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 (その1)旧耐震基準で設計された低層 RC 造建物の概要 Calculation of Ductility Factor in a Low-Rise R/C Building Using Old Seismic Regulation (Part1) Overview of a Low-Rise R/C Building Using Old Seismic Regulation

○伊豆川瞬也¹, 今関慶², 田嶋和樹³, 長沼一洋³ Shunya Izukawa¹, Kei Imazeki², Kazuki Tajima³, Kazuhiro Nagamuna³

Abstract: This study aims to calculate the ductility factor applicable to a low-rise R/C building using old seismic regulation in order to establish damage spectrum. In the current damage spectrum, the ductility factor μ =2.97 is proposed based on the structural characteristic factor, but it is not clear whether it can be applied to a low-rise R/C building using old seismic regulation. Therefore, in Part 1, basic behavior of a low-rise R/C building using old seismic regulation is evaluated through FEM and frame analysis.

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.損傷スペクトルとは,建物を等価1質点系モデルに置き換え地震応答解析を行い,応答結果を用いて算出した弾性1次固有周期T(sec)と損傷指標DIの関係を表したものである.表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(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,表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,損傷スペクトルに適用可能な終局塑性率の算定を試みる.

2. 代表的な旧耐震基準 RC 造建物の構築

旧基準 RC 造建物の代表例として,耐震診断に関する既往の研究事例²⁾を参考にし,典型的な RC 造校舎を 構築した.平面形状は,梁間方向が 10m×1 スパン,桁 行方向が 9.0m×7 スパンであり,1 スパンごとに梁間方 向に耐震壁が設置されている(Fig.1(a)).立面は,前構面 にある腰壁の高さが 0.8m であり(Fig.1(b)),後構面には 柱高さが 1.4m となるように腰壁と垂れ壁を取り付け た(Fig.1(c)).

3. 数値解析手法の検討

前章で構築した旧基準 RC 造建物は仮想骨組である ため,FEM 解析結果とファイバーモデルを用いた骨組 解析結果の比較を通じて,数値解析手法について検討 する.ここでは,主筋に丸鋼が用いられている点に着 目し,骨組の基本的な挙動を評価するため,仮想骨組 の1層1×1スパンを抽出して検討を行う.

Table1 Range of Damage Spectrum

Buildings Regulation	Low/Middle-Rise	High-Rise
Current Seismic	Completed	Under Consideration
Old Seismic	Study	Under Consideration
Old Seismic (Reinforced)	Under Consideration	Under Consideration







3.1 FE モデルの概要

Fig.2(a)にFEモデルの概要を示す.FEモデルでは, コンクリートは六面体要素,主筋およびせん断補強筋 はトラス要素,スラブ筋は埋込鉄筋でモデル化した. また,主筋の付着滑り挙動を考慮するため,コンクリ ートー主筋間に4節点接合要素を設けた.Fig.3に材料 構成則を示す.コンクリートの圧縮側はKent-Parkモデ ルを採用した.引張側は,上昇域は引張強度までを線 形弾性とし,下降域は出雲らのモデルで C=1.0を採用 した.鉄筋は bi-linear 型とし,降伏後の二次勾配は初 期剛性の1/1000 とした.付着応力度(て)-すべり量(S)関 係は tri-linear 型とし,最大付着応力度は八十島式,そ の後の挙動は中村式を採用した.

3.2 骨組解析モデルの概要

解析には数値解析コード Opensees を用いた. 骨組モ デルでは,柱はファイバー要素,梁はファイバー要素 と弾性体から構成される BeamWithHinges 要素,基礎及 び柱梁接合部は剛体要素とし,スラブは剛床仮定とし た.また,主筋の付着滑り挙動を表現するため,柱脚 に接合部サブ要素を挿入した. Fig.4 に構成則を示す. コンクリートの圧縮側には Kent-Park モデルを適用し, 拘束効果を考慮した.鉄筋は bi-linear 型とし,降伏後 の二次勾配は初期剛性の 1/1000 とした.接合部サブ要 素には bi-linear 型の復元力特性を用いた.

3.3 FEM 解析と骨組解析の比較

Fig.5 に FE モデルと骨組解析モデルを用いたプッシュオーバー解析結果の比較を示す.FEM 解析結果と比べ、骨組解析結果は剛性が低く、緩やかな耐力上昇が確認できる.これは、骨組解析モデルに付与した接合部サブ要素の影響により、主筋の付着滑りに伴う主筋の抜け出し挙動が生じているためである.一方、Fig.6 に両者ともコンクリートー主筋間を完全付着とした場合の解析結果を示す.Fig.5 と比べ、両モデルの層せん断カー層間変形関係が良好に対応しており、ひび割れや塑性ヒンジの発生点も概ね対応している.また、付着すべり挙動のモデル化の影響は、FE モデルにおいては小さく、骨組解析において大きいことが確認できる。本検討で検討対象とする仮想骨組は丸鋼を用いていることから、主筋の付着滑り挙動が骨組に及ぼす影響について、今後より詳細な検討が必要である.

4. まとめ

本報(その1)では、代表的な旧基準RC造建物を構築 し、1層1×1スパン骨組を用いて数値解析手法につい て検討した.その結果、付着すべり挙動のモデル化に よって解析結果に違いが生じることを確認した。次報



Fig.6 Q-δ Relationships(Complete Adhered Frame Model) (その 2)では、旧基準 RC 造建物全体をモデル化し、プ ッシュオーバー解析結果に基づいて終局塑性率の算定 を試みる.

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,竹生修治,平松悠,福和伸夫,宮腰淳一:耐震診断結果に基づく低層鉄筋コンクリート造学校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,pp.63-71,2006.9