

無補強組積造壁を有する RC 造架構の耐震性能に関する解析的研究

正会員 ○櫻庭 柊士* 同 大石 健介*
同 宇野 瑞穂** 同 崔 琥***
同 晉 沂雄****

内蔵無補強組積造壁 コンクリートブロック RC 造架構
面内耐震性能 有限要素解析

1. 研究の背景および目的

内蔵無補強組積造壁は安価に施工ができる利点により世界で多く使われている構造形式である。しかしながら、2023 年 2 月に発生したトルコ・シリア地震などでは多くの無補強組積造壁を有する RC 造建物が甚大な被害を受けている。そこで本研究では、無補強組積造壁を有する RC 造架構の面内耐震性能とその破壊メカニズムを解析的に明らかにすることを目的に、その第 1 段階として、無補強組積造壁を有する RC 造架構の有限要素解析を行い、既実施した実験の荷重－変形関係と比較することで解析結果の整合性を確認する。

2. 既実施した無補強組積造壁を有する RC 造試験体の詳細

本研究では、図 1 に示す 1980 年代の韓国の学校建物の標準設計に基づいた 4 階建て RC 造建物を対象に、1 階 (IW1) および 4 階 (IW2) を想定した無開口組積造壁を有する実大 RC 造試験体の実験結果を用いることとする¹⁾。1 階試験体の詳細を図 2 に示す。

3. 無補強組積造壁を有する RC 造架構の有限要素解析

3.1 解析概要

本解析では、汎用有限要素プログラム vector2 を用いて解析を行った。図 2 に示す無補強組積造壁を含む対象試験体を充実に再現し、図 3 に示すように 2 次元平面モデルを構築した。同図に示すように、想定軸力を等分布として導入し、変位制御で解析を行った。また、強制変位は 0.2% ずつ 2 回正負交番繰返し载荷を行った。

図 4 にコンクリート、組積ユニットおよび鉄筋の復元力特性をそれぞれ示す^{2)~4)}。コンクリートの復元力特性は圧縮ピーク前関数に Popovics、圧縮ピーク後関数に Masonry (Park-Kent) モデル、引張軟化関数に Nonlinear (Yamamoto) モデルをそれぞれ用いた。鉄筋の復元力特性は、Akkaya 2012 (Modified Seckin) モデル、ダボ作用は Tassios (Crack Slip) モデル、座屈は Akkaya 2012 モデルをそれぞれ用いた。

コンクリートブロックは 32 等分とし、空洞部を有するコンクリートブロックの厚さ 190mm を同じ体積を有する完全充填の厚さ 120mm のものとしてモデル化した。組積

ユニットの材料特性は弾性モデル、圧縮強度および引張強度は別途実施した材料試験結果を準用し、圧縮強度は

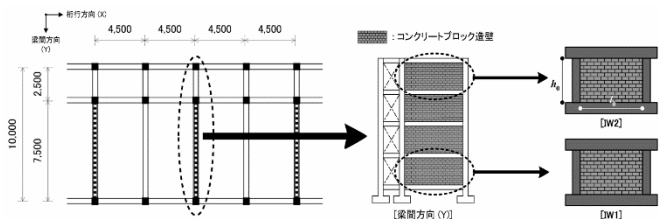


図 1 解析対象建物の詳細 (単位: mm)

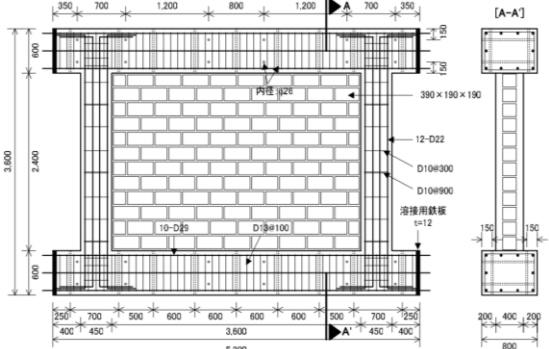


図 2 IW1 試験体の詳細 (単位: mm)

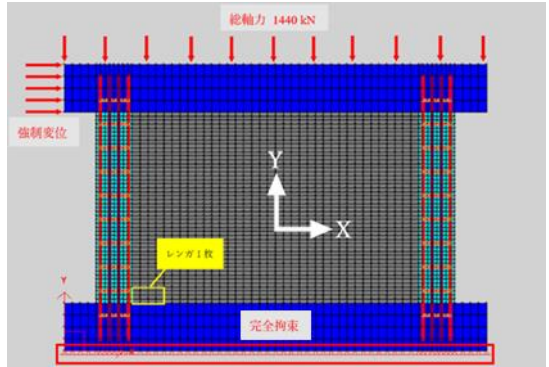


図 3 IW1 試験体のモデル化

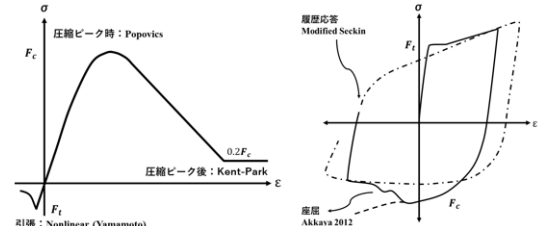


図 4 コンクリート・組積体 (左) と鉄筋 (右) 復元力特性

8.4N/mm²、引張試験は0.84N/mm²を用いた。また、ヤング係数、ポアソン比および密度は12,000N/mm²、0.15 および2,024kg/m³を用いた。目地モルタルの材料特性として、一般的に使用される値である接合部せん断強度比0.01、圧縮強度比0.5、引張強度比0.1およびポアソン比0.1を用いた。

3.2 IW1 試験体の解析結果

図5にIW1試験体の荷重－変形関係の解析結果を実験結果と比較して示す。同図に示すように、解析結果は耐力低下が実験結果より少し早い段階で発生するものの、実験結果を精度よく再現できた。

図6にIW1試験体の最大耐力時の破壊形状を示す。同図に示すように、内臓組積造壁には圧縮ストラットが形成され、押し抜きせん断力が柱脚部に作用し、最終的にはせん断破壊に至っている。

3.3 IW2 試験体の解析結果

図7にIW2試験体の荷重－変形関係の解析結果を実験結果と比較して示す。同図に示すように、解析結果は初期ステップ時の耐力が実験結果より高く、耐力低下が早い段階で発生しているが、最大耐力は概ね再現できた。

図8にIW2試験体の最大耐力時の破壊形状を示す。同図に示すように、IW1試験体と同様に内臓組積造壁には圧縮ストラットが形成されることが確認でき、それが架構全体の耐力に寄与することがわかる。

4. まとめ

本研究では、無補強組積造壁を有するRC造架構の面内耐震性能を解析的に明らかにすることを主目的に、その第1段階として、無補強組積造壁を有するRC造架構の有限要素解析を行った結果、既実施した実験結果による荷重－変形関係を概ね再現することができた。今後、各材料の復元力特性をパラメータとした解析を行い、解析精度を向上させるとともに、壁体の形状比や各材料特性が壁体の耐力に与える影響を解析的に明らかにする予定である。

【参考文献】

- 1) 崔 琥：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，博士論文，東京大学，2005
- 2) Ju-Seoung Jung, Bok-Gi Lee, Kang-Seok Lee: Hysteretic Characteristics of Medium- to Low-rise RC Structures Controlled by Both Shear and Flexure Evaluated by FEA and Pseudo-dynamic Testing, Computers and Concrete, An International Journal, Volume 33, Number 2 pages 217-240, February, 2024
- 3) Andac-Lulec, Vahid-Sadeghian, and Frank J. Vecchio: Three-Dimensional Macro-Modeling of Concrete Slabs Subjected to Missile Impact Loading, ACI STRUCTURAL JOURNAL, 119(1), 2022
- 4) Serhan-Guner, Trevor D. Hrynyk, and Andac Lulec: Cracked Continuum Modeling of Reinforced Concrete Elements under Impact, Special Publication, no. 347, 85-105, 2021

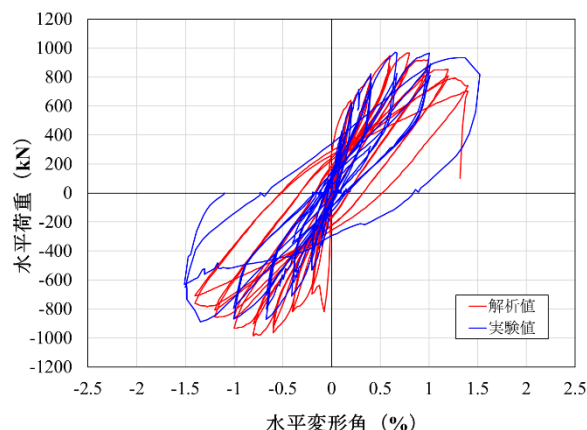


図5 IW1 試験体の荷重－変形関係

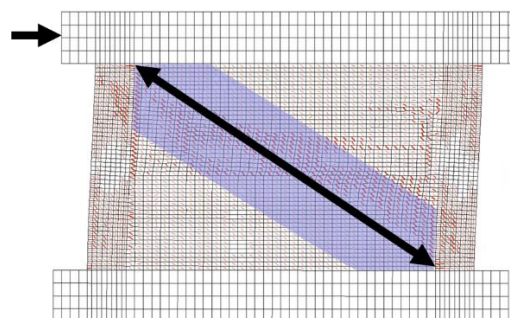


図6 IW1 試験体の最大耐力時の破壊形状

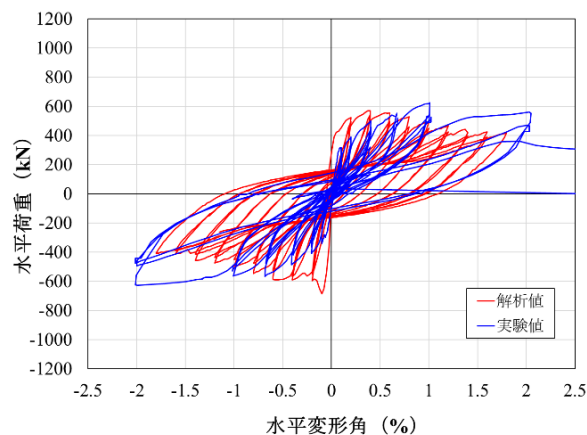


図7 IW2 試験体の荷重－変形関係

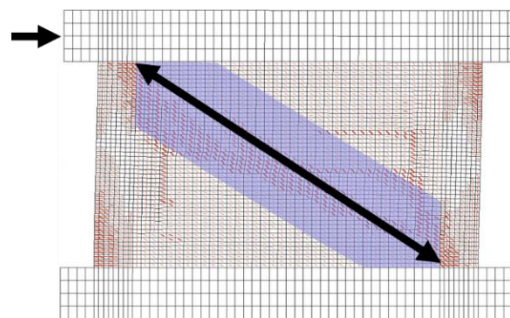


図8 IW2 試験体の最大耐力時の破壊形状

* 静岡理工科大学大学院 大学院生
 ** 静岡理工科大学 学部生
 *** 静岡理工科大学 教授・博士（工学）
 **** 明治大学 准教授・博士（工学）

* Graduate Student, Shizuoka Institute of Science and Technology
 ** Undergraduate Student, Shizuoka Institute of Science and Technology
 *** Professor, Shizuoka Institute of Science and Technology, Ph.D.
 **** Associate Professor, Meiji University, Ph.D.