

1) 構造研究グループ

1) - 1 鉄筋コンクリート造有開口耐力壁の構造性能の評価に関する研究【安全・安心】

Evaluation of Structural Performance of Reinforced Concrete Walls with Openings

(研究開発期間 平成 27~28 年度)

構造研究グループ
Dept. of Structural Engineering

坂下 雅信
SAKASHITA Masanobu

Multi-story structural walls, which are one of the most important seismic components in building structures, often have openings for architectural reasons. Location and size of the openings affect the lateral load carrying capacity and deformation capacity of structural walls. In this study, multi-story wall specimens with openings were modeled as a moment resisting frame, which consists of columns with wing wall, beams with hanging wall and walls with column at one side end, and pushover analysis of them was carried out for simulating their failure mechanism and structural performance. In addition, evaluation method of the amount of opening reinforcement for ensuring assumed failure mechanism was also proposed.

【研究開発の目的及び経過】

耐震要素として広く利用される鉄筋コンクリート造耐力壁には、建築設計上の要求により、開口が設けられることが多い。既往の部材実験や有限要素法による数値解析では、有開口耐力壁の崩壊機構や構造性能は、開口の形状や位置の影響を受けることが確認されているが、実務設計に適用可能な評価法の確立には至っていない。

本研究では、構造設計で一般的に行われる骨組解析において、開口の配置の影響を考慮することを目的とし、有開口耐力壁を袖壁付き柱や垂れ壁付き梁といった壁付きの変断面部材で構成される剛節架構としてモデル化した場合の評価精度の検証や、変形性能の評価精度を向上させるための手法の提案を行った。また、有開口耐力壁では、開口隅角部に生じる斜張力や曲げ応力によって過大な損傷が生じないように、開口補強筋が設けられるが、二次設計で想定する終局状況に対応した開口補強筋量の簡略的な評価法が確立されていない。そこで、崩壊機構を保証するための開口補強筋の設計手法を提案し、その妥当性を検証するために想定建物を対象とした有限要素解析を行った。

【研究開発の内容】

① 開口の配置が有開口壁の構造性能に及ぼす影響の評価

平成 20~24 年度に実施された国土交通省の建築基準整備促進事業で載荷実験が実施された計 9 体

の有開口耐力壁試験体を対象に検討を行った。図 1 にモデル化の一例を示す。今回の検討では、各階の同じ位置に開口が配置される図 1(a)のようなケースだけでなく、各階の開口の位置が異なり、開口間の応力伝達が困難となる図 1(b)のようなケースも対象とした。各部材のせん断パネや曲げパネの復元力特性は、文献 1) に従って定めたが、特にせん断強度式に関しては、いずれの部材でも実験の最大耐力を低めに評価する傾向があるため、計算強度をそのまま用いた場合、実験時の挙動を再現できない。そこで、今回の検討では、挙動の再現に重点を置き、文献 2) に記載された各部材のせん断強度式の評価精度を参照に、計算強度を補正した上で解析を行った。

② 二次設計に対応した開口補強筋の設計法の提案

一次設計で用いられる開口左右や開口上下の付加曲げモーメントに対する必要開口補強筋量の算定式³⁾では、

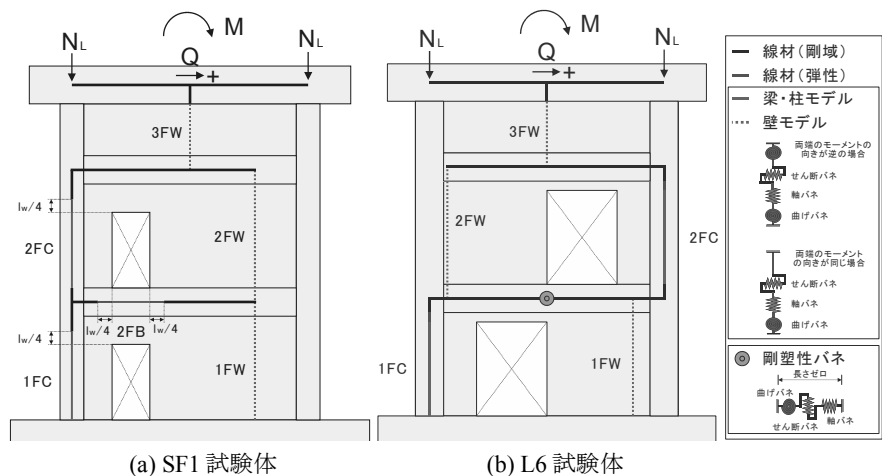


図 1 変断面部材で構成される剛節架構としてのモデル化

設計用せん断力が作用した時に開口補強筋が引張降伏しないように、開口補強筋と壁筋のみで必要な曲げ強度が確保されるようにしている。一方、二次設計では、想定外の崩壊機構が形成されなければ、開口周辺部材が局所的に曲げ降伏しても問題はない。文献 4)では、開口に隣接する壁付きの変断面部材の曲げ終局強度を精算することで崩壊機構の保証を行っているが、壁付きの変断面部材の曲げ終局強度の算定はやや煩雑であり、簡略化された手法が提案されることが望ましい。そこで、本研究では、開口補強筋と壁筋に加え、新たに柱主筋や梁主筋、長期軸力の寄与分が考慮できる評価式を提案し、2階建てと8階建ての想定建物の1構面に対して、二次元有限要素解析を実施した。

【研究開発の結果】

開口の配置が有開口壁の構造性能に及ぼす影響の評価

耐力壁や梁、柱部材を対象に提案された勅使川原らの提案^{5,6)}等を参照し、断面解析の結果を基に、袖壁付き柱や垂れ壁付き梁に取り付いた壁板の曲げ降伏後の曲げ圧壊やせん断破壊を判定した。壁板の破壊が生じた後は、壁板部分を取り除いた柱、梁部材としてモデル化を行い、再度解析を行うことで、図2に示すように、変形の増大に伴い、壁板が徐々に損傷を受け、耐力低下を生じた実験時の挙動が再現できている。また、図1(b)で示した各階の開口の位置が異なる試験体では、作用する軸力の方向によって、せん断や曲げの特性が異なる剛塑性バネを開口間に配置し、図中の1FWや2FWのように、開口によって下階や上階が壁抜けとなり、周辺骨組による壁板

の拘束が弱まる片側柱付き壁に関しては、文献 7)を参考にせん断強度を低減することで、実験時の挙動や最大耐力を概ね推定できることを確認している。

②二次設計に対応した開口補強筋の設計法の提案

開口の大きさや位置、長期軸力の有無や開口補強筋量を解析変数とした30パターンのPushover解析の結果(図3)より、今回提案した手法に基づいて開口補強筋量を決定した場合、概ね想定通りの崩壊機構が形成されることが確認できた。

【参考文献】

- 1) 建築物の構造関係技術基準解説書編集委員会：2015年版建築物の構造関係技術基準解説書、2015
- 2) 向井智久ほか：実験データベースを用いた鉄筋コンクリート部材の構造特性評価式の検証、国立研究開発法人建築研究所 建築研究資料、2015.12
- 3) 日本建築学会：鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説、2010
- 4) 日本建築学会：鉄筋コンクリート構造保有水平耐力計算規準(案)・同解説、2015
- 5) 勅使川原正臣ほか：鉄筋コンクリート造耐震壁のせん断破壊形式と曲げ降伏後のせん断破壊時変形の評価法、日本建築学会構造系論文集 No.657、pp.2037-2043、2010.11
- 6) 勅使川原正臣ほか：RC柱・梁部材の曲げ降伏後のせん断破壊時変形評価、日本建築学会構造系論文集 No.683、pp.157-163、2013.1
- 7) 泉徳秀ほか：ピロティ階直上の耐震壁のせん断耐力、日本建築学会構造系論文集 No.691、pp.1585-1592、2013.9

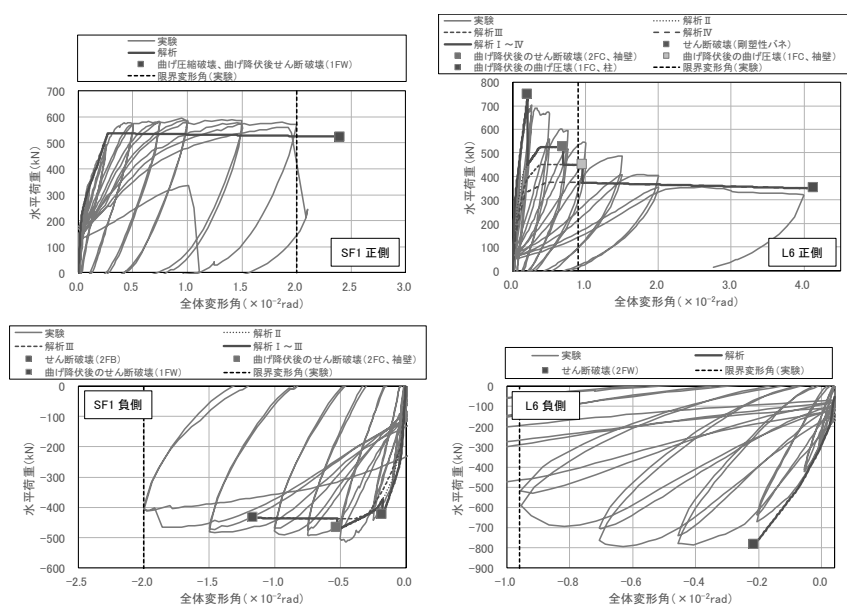


図2 図1の試験体を対象にした骨組解析の結果

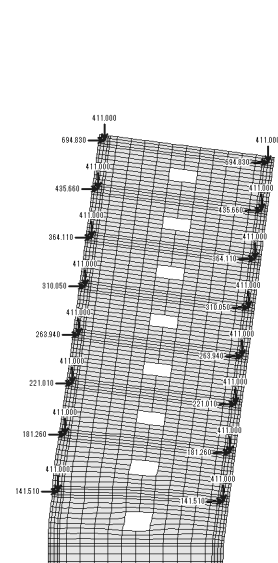


図3 有限要素解析による8階建て架構の崩壊機構の確認