

B-3

旧耐震基準で設計された低層 RC 造建物に対する復元力特性の構築

Development of Restoring Force Characteristics on Low-Rise R/C Buildings Using Old Seismic Standard

○今関慶¹, 田嶋和樹², 長沼一洋²

Kei Imazeki¹, Kazuki Tajima², Kazuhiro Naganuma²

Abstract: This study aims to development the restoring force characteristics applicable to low-rise R/C buildings using old seismic standard in order to establish damage spectrum. In the current damage spectrum, Buildings using current seismic standard are considered, and buildings using old seismic standard are unclear. Then, this paper, a fiber model of R/C buildings was constructed and the restoring force were determined. As a result, the restoring force characteristics was shown to be more brittle than the current seismic standard.

1. はじめに

筆者らは、損傷スペクトルを用いた鉄筋コンクリート(以下、RC)造建物の地震損傷評価手法の開発を進めている。Table. 1 に筆者らの地震損傷評価手法の適用範囲を示す。既往の研究¹⁾において、新耐震基準で設計された低・中層 RC 造建物について検討しており、旧耐震基準で設計された RC 造建物(以下、旧基準 RC 造建物)や耐震補強された RC 造建物については検討中である。本報では、Table.1 のうち旧耐震基準で設計された低・中層 RC 造建物に着目し、典型的な旧基準 RC 造建物の仮想 RC 造骨組モデルを構築して、損傷スペクトルに適用可能な復元力特性の構築を試みる。

2. 低層 RC 造建物の概要

2. 1 低層 RC 造集合住宅の概要

耐震診断に関する既往の研究事例²⁾を参考にし、1971年以前に設計された(以下、I期)典型的な RC 造集合住宅を構築した。平面形状は、梁間方向が 9.72m×1 スパン、桁行方向が 6.42m×10 スパンである(Fig.1)。立面は、前構面では袖壁付き柱、方立壁が設置されており(Fig.2(a))、後構面では開口付き雑壁が取り付けられている(Fig.2(b))。

Table.2 に断面図を示す。なお、耐震壁、雑壁の断面図およびコンクリート、鉄筋の設計基準強度は、典型的な RC 造校舎を参考にしたため、詳細は文献[3]を参照されたい。

2. 2 骨組モデルの概要

2.1 節で構築した RC 造集合住宅の仮想骨組モデルを Fig.3 に示す。解析には数値解析コード Opensees を用いた。柱はファイバー要素、梁は BeamWithHinges 要素を用いており、基礎及び柱梁接合部は剛域、スラブは剛床仮定とした。柱の丸鋼主筋の抜け出しを考慮するため、要素端部には接合部サブ要素を付与した。せん断挙動再現のため、柱要素にはせん断サブ要素を付与した。Fig.4 に材料の応力-ひずみ関係、Fig.5 にサブ要素の復元力特性を示す。コンクリートの圧縮側は Kent-Park モデル

Table.1 Range of Damage Spectrum

Standard \ Buildings	Low/Middle-Rise	High-Rise
Current Seismic	Completed	Under Consideration
Old Seismic	Study	Under Consideration
Old Seismic (Retrofit)	Under Consideration	Under Consideration

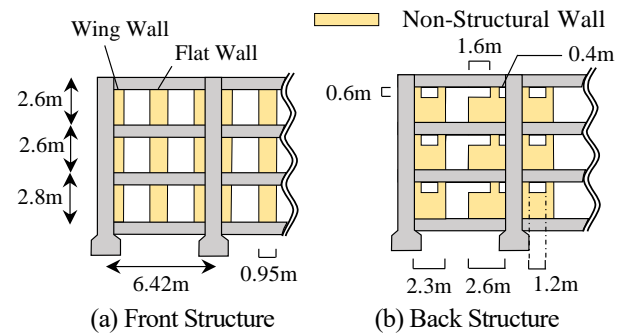
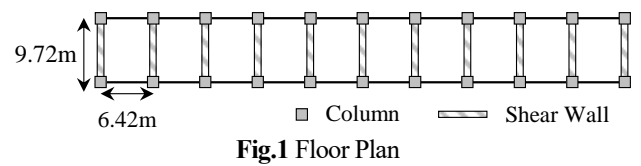








Fig.2 Elevation

Table.2 Cross Section

	Column	Beam
3F	 b × D : 600 × 350 [mm] Rebar : 6-19Φ 2-16Φ □ : 9Φ-@250	 b × D : 350 × 800 [mm] Rebar : 7-22Φ 3-22Φ □ : 9Φ-@250
2F	 b × D : 600 × 500 [mm] Rebar : 6-19Φ 2-16Φ □ : 9Φ-@250	 b × D : 350 × 850 [mm] Rebar : 8-22Φ 4-22Φ □ : 9Φ-@250
1F	 b × D : 600 × 500 [mm] Rebar : 14-22Φ □ : 9Φ-@250	 b × D : 400 × 850 [mm] Rebar : 7-25Φ 4-25Φ □ : 9Φ-@250

を採用し、鉄筋は Bi-Linear 型とした。

1 : 日大理工・院(前)・建築 2 : 日大理工・教員・建築

3. 静的単調載荷解析

2.2 節で構築した仮想骨組モデルの静的単調載荷結果を基に復元力特性を構築するため、静的単調載荷解析を行う。ここで、外力分布はAi分布とした。

Fig.6に静的単調載荷結果を示す。また、図中には耐震診断(二次診断)結果も併せて示す。1層は、耐震診断に基づく層の靱性指標F値=1.0到達時に袖壁圧壊が生じ、急激な耐力低下が確認された。最大耐力は、全層で静的単調載荷結果と比較して耐震診断結果を上回った。これは、層レベルの評価と骨組全体の評価方法が異なることなどが原因として考えられる。

4. 復元力特性の構築

Fig.7に復元力特性の構築方法を示す。損傷スペクトルに適用する復元力特性はTri-Linear型であるため、Tri-Linear型モデルを構築する。初期剛性は仮想骨組モデルの1次固有周期から逆算した剛性とする。最大耐力は仮想骨組モデルの最大耐力とし、ひび割れ耐力は最大耐力の1/3とする。二次勾配は静的単調載荷結果とエネルギー等価になるよう設定した。ここで、静的単調載荷は文献[3]を参考にし、I期建物が対象であるため、1層F値=1.0到達時まで載荷した。最後に、損傷スペクトルに用いる復元力特性として、有効質量の概念を適用した³⁾。

Fig.8に復元力特性を示す。損傷スペクトルは設定した降伏点と崩壊点の比率(以下、終局塑性率)から復元力特性の終局点を算定している。現在の損傷スペクトルにおける終局塑性率は2.97~6.06であるため、本報で提案する復元力特性の終局塑性率は2.53と小さくなった。これは、I期建物はせん断破壊が生じる傾向にあるため、脆的な挙動を示すI期建物の傾向を捉えた結果となった。

5. まとめ

I期建物における典型的な集合住宅を構築し、静的単調載荷解析から復元力特性を算定した。今後、本報で提案する復元力特性の妥当性を確認する必要がある。謝辞

本研究は JSPS 科学研究費補助金 (基盤研究 (C) 20K04778) の助成を受けて行われたものである。

参考文献

- [1] 市川大真, 田嶋和樹, 長沼一洋: 繰り返し載荷履歴の影響を考慮したRC造建物の地震損傷評価, コンクリート工学年次論文集, Vol.40, No.2, pp.763-768, 2018
- [2] 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, Vol76, No.664, pp.1087-1094, 2011.6
- [3] 今関慶, 田嶋和樹, 長沼一洋: 旧耐震基準で設計された低層RC造建物における終局塑性率の算定, コンクリート工学年次論文集, Vol.44, No.2, pp.1051-1056, 2022

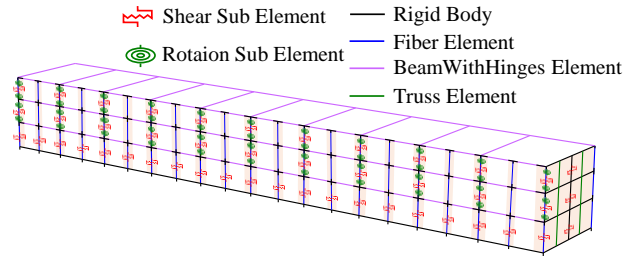


Fig.3 Modeling of Structure Using Fiber Elements

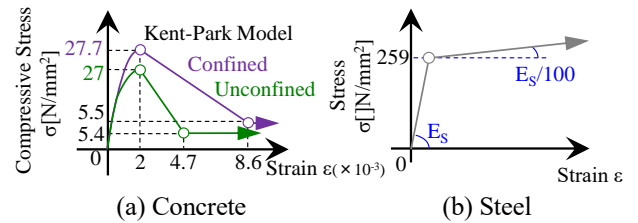


Fig.4 Stress-Strain Relationships

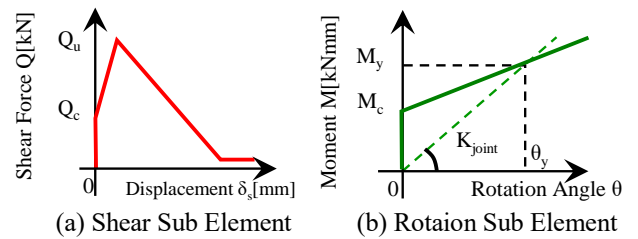


Fig.5 Restoring Characteristics of Sub-Elements

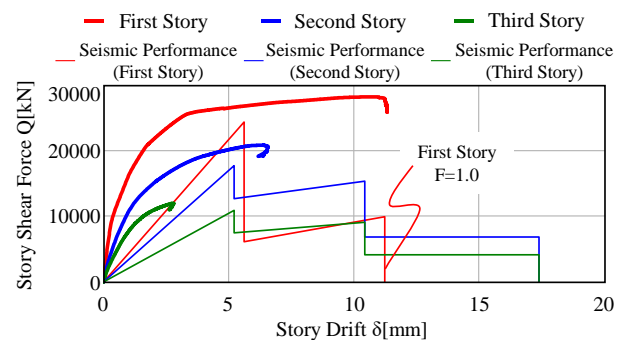


Fig.6 Pushover Analysis Results and Seismic Performance

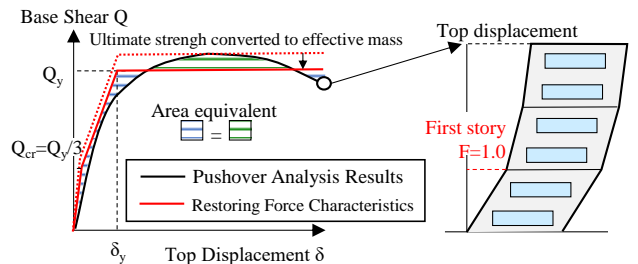


Fig.7 Tri-Linear Model

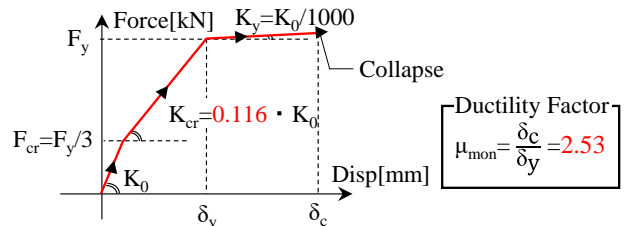


Fig.8 Restoring Force Characteristics