

鉄骨鉄筋コンクリート柱の力学的特性に関する基礎的研究

東北大学 学生員 林寛之
 東北大学 学生員 井林康
 東北大学 正会員 鈴木基行

1. はじめに

鉄骨をRC断面に埋め込んだ鉄骨鉄筋コンクリート(SRC)構造は古くから建築構造物に多く取り入れられてきた。しかしながら、土木分野でSRC構造の研究例は少なく、その力学的特性が十分把握されているとは言えない。このような背景から、本研究ではSRC構造の力学的特性の把握を目的として弾塑性FEM解析を行い、鉄骨とRCを組み合わせることによる効果、鉄骨とコンクリートの付着の有無による曲げ圧縮耐力への影響について検討し、さらに現設計法の妥当性について検討した。

2. SRC柱の解析方法

(1) SRC柱の力学的特性

SRC部材は鉄骨とコンクリートの付着が弱く、終局状態付近では鉄骨とコンクリートの付着が切れ、両者は別々に外力に抵抗すると考えられている。付着が切れた状態を考えると、剥離に対する抵抗性は帯鉄筋などによって得られるが、すべりに対する抵抗性はほとんど得られない。つまり、鉄骨とコンクリート境界面で互いの応力の伝達は、境界面に垂直な方向にしか行われず、境界面に働くせん断応力は伝達しない。このような複雑な力学的特性を持つSRC柱の解析には、解析対象をモデル化する時点での慎重な検討が必要となってくる。

(2) 解析モデルの検討

以上のことから、まず解析を行う準備段階として3つのモデルを作成し、より実挙動に近いモデルがどのようなものかについて検討した。解析モデルを図-1に示す。解析モデルは伸ら¹⁾の軸力を作用させた単純支持梁実験の供試体の1/2モデルである。解析パラメータはA面の下方の変位量である。3つのモデルは合成型モデル、接触分離型モデル、完全分離型モデルと名付け、B区間のみで鉄骨とコンクリートのそれぞれの境界面に異なった構成則を与えている。合成型モデルは境界面が完全に一体化し全方向の応力の伝達がある。接触

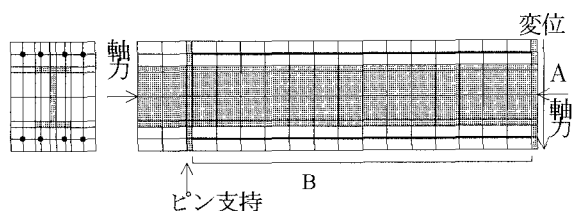


図-1 解析モデル図

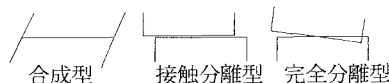


図-2 鉄骨-コンクリート境界面での要素の変形

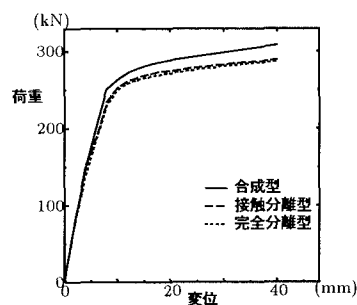


図-3 各解析法による荷重-変位関係

分離型モデルは境界面同士が接触した場合のみ、境界面に垂直方向の応力の伝達がある。これは実挙動に最も近いと思われるが、解析時間が膨大になる。完全分離型モデルは境界面でいっさい応力の伝達がない。各解析モデルの鉄骨とコンクリート境界での要素の変形の模式図を図-2に示す。解析結果の一例を図-3に示す。この図を見ると接触分離型と完全分離型の違いはほとんど見受けられない。このことから、完全分離型は接触分離型に比べ実用的には遜色のない解析が出来ると思われる。

以上の結果から、解析は合成型モデル、完全分離型モデルについて行う。また、応力伝達の全くないモデルとして鉄骨のみとRCのみのモデルでも解析を行い、その和を求める。材料特性を図-4、図-5に示す。コン

Key Words: 鉄骨鉄筋コンクリート柱, FEM解析, 曲げ圧縮耐力, 分担率, 累加強度

〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 東北大学工学部土木工学科構造設計学研究室 TEL022(217)7449

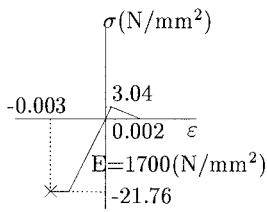


図-4 コンクリートの材料特性

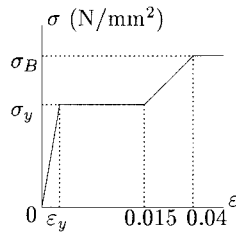


図-5 鋼材の材料特性

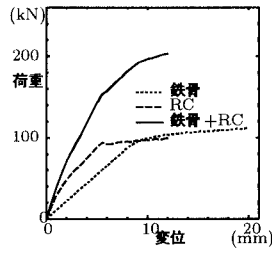


図-7 鉄骨とRCの荷重変位曲線 (N=0kN)

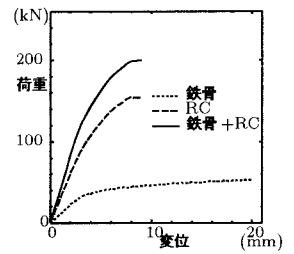


図-8 鉄骨とRCの荷重変位曲線 (N=1470kN)

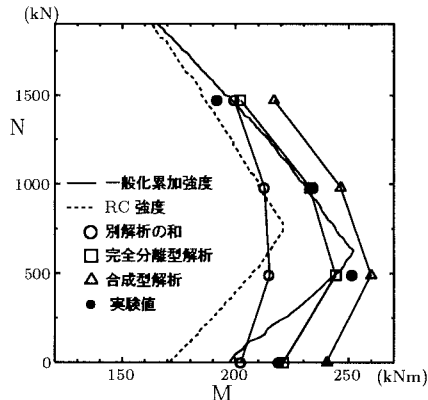


図-6 N-M 耐力曲線

クリートの×印は圧壊点でここで解析は終了する。

3. 解析結果及びその考察

(1) 合成の影響

各解析と実験値、及び建築分野で主に使われている一般化累加強度²⁾、鉄骨を鉄筋に換算してRCとして計算するRC強度のN-M耐力相関図を図-6に示す。3つの解析値を比べると分離型解析値は実験値と比較的良好な対応を示している。このことは分離型モデルが実際のSRC柱に近いモデルであることを示している。合成型と完全分離型を比べることで付着の有無による違いを見ることが出来る。図を見るとどの作用軸力においても、合成型の方が曲げ耐力は大きくなっている。よって、鉄骨とコンクリートの付着が完全である方がSRCとしての耐力は上昇する。

(2) 軸力の分担率の影響

完全分離型と別解析の和を比べることで軸力の分担率の影響を見ることが出来る。完全分離型は部材端を通して作用軸力が鉄骨部分とRC部分に分配される。

図-7、図-8は鉄骨モデルとRCモデルの作用軸力が0(kN)、1470(kN)の時の荷重-変位曲線である。ここではSRCとしての作用軸力をそれぞれの純圧縮耐力の比

に応じて作用させたが、この図から判るように、鉄骨とRCは作用軸力がその耐力に大きな影響を与えている。つまり、鉄骨部分とRC部分の軸力の分担率が、SRC柱としての耐力に大きく影響すると思われる。

(3) 現設計法の評価

累加強度は鉄骨とRCが別々に挙動するとしたことで、一体化していることが前提のRC強度よりも大きな値となる。しかし、解析では別々に挙動するモデルの方が曲げ耐力は小さくなった。ここに累加強度の矛盾が存在するのだが図-6を見ても判るように一般化累加強度は実験値ともよく対応し、さらに建築分野ではその妥当性が認められているので、これが断面寸法や作用軸力が建築構造物と異なる土木構造物に適用した場合にもその妥当性が検証できるかは今後の検討課題である。

4. 結論

本研究では、SRC柱の力学的特性と現設計法の妥当性の把握を目的として、SRC柱をモデルとする供試体に対し弾塑性FEM解析を行い、以下の結論を得た。

1. 付着が切れたSRC部材の解析モデルは完全分離型モデルでよく表せる。
2. 鉄骨とコンクリートの付着が完全である方がSRC柱としての強度を発揮できる
3. 鉄骨とコンクリートの間で作用軸力の分担率が違うと、曲げ耐力、および曲げ性状が大きく変わる。
4. 一般化累加強度式は実験結果と比較的良好な対応を示しているが、土木構造物にも適用できるかは今後の検討課題となる。

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・昭和50年6月。
- 2) 日本建築学会: 鉄骨鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説, 1987。