

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2)解析結果および軸破壊順序の算定方法の構築

Calculation of Axial Failure Sequence for RC Piloti-type Buildings Using Old Seismic Standards
(Part2) Analytical Results and Construction of Method for Calculating Axial Failure Sequence

○矢幡悠¹, 伊豆川瞬也², 井上恵太¹, 田嶋和樹³, 長沼一洋³

Yu Yahata¹, Shunya Izukawa², Keita Inoue¹, Kazuki Tajima³, Kazuhiro Nagamuna³

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1では, 1971年以前の旧耐震基準(以下, 旧基準)ピロティ建物を想定した3層および4層の解析モデルを作成した. その2では, 解析結果から柱の軸破壊について検証を行い, 軸破壊順序の算定方法の構築を行う.

2. 解析方法

解析方法は, 層崩壊時の計算負荷による解析の安定性を考慮し, 比較的緩やかな1gal/0.01sの傾きで線形に増加する加速度を入力した. 質点は, 各スラブの重心に集中質量として配置した.

3. 骨組全体の崩壊挙動

Fig.1に3層および4層モデルのベースシア-1層の層間変形角関係を示す. 両者とも1層の柱断面は同じことから最大耐力に大きな違いは見られなかった. 最大耐力時の1層の層間変形角に着目すると, 一般的にRC造建物の安全限界変形角とされる2%以前で両者とも最大耐力に達しており, 脆性的な破壊挙動であることを確認した.

Fig.2に3層および4層モデルの変位図を示す. 最大耐力時の変位図に着目すると, 両者とも1層に変位が集中していることが確認できる. これは, 2, 3層の腰壁による剛性差が要因と考えられる. その後, 1層の柱でせん断破壊すると, さらに1層の変形が大きくなり柱の軸破壊を招いた. 最初に軸破壊した柱は, 3層モデルでは初期軸力が最も大きかった内構面の中柱であったのに対して, 4層モデルでは最も圧縮の変動軸力を受けていた外構面の隅柱となった. その結果, 層崩壊時には, 3層モデルは1層全体が潰れる挙動を示したのに対して, 4層モデルでは右側の柱が大きく潰れる挙動を示した.

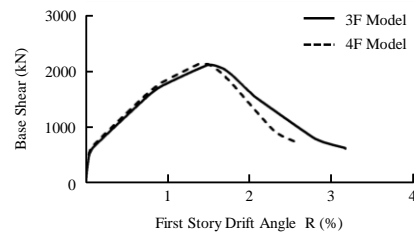


Fig.1 Q-δ Relationships

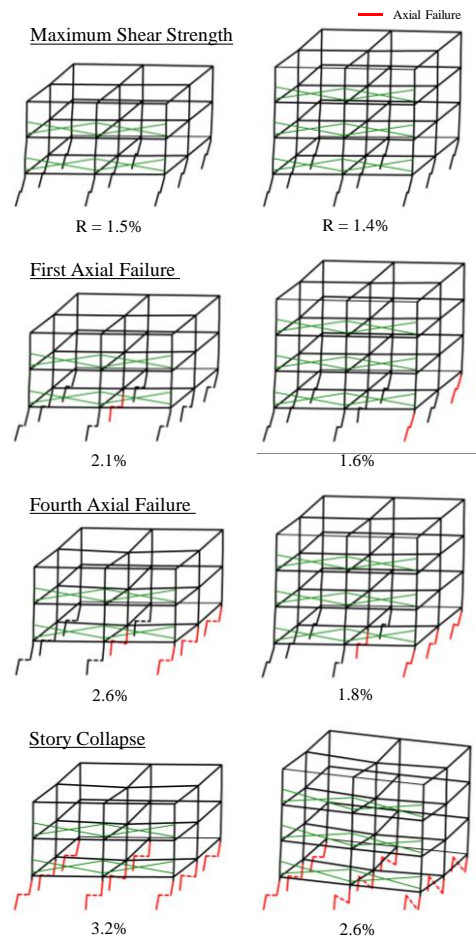


Fig.2 Displacement

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. 柱の軸破壊順序の検証

Fig.3に3層モデルにおける柱の軸力およびせん断力の解析結果を示す。建物の最大耐力時と各柱の軸破壊した点を①～⑦で示す。最大耐力時(①)までは、X3構面で圧縮、X1構面で引張の変動軸力を受けていた。また、Y2構面と比較して腰壁によって剛性が高いY1、Y3構面の方が大きな変動軸力を受けていることを確認した。最大耐力以降は、柱のせん断破壊によって柱頭柱脚にかかる曲げモーメントが減少し、梁にかかるせん断力が減少したことから変動軸力は減少していった。層間変形角2.1%付近(②)で初期軸力が大きかった Y_2X_2 柱が修正軸限界状態曲線に達して、最初の軸破壊となった。層間変形角2.5%付近(③)では、圧縮の変動軸力を受けていた Y_2X_3 柱が Y_2X_2 柱から再分配された軸力によって軸破壊に至った。層間変形角2.7%付近(④、⑤)では、同じく圧縮の変動軸力を受けていた Y_1X_3 柱と軸力が再分配された Y_1X_2 柱が軸破壊に至り、層間変形角3.0%付近(⑥、⑦)では、残る引張の変動軸力を受けていた Y_2X_1 柱と Y_1X_1 柱も軸破壊に至り、層崩壊となった。

Fig.4に4層モデルにおける柱の軸力およびせん断力の解析結果を示す。3層モデルと比較して最大耐力時(①)に大きな変動軸力を受けており、その結果 Y_1X_3 柱が最初に軸破壊に至った(②)。その後、層間変形角1.7%付近(③、④)で初期軸力が大きい Y_2X_2 柱と同じく圧縮の変動軸力を受けていた Y_2X_3 柱が再分配された軸力によって軸破壊した。最後は、層間変形角2.5%付近(⑤、⑥)で残る柱が軸破壊した。以上のことから、柱の軸破壊順序には初期軸力と変動軸力が大きく関わっていることが確認できた。また、柱の軸支持能力は水平変形によって大きく変動するため、5章では水平変形と変動軸力に着目して軸破壊順序の算定方法の構築を行う。

5. 軸破壊順序の算定方法の構築

Fig.5に軸破壊順序の算定方法および対象建物の算定結果を示す。変動軸力を受けない柱に対しては、初期軸力と修正軸限界状態曲線によって軸破壊点を算出する。変動軸力を受ける柱に対しては、静的解析によって求めたせん断破壊点と初期軸力による軸破壊点を結び、修正軸限界状態曲線との交点を軸破壊点とした。

6. まとめ

その1で作成した解析モデルに対して、プッシュオーバー解析を行い、柱の軸破壊順序について検証を行った。その結果、柱の軸破壊順序には初期軸力と変動軸力が大きく影響することが確認できた。その3では、

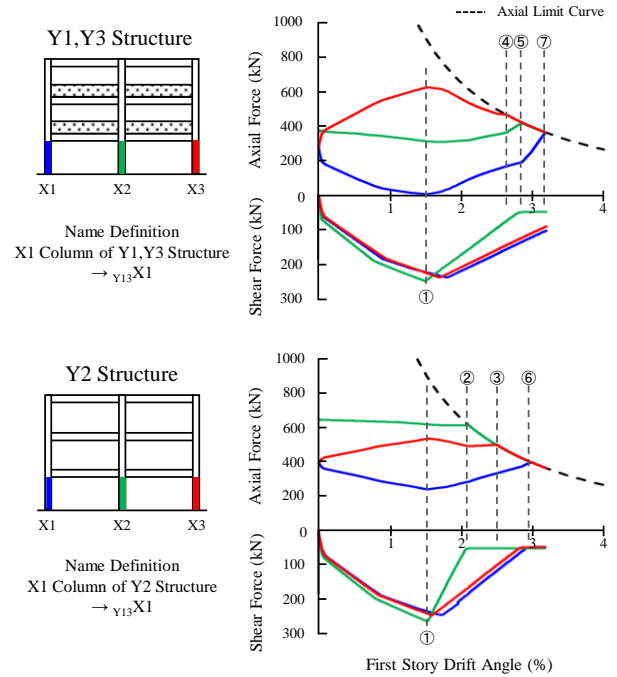


Fig.3 Axial and Shear Forces of Columns (3F Model)

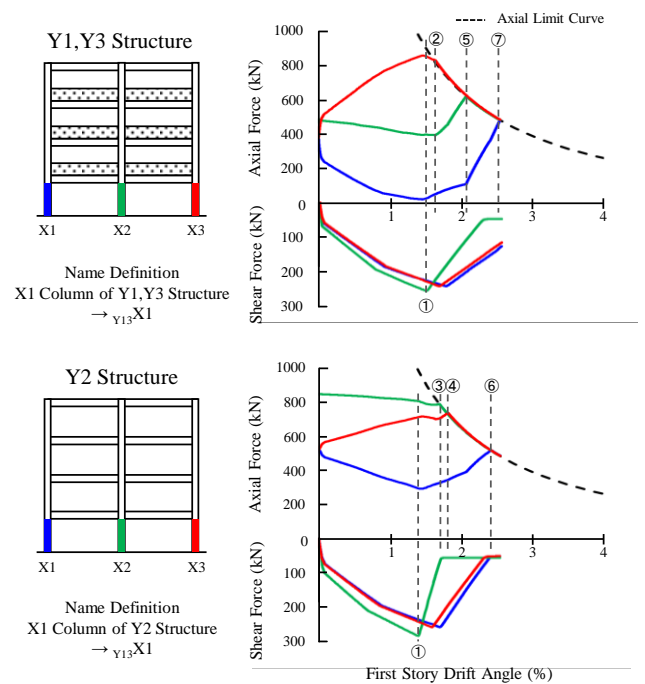


Fig.4 Axial and Shear Forces of Columns (4F Model)

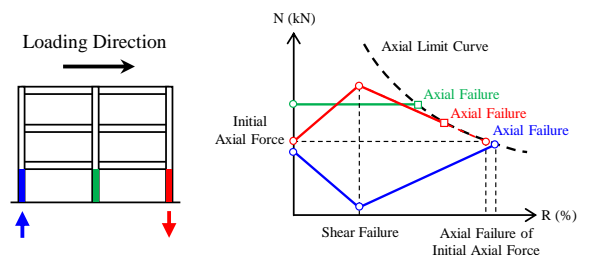


Fig.5 Calculation of Axial Failure Sequence

構築した軸破壊順序の算定方法を用いて、実際に層崩壊した旧基準RC造共同住宅を対象に軸破壊順序の算定を行う。