

無補強組積造壁を有する RC 造架構の面内耐震性能評価に関する解析的研究

正会員 ○西脇 優太* 同 宇野 瑞穂**
同 大石 健介** 同 崔 琥***

有限要素解析 コンクリートブロック 面内耐震性能
RC 造架構 内臓無補強筋組積造壁

1. 研究の背景および目的

2023 年 2 月に発生したトルコ・シリア地震など、大きな地震被害を伴う地震災害が世界各地で発生している。これらの地域では、無補強組積造壁を内蔵した建物が多く存在している。このような構造形式は耐震性能が乏しいため、耐震性能を向上させる必要がある。

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、既実施した無補強組積造壁を有する実大および縮小 RC 架構の実験結果を、有限要素解析を用いて詳細に再現する。

2. 既実施の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 に示すように、1980 年代の韓国の学校建物の 4 階建て RC 造建物を対象とした無開口組積造壁を有する実大 RC 造試験体および 1/4 スケールとした縮小 RC 造試験体を用いた^{1),2)}。その概略図を図 1 に示す。同図に示すとおり、実大試験体は 1 階および 4 階を想定したもので、縮小試験体は上部梁の剛性をパラメータとしたいものである。

3. 有限要素解析による実験結果の再現

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。無補強組積造壁を含む試験体を充実に再現し、2 次元平面モデルとした。実大および縮小試験体の解析モデルを図 2 および図 3 に示す。同図に示すように、軸応力度は実大試験体の 1 階で 4.0MPa、4 階で 1.0MPa、縮小試験体で 4.0MPa とし、それらを等分布荷重として与えた。変位制御で解析を行い、強制変位は 0.2% ずつ 2 回正負交番繰返し載荷を行った。

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^{3),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。

実大および縮小試験体の組積ユニットの材料特性は弾性モデルを用いた。また、実大試験体における組積ユニットの圧縮強度は 7.3MPa、引張強度 0.73MPa を用いた。縮小試験体に

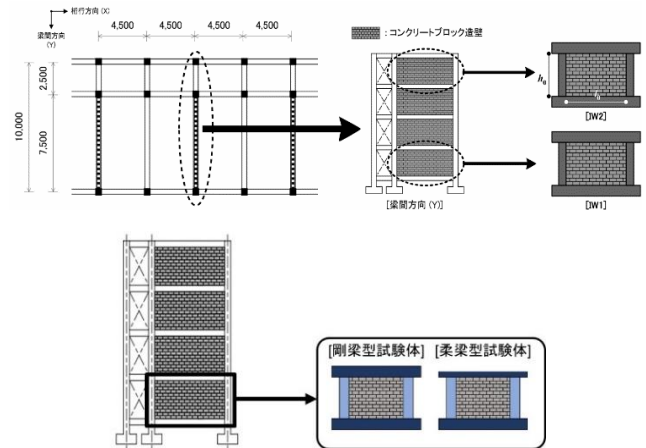


図 1 解析対象建物の詳細 (単位: mm)

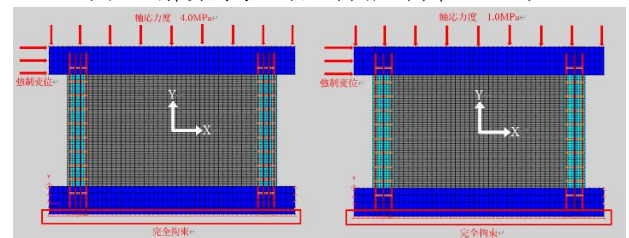


図 2 実大試験体のモデル化 (左: 1 階, 右: 4 階)

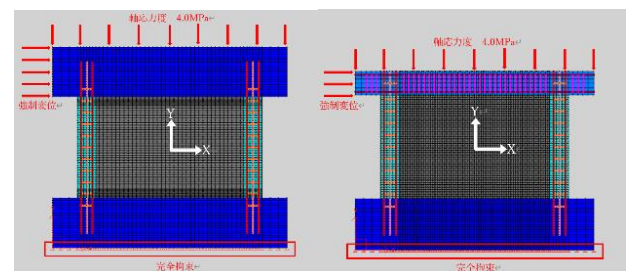


図 3 縮小試験体のモデル化 (左: 剛梁型, 右: 柔梁型)

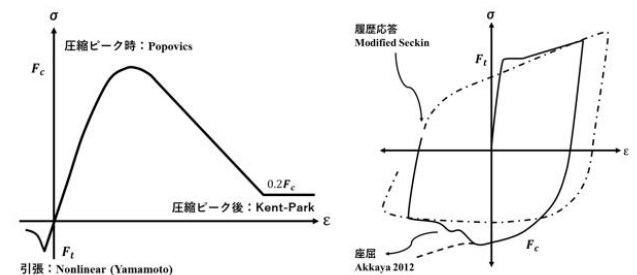


図 4 コンクリート・組積 (左) と鉄筋 (右) 復元力特性

おける組積ユニットの圧縮強度は12.9MPa，引張強度1.29MPaを用いた。

3.2 解析結果

図5に実大1階試験体の実験結果および解析結果を比較して示す。実験結果の負側の耐力が正側の耐力より低くなっているため，解析結果の耐力が相対的に高くなっているが，正側においては初期剛性，ひび割れ点，最大耐力，降伏点ともに実験結果を精度よく再現することができ，実験結果の全体的な荷重－変形関係の整合性の確認をすることができた。

図6に実大4階試験体の実験結果および解析結果を比較して示す。4階試験体の解析結果において，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，全体的な荷重－変形関係をおおむね再現できたと思われる。

図7に縮小剛梁型試験体の実験結果および解析結果を比較して示す。剛梁型試験体において，解析結果は耐力の低下が実験結果より若干早いものの，ひび割れ点および初期剛性，最大耐力は実験値を精度よく再現することができた。

図8に縮小柔梁型試験体の実験結果および解析結果を比較して示す。柔梁型試験体において，解析結果は初期剛性，ひび割れ点，最大耐力を含む全体的な荷重－変形関係を精度よく再現できた。

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目的として，既実施した無補強組積造壁を有する実大および縮小RC架構の実験結果を，有限要素解析を用いて詳細な再現を試みた。その結果，材料モデルや各種パラメータなど今後も検討の余地はあるものの，4体の実大および縮小試験体において初期剛性，ひび割れ点，最大耐力，耐力低下など全体的な荷重－変形関係を概ね再現することができた。

【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
- 2) 晉 沂雄：無補強組積造壁を含むRC造架構の耐震性能評価に関する実験的研究，博士論文，東京大学
- 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

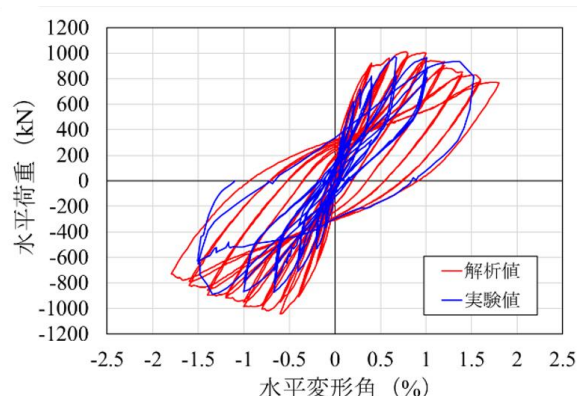


図5 1階試験体の荷重-変形関係

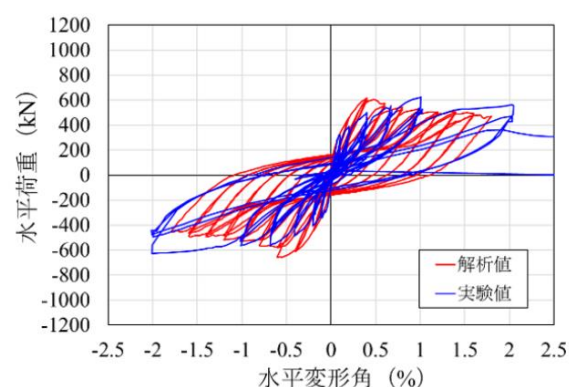


図6 4階試験体の荷重-変形関係

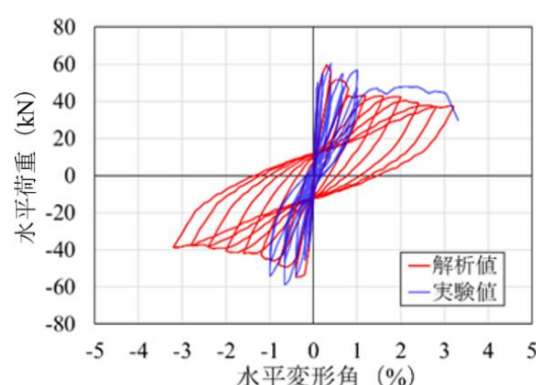


図7 剛梁型試験体の荷重-変形関係

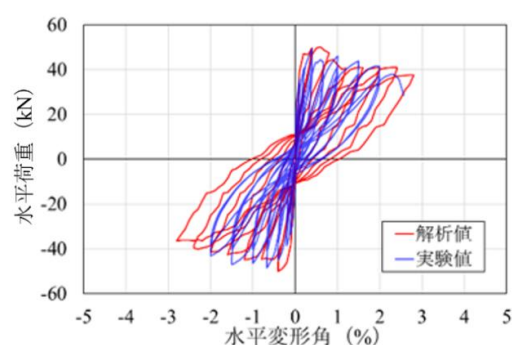


図8 柔梁型試験体の荷重-変形関係

* 静岡理科大学 学部生
 ** 静岡理科大学大学院 大学院生
 *** 静岡理科大学 教授・博士（工学）

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