

繰り返し荷重を受けるSRC部材の 履歴復元力特性に関する解析的研究

東北大学 学生員 ○天内 大聖
東北大学 学生員 林 寛之
東北大学 正会員 鈴木 基行

1. まえがき

SRC構造は鋼材とコンクリートの両者の利点を有しており、耐震設計上も高強度・高靱性の設計が可能と考えられる。しかし、SRC構造の非線形域の挙動については、必ずしも十分に明らかにされていない。そこで本研究では、単調載荷および繰り返し載荷を受けるSRC部材の既往の実験結果をもとに、主にコンクリートの材料特性に着目して、汎用FEM解析プログラムMARCを用いることでSRC構造の非線形域における挙動の再現を試みた。

2. 実験概要および解析条件

(1) 実験概要

仲ら¹⁾の行った実験供試体の諸元を図-1に示した。本研究では図-1と同一諸元をもつ供試体に対して、導入軸力490(kN)と980(kN)、また載荷方法を単調載荷および繰り返し載荷とした計4体の実験結果を取り上げた。繰り返し載荷の方法は、回転角(=変位/スパン)を±1.0%から±0.5%ずつ増加させていた。

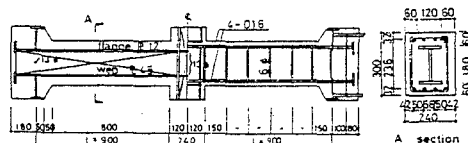


図-1 実験供試体

(2) 解析条件

対称性を考慮し、図-2のような有限要素メッシュに分割した。解析パラメータは載荷点の変位量とし、強制的に変位を与えて反力を測定した。材料定数等は材料試験結果を参照し、鋼材の応力-ひずみ関係は完全弾塑性型とした。またコンクリートの応力-ひずみ関係は、図-3に示す3つのモデルを仮定した²⁾。

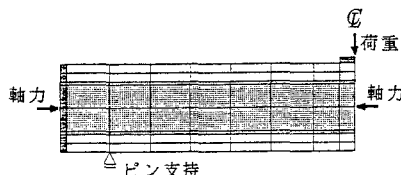


図-2 解析モデル

- 仮定I: 最大応力に達した後、ひずみの増加に関わらず最大応力を維持するモデル
- 仮定II: 圧壊ひずみ($\epsilon_u = 0.3\%$)に達した後、直線的に応力が零まで低下するモデル
- 仮定III: 圧壊ひずみ($\epsilon_u = 0.3\%$)に達した後、応力零とするモデル

なお、繰り返し荷重下では、3つのモデルともに初期剛性で応力が除荷されると仮定した。また、材料の降伏条件はVon Misesの条件で与え、コンクリートと鋼材間の付着は完全と仮定した。

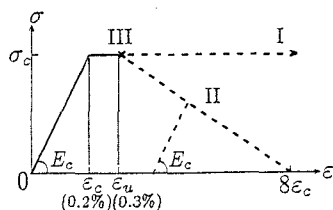


図-3 コンクリートの応力-ひずみ関係

3. 解析結果

(1) 単調載荷解析の結果

図-4に軸力490(kN)で単調載荷したときの荷重-回転角関係の実験結果と、コンクリートの応力-ひずみ関係を変えた3つのモデルの解析結果を示した。

仮定Iでは、最大荷重が実験値に対して約20%以上大きい値を示し、仮定IIIでは、最大荷重に達する前

に解析が終了した。これに対して仮定Ⅱは、最大荷重および部材の終局変位がともに実験値とよく一致している。また、軸力を980(kN)とした解析でも同様の結果を得た。

なお、仮定Ⅱの解析値と実験値のそれぞれの最大荷重付近に着目すると、実験ではコンクリートの曲げひびわれ発生後、引張鉄筋、引張フランジが降伏して徐々に全体の剛性が低下したが、仮定Ⅱでは実験値に比較して剛性の低下が少ない。これは、鋼材による拘束効果を考慮した仮定Ⅱのコンクリートの応力-ひずみ関係を圧縮線付近のコンクリートにも与えていることが原因と考えられる。

(2) 繰り返し載荷解析の結果

図-5および図-6に繰り返し載荷したときの実験より得られた履歴ループと、コンクリートの応力-ひずみ関係として仮定Ⅱのモデルを用いたときの解析結果を示した。

解析値と実験値の比較から、それぞれの終局時の変位がほぼ等しいことが分かる。しかし、単調載荷解析では実験の荷重-変位関係をよく再現することができたが、同じ解析モデルを用いた繰り返し載荷解析では、最大荷重や耐力低下をうまく表現できていない。これは、i) 仮定したコンクリートの応力-ひずみ関係に繰り返し載荷による劣化特性を考慮していない、ii) 鋼材の応力-ひずみ関係に座屈の影響を考慮していない、iii) 繰り返し荷重を受けることによるコンクリートと鋼材間の付着力の低下を考慮していない、などが原因と考えられる。

4. まとめ

単調載荷および繰り返し載荷を受けるSRC構造の非線形域の挙動を解析的に検討し、既往の実験結果の再現を試みた。その結果、単調載荷解析では仮定Ⅱのように適当な応力-ひずみ関係を設定することにより十分に実験結果を再現できた。しかしながら、繰り返し載荷解析では、実験時に観察される鋼材の座屈などを解析モデルに取り入れていないために実験結果を十分に再現することはできなかった。

今後本研究で得られた知見をもとに、解析モデルを改良し、SRC構造の動的耐力や変形性能を検討していく予定である。

参考文献

- 1) 仲威雄・海野三蔵・森田耕次・立花正彦：鉄骨鉄筋コンクリート柱の耐力と履歴特性に関する実験的研究，日本建築学会論文報告集第. 232号，pp. 89～99，1975. 6
- 2) 山田稔・河村廣・谷明勲・張富明：曲げせん断を受ける合成部材(RC・SRC)の崩壊モードの分類並びにその境界に関する研究，日本建築学会構造系論文報告集，第426号，pp. 25～35，1991. 8

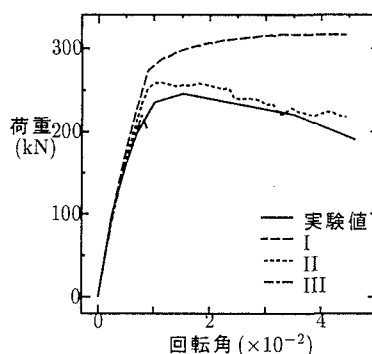


図-4 荷重-変位関係(軸力=490kN)

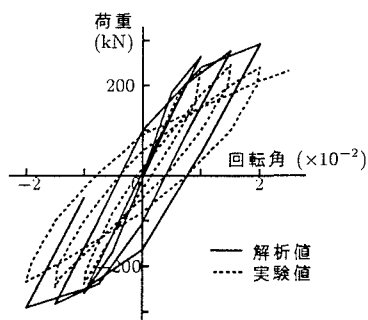


図-5 履歴ループ(軸力=490kN)

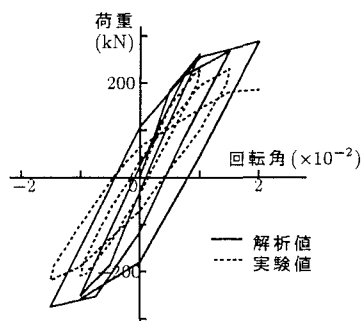


図-6 履歴ループ(軸力=980kN)