

旧耐震基準で設計されたRC造ピロティ建物の軸破壊順序の算定

(その3)実際に層崩壊したRC造建物の軸破壊順序の算定

Calculation of Axial Failure Sequence for RC Piloti-type Buildings Using Old Seismic Standards

(Part3) Calculation of Axial Failure Sequence of RC Building that Actually Collapsed in Story

○伊豆川瞬也<sup>2</sup>, 井上恵太<sup>1</sup>, 矢幡悠<sup>1</sup>, 田嶋和樹<sup>3</sup>, 長沼一洋<sup>3</sup>

Shunya Izukawa<sup>2</sup>, Keita Inoue<sup>1</sup>, Yu Yahata<sup>1</sup>, Kazuki Tajima<sup>3</sup>, Kazuhiro Nagamuna<sup>3</sup>

Abstract: This study aims to elucidate the mechanism of story collapse of RC buildings using old seismic standard and to develop a reinforcement method to prevent story collapse. Since many cases of story collapse of piloti-type buildings using old seismic standard have been reported in recent major earthquakes, axial failure of columns and axial failure sequence in piloti-type buildings are investigated through numerical analysis.

1. はじめに

その2では、旧耐震基準（以下、旧基準）鉄筋コンクリート（以下、RC）造RC造ピロティ建物に対してプッシュオーバー解析を行い、柱の軸破壊順序の算定方法の構築を行った。その3では、熊本地震で実際に層崩壊した旧基準RC造共同住宅を参考に解析モデルを構築し、解析結果から柱の軸破壊順序の検証と算定を試みる。

2. 旧基準RC造共同住宅の解析モデルの構築

Fig.1に旧基準RC造共同住宅の解析モデルの概要を示す。この建物は2016年の熊本地震で実際に層崩壊した建物である。1層が店舗で2~5層が共同住宅となっており、1層の壁量が少なくピロティ層となっている。この建物を対象に解析モデルを構築し、軸破壊順序を算定を行う。解析の概要は、その2と同様とし断面情報については、熊本地震の被害調査<sup>1)2)</sup>に基づいて決定した。また、詳細が不明な点については白瀬らの調査結果<sup>3)</sup>を参考に作成した。

Fig.2にモデル1とモデル2の概要を示す。モデル2では、Fig.1で示したモデル1からX1, X5構面の1層における載荷方向に直交な耐震壁（以下、直交耐震壁）を取り除いた。

3. 旧基準RC造共同住宅の骨組全体の解析結果

Fig.3にモデル1およびモデル2のベースシア-1層の層間変形角関係を示す。モデル1とモデル2のどちらも1層の柱がせん断破壊し脆性的な破壊挙動を示し、層崩壊に至った。また、直交耐震壁の有無によって最大耐力に大きな違いは見られなかった。一方で、層崩壊時の変形角には大きな差が生まれた。このことから、直交耐震壁は柱の軸破壊や層崩壊に大きな影響を与えることが確認できる。

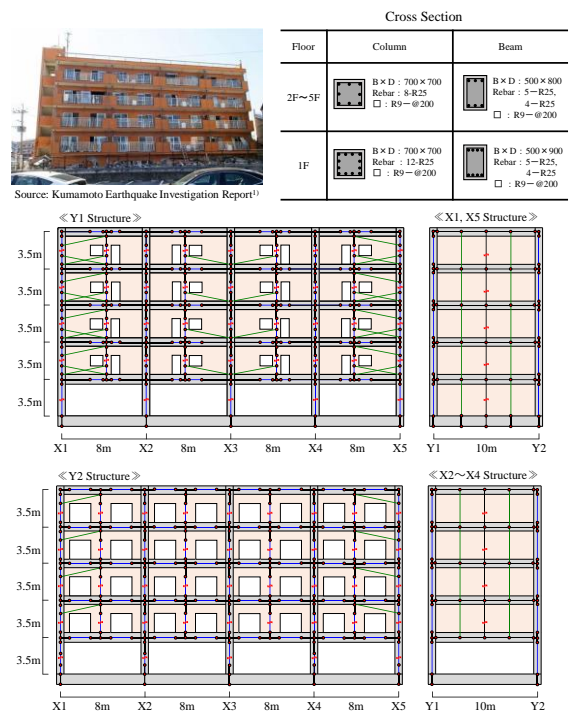


Fig.1 Analytical Model of RC Apartment Building

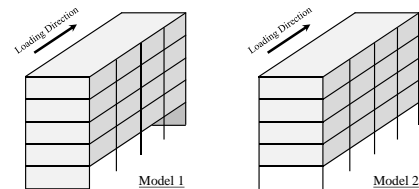


Fig.2 Model 1 and Model 2

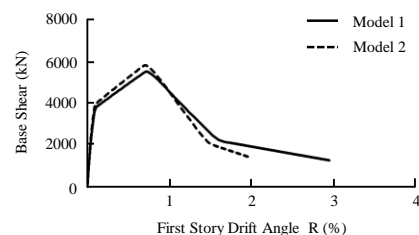


Fig.3 Q-δ Relationships

1 : 日大理工・学部・建築 2 : 日大理工・院(前)・建築 3 : 日大理工・教員・建築

#### 4. モデル1の柱の軸破壊順序の検証

Fig.4 にモデル1の軸破壊順序の算定結果を示す。腰壁が多く配置されているY1構面のX5柱で大きな圧縮の変動軸力を受けることが確認できた。一方で、X1構面における直交耐震壁の縦筋が引張力を負担したことによって、X1柱では引張の変動軸力を受けていないことを確認した。また、Y1構面X2, X4柱も変動軸力を受けていた。これは、梁に取り付く雑壁によって、接続する梁のせん断力に差が生じたことが要因と考えられる。全体として、1層の柱で早期にせん断破壊に至っており、初期軸力が大きかったことから、軸破壊順序は概ね初期軸力が大きい順となった。

Fig.5にモデル1の柱の軸力およびせん断力の解析結果を示す。軸破壊順序はY1, Y2構面ともに算定結果と一致した。一方で、4本目以降に軸破壊した柱は算定結果よりも早期に軸破壊に至った。これは、1~3本目の柱が軸破壊することで、負担していた軸力が残る柱へ再分配されたことが要因と考えられる。

#### 5. モデル2の柱の軸破壊順序の検証

Fig.6にモデル2の軸破壊順序の算定結果を示す。X1, X5構面の1層の直交耐震壁を取り除いた結果、X1, X5構面の柱が大きな変動軸力を受けることを確認した。算定結果における軸破壊順序はモデル1と変わらなかったが、耐震壁が存在しないことで柱の初期軸力が上昇し、各柱は早期に軸破壊に至る結果となった。

Fig.7にモデル2の柱の軸力およびせん断力の解析結果を示す。Y1構面のX1柱とX5柱の軸破壊順序が僅かの差であるが前後した。これは、前述したX5柱が受けた大きな圧縮の変動軸力と再分配軸力の影響であると考えられる。また、モデル1と比較して早期に層崩壊に至った要因として、直交耐震壁による変動軸力の抑制と壁の軸支持能力が存在しないことが大きいと考えられる。

#### 6. まとめ

旧基準RC造共同住宅に対し、柱の軸破壊順序の検証と算定を試みた結果、軸破壊順序を概ね算定することができた。また、層崩壊する建物における直交耐震壁の効果を確認した。

#### 参考文献

- [1] 日本建築学会：2016年熊本地震災害調査報告，2018
- [2] 国土交通省：平成28年熊本地震建築物被害調査報告，2016
- [3] 白瀬陽一，他：耐震診断結果に基づく公営集合住宅建物の地震被害率の予測に関する研究，日本建築学会構造系論文集，Vol.76, No.664, pp.1087-1094, 2011.69

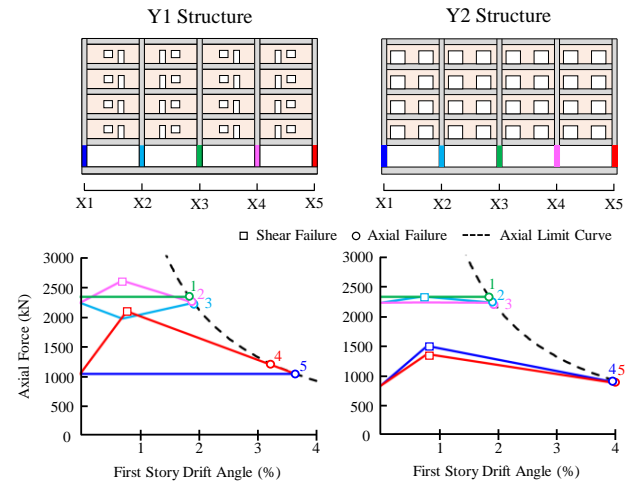


Fig.4 Calculation of Axial Failure Sequence (Model 1)

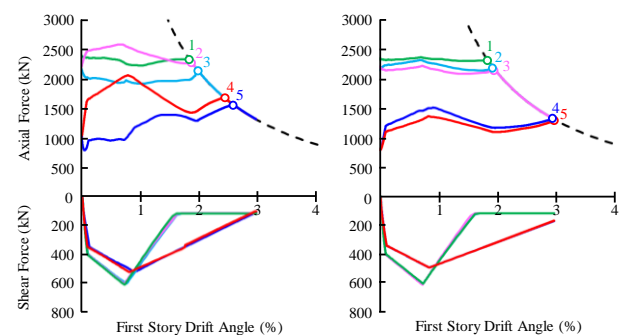


Fig.5 Axial and Shear Forces of Columns (Model 1)

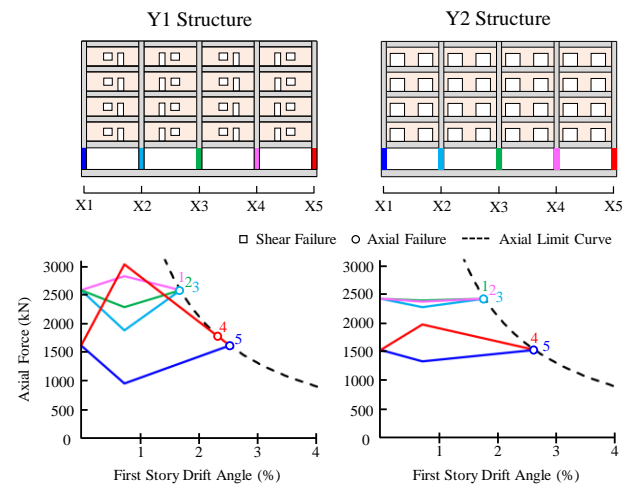


Fig.6 Calculation of Axial Failure Sequence (Model 2)

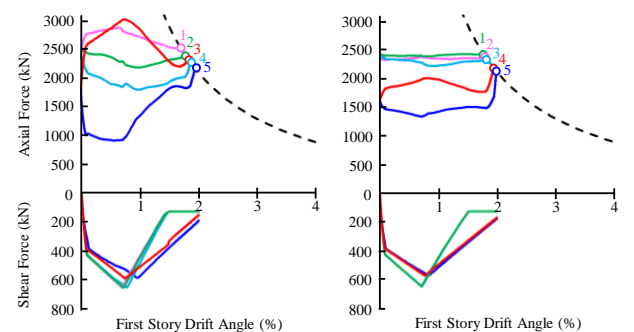


Fig.7 Axial and Shear Forces of Columns (Model 2)