

鋼コンクリート複合構造内の鉄筋貫通型剛結部の力学性状に関する検討

宇都宮大学大学院 ○学生員 井上淳，正会員 中島章典
東北大学大学院 正会員 齊木功

1. はじめに

複合ラーメン橋の鋼桁と RC 橋脚の剛結部では，上部構造と下部構造の一体性を高めるために，RC 橋脚内の主鉄筋を鋼桁下フランジに貫通させ，中詰コンクリート内で定着した主鉄筋と鋼桁間の応力伝達を期待するような設計法が提案されている¹⁾．このような鉄筋貫通型剛結部に関する研究は実構造物を縮小した換型実験や解析などにより行われ，RC 部材内の鉄筋を鋼板に貫通させるような鉄筋貫通型剛結構造自体に着目した研究は少ない．著者らは，鉄筋貫通型剛結部の一部をはり試験体にモデル化し，中央鋼板の有無および中央鋼板のスタッドの有無に着目したはり試験体の載荷実験を行った²⁾．本研究では，実施したはり試験をシミュレーションするための数値解析プログラムを構築し，解析結果と実験結果を比較することで，鉄筋貫通型剛結部の力学性状について検討することを目的としている．

2. 解析概要

鉄筋貫通型剛結部における鋼板およびスタッドの影響を検討するため，図-1 に示すような3つのタイプ（NSP：中央鋼板のない試験体，SP：中央鋼板のある試験体，SSP：中央鋼板にスタッドを設けた試験体）の試験体を対象として用いた．

本研究では，コンクリートのひび割れなどの不連続な非線形現象に適している剛体-ばねモデル解析を採用することにした．コンクリート，鋼板，鋼板とコンクリート間のばね要素は軸力と曲げによる鉛直断面方向への塑性化の進展を再現するため，これらのばね要素には，60本の軸ばねと1本のせん断ばねを設けた．コンクリートの圧縮領域の特性はコンクリート標準示方書に基づき，引張領域の特性はコンクリートの引張負担を考慮し，ひび割れ発生後は応力を受け持たない特性とした．鋼板の軸ばねの特性は完全弾塑性型とした．鋼板とコンクリート間の軸ばねの特性は図-2 に示すような非線形弾塑性型とし，支圧力伝達性状および付着力を再現した．鉄筋およびスタッドのばね要素には軸，せん断および回転ばねをそれぞれ1本ずつ設け，軸ばねの特性は完全弾塑性型とした．鉄筋またはスタッドとコンクリート間には，水平，鉛直および回転ばねを1本ずつ設け，鉄筋とコンクリート間の水平ばねの特性は図-3 に示すような特性とし³⁾，スタッドとコンクリート間の水平ばねの特性は線形弾塑性型とした．なお，SP および SSP の鋼板と鉄筋間には，鋼板と鉄筋の軸方向の応力伝達はないと考え，鉛直および回転ばねのみを設けた．節点間距離は，せん断スパン内で50mm，載荷点から内側2区間を25mm，それより内側を12mmとした．

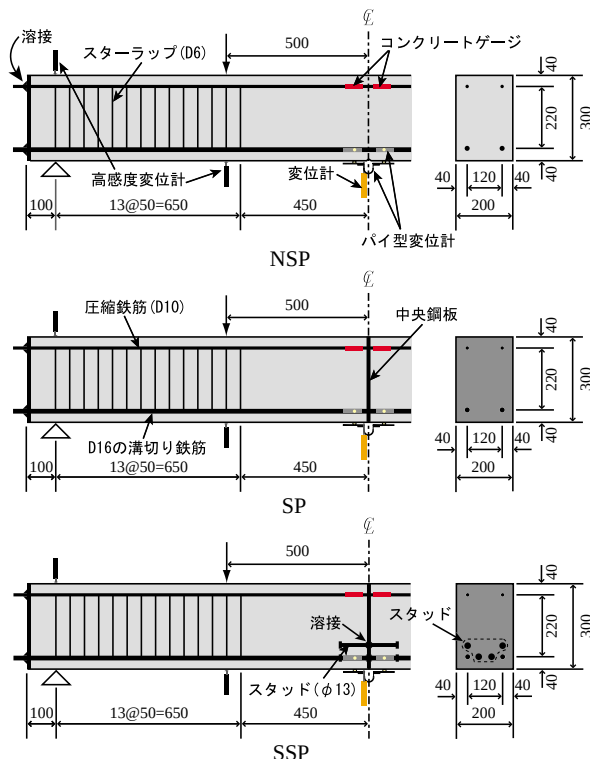


図-1 はり試験体 (単位 mm)

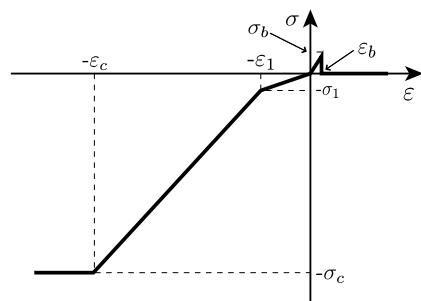


図-2 鋼板とコンクリート間の水平ばねの特性

3. 実験結果と解析結果の比較

図-4 に，実験で安定ひび割れ状態となった約60kN 時における引張鉄筋のひずみ分布を示す．ひび割れ断面では，コンクリートの引張負担がほとんど働かないので，ひび割れ発生位置の分布形状は凸になる．中央位置付近に着目すると，引張鉄筋のひずみの大小関係は SSP，NSP，SP の順に大きいことが分かる．従って，ひび割れ断面付近よりも鉄筋貫通部付近の引張鉄筋のひずみは大きく，スタッドの軸力負担により，中央鋼板付近の引張鉄筋のひずみは抑制されたことが分かる．

図-5 に荷重-中央たわみ関係を示す．試験体にひび割れが発生する荷重30kN 後半までの実験結果に着目す

Key Words: 鋼コンクリート複合構造，剛体-ばねモデル解析，貫通鉄筋，鋼板，ひび割れ

〒321-8585 宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学大学院工学研究科情報制御システム科学専攻 Tel.028-689-6208 Fax.028-689-6208

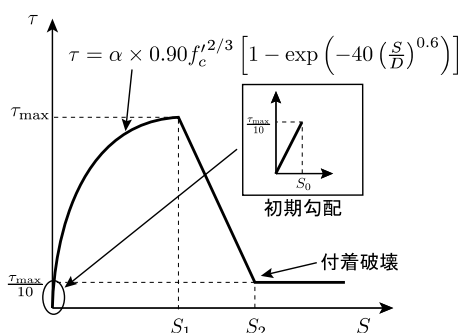


図-3 鉄筋とコンクリート間の付着ばね特性

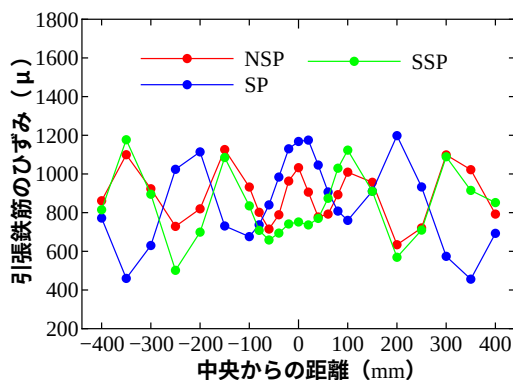


図-4-a 実験結果

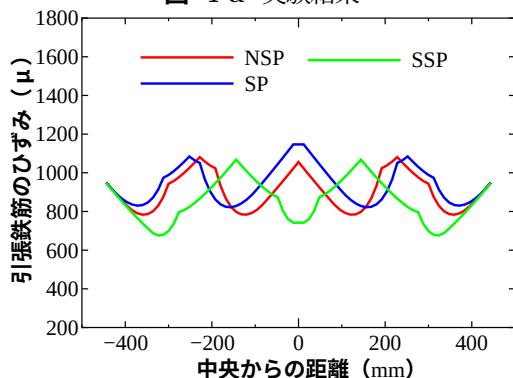


図-4-b 解析結果

図-4 引張鉄筋のひずみ分布 (約60kN時)

ると、たわみの増加量の大小関係はNSP, SSP, SPの順に大きいことが分かる。従って、中央鋼板にスタッドを設けることにより、SSPの曲げ剛性はSPより大きくなったと言える。ひび割れ発生後は、試験体の種類によらず、たわみの増加量はほぼ等しく、解析結果からも同様のたわみの大小関係が得られている。

図-6に荷重-中央ひび割れ幅関係を示す。実験結果から、SPの中央鋼板とコンクリート間の目開きの増加量はNSPの中央ひび割れ幅の増加量にほぼ等しいことが分かる。SSPはSPに比べて小さいことから、スタッド頭部の抵抗により、中央鋼板とコンクリート間の目開きは抑制されたと言える。

図-7に荷重-スタッドのひずみ関係を示す。実験では約36kN時に、解析では約45kN時に中央鋼板を介して両側のスタッド頭部付近でひび割れが発生した。このひび割れ発生荷重を境に、スタッドのひずみの増加量が小さくなっており、スタッドの軸力負担が減少していることが分かる。

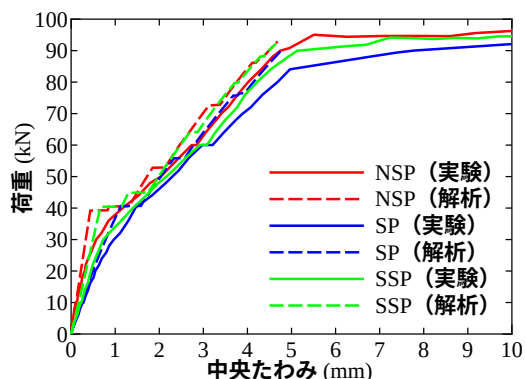


図-5 荷重-中央たわみ関係

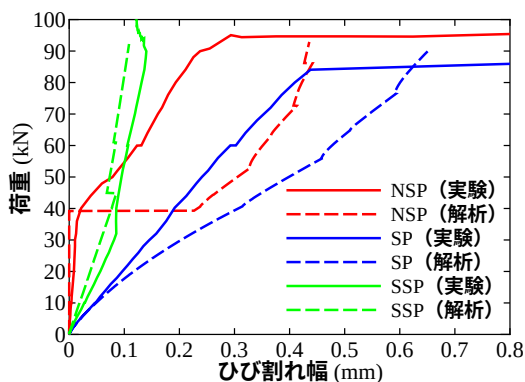


図-6 荷重-中央ひび割れ幅関係

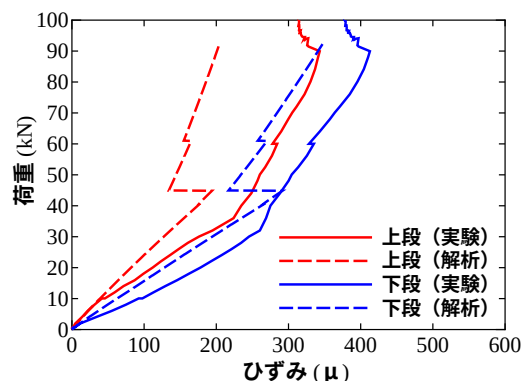


図-7 荷重-スタッドのひずみ関係

4. まとめ

本研究では、鉄筋貫通型剛結部の一部をはり試験体にモデル化し、その試験体モデルの曲げ載荷試験を再現するための数値解析プログラムを構築し、実験結果と解析結果の比較を行った。その結果、鉄筋貫通部の鋼板にスタッドを設けることにより、たわみ、鋼板とコンクリート間の目開き、鋼板内の引張鉄筋のひずみは抑制される等の知見が得られた。

参考文献

- 1) 佐藤徹, 清水功雄, 大田貞次, 町田篤彦: 複合ラーメン橋の接合部設計法に関する一提案, 構造工学論文集, Vol.45A, pp.1431-1438, 1999.3.
- 2) 井上淳, 中島章典, 斉木功, 源寛輝, 嘉無木昌之: 複合構造内のRC部材を遮断する鋼板がその力学性状に及ぼす影響, 構造工学論文集, Vol.51A, pp.1439-1448, 2005.3.
- 3) 田辺忠顕: 初期応力を考慮したRC構造物の非線形解析法とプログラム, 技報堂出版, pp.242-245, 2004.3.