

施工時の残留応力を考慮した SRC 構造の耐荷性能に関する研究

前橋工科大学 学生会員 ○ PHAM XUAN CHINH
前橋工科大学 正会員 谷口望

前橋工科大学 学生員 BUI THANH TUNG

1. はじめに

鋼とコンクリートの複合構造物は、多種多様な構造があるが、鉄道では、鉄骨鉄筋コンクリート(SRC)構造を用いることが多い。SRC 構造は、鉄筋コンクリート構造(RC 構造)と鉄骨構造(S 構造)の長所を兼ね備えており、鉄筋コンクリート構造に比べて耐震性等に優れ、柱や梁の断面も小さくできる。

SRC 構造を桁として使用した場合、施工時に鉄骨にコンクリート死荷重による残留応力が生じるケースがある。そこで本研究では SRC 構造の残留応力が SRC 設計にどの程度影響するかを確認する。手段として実験と FEM を比較するとともに残留応力が SRC の降伏や終局に与える影響を考察した。

2. 実験内容

試験体は表 1 の材料を用いて製作され、図 1 に表す試験体で荷試験を行った¹⁾。載荷試験は、純曲げ区間 250mm の対称 2 点集中載荷の単調静的載荷試験とし、試験体が圧壊に至るまで鉛直荷重を加えるものとした。

供試体は、残留応力を導入していない供試体 No1 (残留応力なし:CASE1)と鉄骨下フランジに降伏応力の 18%を導入した供試体 No2 (残留応力 18%:CASE2)の 2 体を用いた。実験結果一覧を表 2 に示す。

表 1 使用材料

コンクリート	圧縮強度	35.9 N/mm ²
	引張強度	2.5 N/mm ²
鉄筋 D10 (SD295A)	引張強度	519 N/mm ²
	降伏強度	400 N/mm ²
鉄骨 SS400	引張強度	434 N/mm ²
	降伏強度	300 N/mm ²

表 2 実験結果

供試体	最大荷重	備考
CASE1	649.78kN	残留応力なし
CASE2	695.30kN	残留応力 18%

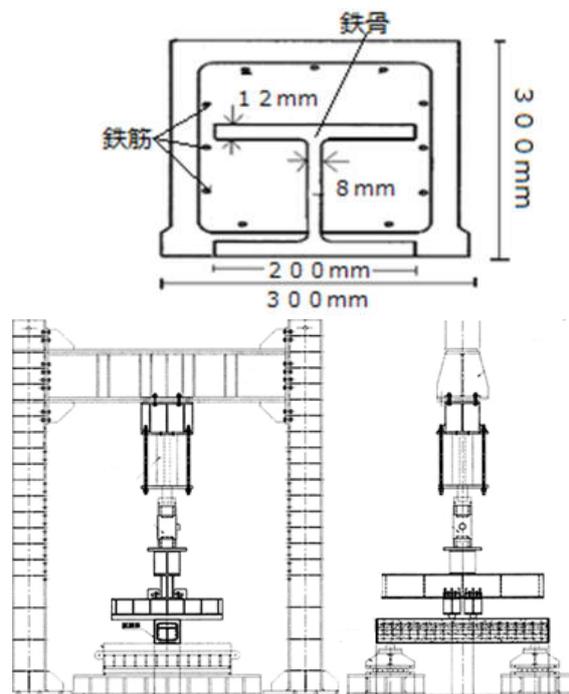


図 1 SRC の断面と載荷実験概要

3. 解析内容

解析上の材料構成側は、鋼材と鉄筋はバイリニア型、コンクリートは引張軟化特性においてはコンクリート標準示方書のモデルを用いた。圧縮側の応力上昇域は修正 Ahmad モデルから定義した直線モデルを用いた(図 2)。引張側応力上昇域は引張強度点までの直線モデル、下降域は出雲らの引張硬化の式で表した。破壊条件には Willam-Warke の 5 パラメータモデルを用いた。

鉄骨とコンクリートの間の付着応力度-すべり関係は、RC ブロックに埋め込まれた鋼板の引抜き試験の結果を基に、図 3 のような、最大付着強度点までは直線モデル、強度点以降は図中のべき乗曲線の式をマルチリニアモデルで近似し、また比較用に鋼とコンクリートを完全剛結としたモデルも合わせて解析した。最大付着応力度は 0.831Mpa とした²⁾。

解析では、コンクリート、鉄骨をソリッド要素、鉄筋をビーム要素として試験体応力を作成した。

キーワード：SRC, 複合構造物, 残留応力

連絡先：〒371-0816 群馬県前橋市上佐鳥町 460 番地 1 前橋工科大学 TEL 027-265-7304

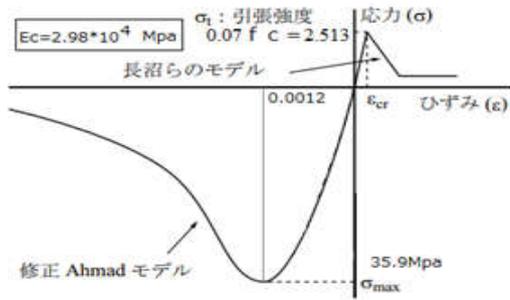


図2 コンクリート構成

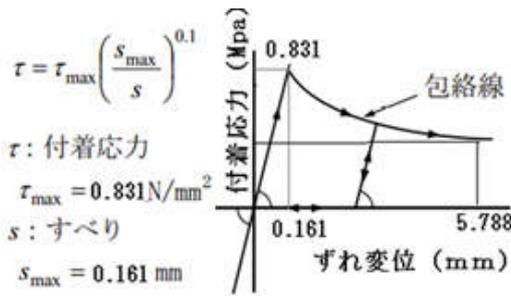


図3 コンクリート間の付着すべり特性²⁾

4. 解析結果

CASE1の実験値と解析値の荷重-変位関係の比較を図4に表す。CASE2の実験値と解析値の荷重-変位関係の比較を図5に表す。FEM解析の結果から、解析結果は、実験結果を精度よく再現できていると言える。

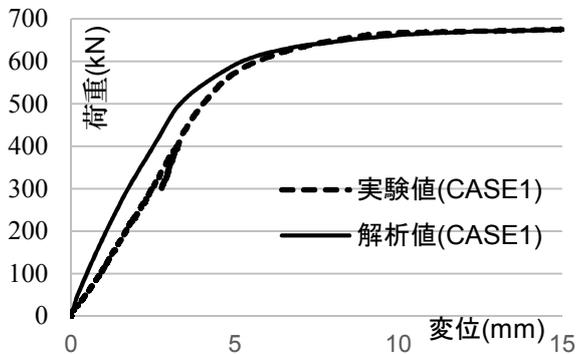


図4 CASE1の荷重-変位関係の比較

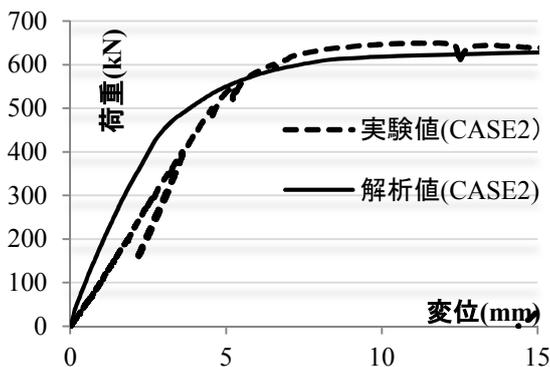


図5 CASE2の荷重-変位関係の比較

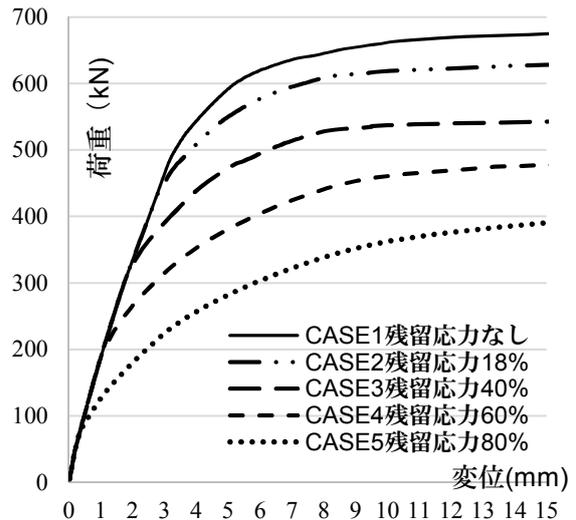


図6 鉄骨に残留応力を導入した解析結果

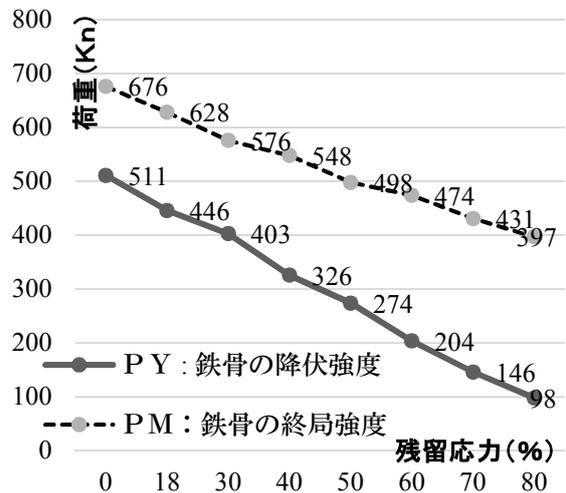


図7 鉄骨の降伏強度と終局強度-残留応力

次に CASE3 CASE4 CASE5 として残留応力を降伏応力の40% 60% 80%を設定した解析結果を図6と図7に表す。

5. まとめ

解析結果の CASE1 から CASE5 までを比べると、残留応力が大きくなると降伏荷重は低下するものの最大耐力力に与える影響は小さくなるのがわかる。

参考文献

- 1) 河村佳英、中田裕喜、岡本大：コンクリート打込み時の鋼材の初期応力度を考慮した合成部材の耐力評価、鉄道総研報告 Vol.28、No.1(pp.17-22)、2014。
- 2) 猪股勇希、中島章典、斉木功、大江浩一：支圧力を受ける鋼・コンクリート接触面の静的・疲労付着性状、土木学会第60回年次学術講演会(平成17年9月)。