	柱2本分						壁体 せん断力 $V_U$ (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)		せん断余裕度			せん断 終局強度 (kN)		せん断余裕度	
			$Q_{SU,min}$	$Q_{SU,mean}$	$Q_{SU,min}/Q_{MU}$	$Q_{SU,mean}/Q_{MU}$		$Q_{SU,min}+V_U$	$Q_{SU,mean}+V_U$	$(Q_{SU,min}+V_U)/Q_{MU}$	$(Q_{SU,mean}+V_U)/Q_{MU}$
実大試験体	640	674	546	618	0.81	0.92	274	820	892	1.22	1.32
縮小試験体	11	48	41	46	0.85	0.96	20	61	66	1.27	1.38

\* 架構全体の最大耐力時におけるブロック造壁のせん断耐力は、実大実験結果より  $0.4N/mm^2$  とした。

度を 10% 増加，コンクリート圧縮強度は設計基準強度を 20% 増加させた値を強度計算に用いた。

柱2本分および架構全体の強度とせん断余裕度を表3および図2に示す。ここで、柱の曲げ終局モーメントを求める際、実大試験体の場合は略算式(式(1))を用いたが、縮小試験体の柱断面では断面寸法に比べてコンクリートのかぶり厚さ(本研究では  $20mm$  とした)が相対的に大きいので、式(1)を用いると過大評価する危険性がある。そこで、縮小試験体についてはかぶり厚さの実情を反映して係数を修正した略算式(式(2))を用いることとした<sup>2)</sup>。また、曲げ終局時せん断力を求める際に、柱の内法長さ  $h_0$  は実際の内法高さから降伏ヒンジ長さ分を  $D$  (柱せい)として柱の両端について減じた値(即ち、 $h_0-2D$ )とした。表3および図2において、せん断終局強度は荒川 min 式および荒川 mean 式を併記している。

$$M_U \approx 0.8a_s \sigma_y D + 0.5ND \left( 1 - \frac{N}{bDF_c} \right) \quad (1)$$

$$M_U \approx 0.54a_s \sigma_y D + 0.5ND \left( 1 - \frac{N}{bDF_c} \right) \quad (2)$$

表3および図2に示すように、縮小試験体の柱2本のみせん断余裕度は  $0.85 \sim 0.96$  と、実大試験体のせん断余裕度 ( $0.81 \sim 0.92$ ) を若干上回るものの、せん断破壊先行型となる。ただし、実大実験の結果より、柱はせん断破壊先行型 ( $Q_{MU} > Q_{SU}$ ) であっても、ブロック造壁がせん断強度に寄与することで破壊形式が変化 ( $Q_{MU} < (Q_{SU} + V_U)$ ) したことから、縮小試験体においてもブロック造壁の寄与分を考慮すると、架構全体は曲げ降伏が先行し(せん断余裕度:  $1.27 \sim 1.38$ )、最終的にせん断破壊するものと予想される。以上の検討結果を踏まえて計画した縮小試験体の詳細を図3に示す。

3. まとめ

無補強ブロック造壁を有する 1/4 スケールの縮小 RC 造試験体を用いた静的および動的載荷実験を計画し、本報では実大試験体の破壊メカニズムを再現するための強度およびせん断余裕度について検討を行った。

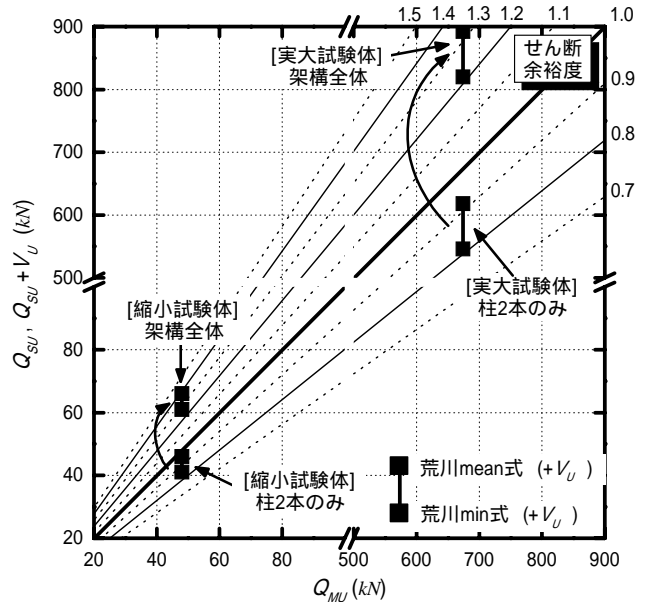


図2 強度およびせん断余裕度

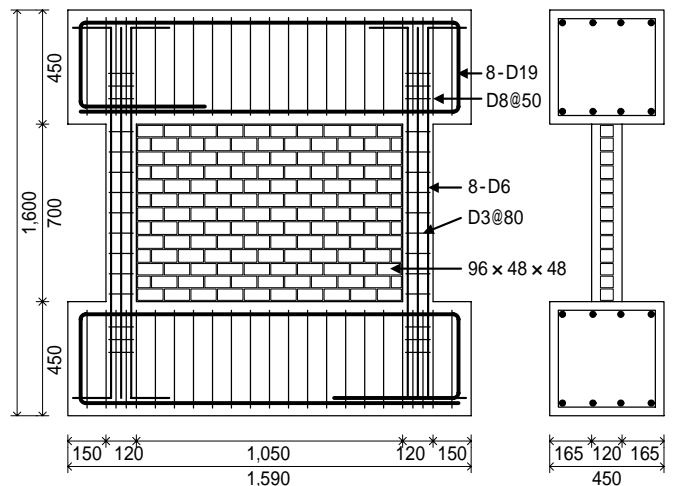


図3 縮小試験体の詳細 (単位: mm)

[参考文献]

- 1) 崔琰: 無補強コンクリートブロック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.
- 2) 日本建築学会: 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説, pp.600-615, 1988

\* 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 研究員・博士(工学)  
 \*\*\* 東京大学生産技術研究所 教授・工博  
 \*\*\*\* 東京大学生産技術研究所 助教・博士(工学)

\* Graduate Student, Graduate School of Eng. The Univ. of Tokyo  
 \*\* JSPS Postdoctoral Fellow, IIS, The Univ. of Tokyo, Dr. Eng.  
 \*\*\* Professor, IIS, The Univ. of Tokyo, Dr. Eng.  
 \*\*\*\* Assistant Professor, IIS, The Univ. of Tokyo, Dr. Eng.