

V-30 RC 部材の付着特性に関する解析的検討

東北学院大学大学院 学生員 ○安藤智紀
 東北学院大学工学部 正会員 遠藤孝夫
 東北学院大学工学部 正会員 菅井幸仁

1. はじめに

大きな外力を受けた場合の鉄筋コンクリート構造物の変形性能の評価に対して、主鉄筋のフーチングからの抜出しが大きな影響を与えることが指摘されている。この鉄筋の抜出しの現象を、鉄筋とコンクリートの境界面における付着応力-すべり関係に着目して解明を試みた研究がなされている。付着特性の最も一般化された表現として、鉄筋の表面上のある一点での局所付着応力 τ と、その局所におけるコンクリートと鉄筋の材軸方向の相対移動（すべり） S の関係に着目する方法が提案されており、この τ - S 関係に及ぼす種々のパラメーターの影響について、数多くの研究成果が発表されているが、未だに τ - S 関係の解明は不完全である。最近では有限要素法の RC 部材解析への応用が広く行われるようになり、付着特性を種々のモデルで考慮することが定着してきている。しかし、ごく簡便に用いられるボンドリンクモデルにしても、そのバネ要素の変形特性の与え方は研究者によって様々である。

鉄筋の抜出し量については、コンクリート中に埋め込まれた鉄筋に生じるひずみ分布が性格に求められれば、このひずみを鉄筋軸方向に積分を行うことで正確に求められることが知られている。そこで本研究では引抜き試験から得られている鉄筋のひずみ分布と、有限要素法を用いて付着要素を考慮し、引抜き試験を対象として行った解析により得られたひずみ分布を弾性域の範囲内で比較検討した。

2. 解析方法

2.1 解析対象とした実験の概要

解析は松本氏、出口氏³⁾の実験を対象とした。以下に実験の概要を示す。実験に用いられた供試体は、断面の大きさを鉄筋径に応じて $200 \times 400\text{mm}$ および $250 \times 450\text{mm}$ の 2 種類の矩形断面であり、この中央部に鉄筋が垂直に埋め込まれたものである。試験方法は引抜き試験であり、荷重はコンクリート上面より約 1.5cm 上方の荷重端側の鉄筋表面に貼付したひずみゲージの値によって荷重の制御が行われている。このひずみゲージのひずみ値が弾性域にある場合に 500, 1000, 1500 μ になるように制御し、荷重・除荷をそれぞれ 3 回ずつ繰り返した。鉄筋の定着長は自由端側の鉄筋が引抜かれないことを考慮するために約 55D~69D と比較的大きくなっている。供試体の実験要因としては鉄筋径とコンクリート強度が取り上げられている。本解析ではコンクリート強度が約 200 kgf/cm^2 の場合に 2 種類の鉄筋径を用いて解析を行い、引抜き試験より得られている実験値と比較を行いひずみの分布を表現することを試みた。

2.2 解析モデルの詳細

(1) 要素モデル

解析モデルは矩形断面を同等の断面積を有する円形断面に換算し、軸対象要素を用いて、コンクリート、鉄筋、付着の各材料を表すことにした。図-2 に解析モデルの概要を示す。各材料は 4 辺形要素を用いた。

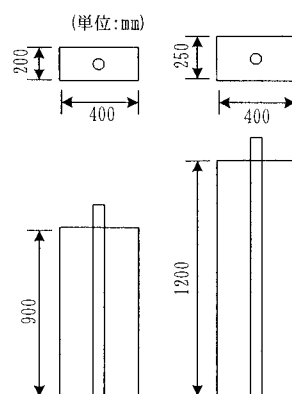


図-1 実験供試体の概要

表-1 実験供試体の概要

鉄筋径 D (mm)	定着長 (mm)	コンクリート強度 (kgf/cm^2)
13	69D	189
22	55D	216

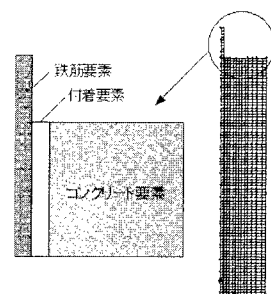


図-2 解析モデルの概要

(2) 各材料の物性値

解析に用いた各材料の物性値を表2に示す。

(3) 荷重条件

荷重は荷重端の鉄筋端断面に、鉄筋軸上方向に作用させて引抜き試験を再現している。荷重は漸増する荷重とし、荷重増分毎に収束計算を行うものとした。

(4) 拘束条件

拘束条件は、鉄筋の中心軸全体に水平方向、コンクリートの上端の一部に鉛直方向の拘束を設けた。コンクリートに与えた拘束は、引抜き試験においてコンクリート上面に設置された支承の部分にあたる。

3. 解析結果および考察

解析によって得られた弾性域における鉄筋のひずみ分布を、鉄筋径が13mmの場合について図3、鉄筋系が22mmの場合について図4に示す。図中には同時に実験値も表示し、解析値と比較した。コンクリート強度は約200kgf/cm²でほぼ同程度である。図中の縦軸は鉄筋径の影響を検討するために、付着長を鉄筋径で除した値を使用している。実線および破線で示しているのが解析値、プロットされている点が引抜き試験より得られている実験値である。各荷重段階で実験値と解析値は、大きさ、分布ともに良好に近似し、また鉄筋径の異なる両者のひずみ分布はほぼ同一である。

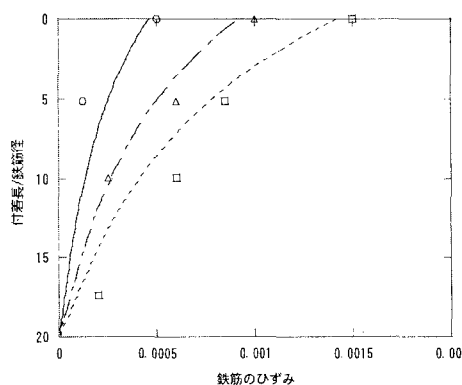


図3 弾性域における鉄筋ひずみ分布
(鉄筋径13mmの場合)

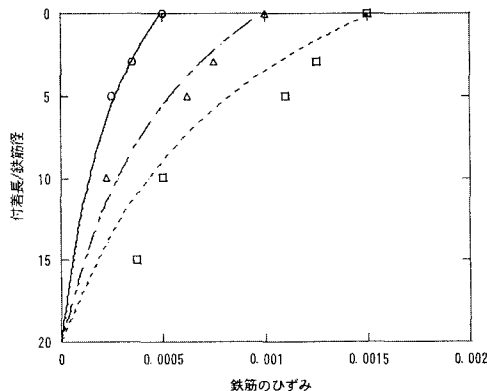


図4 弾性域における鉄筋ひずみ分布
(鉄筋径22mmの場合)

4. まとめ

本研究の範囲内で、弾性域において次のことが言える。

- 1) RC部材において、有限要素法を用いて付着要素を考慮して、鉄筋とコンクリート間の相対すべりを表現した。解析により得られた鉄筋のひずみの分布は各荷重段階で実験値と良好に近似した。
- 2) 荷重段階が進むにつれて、ひずみ分布の勾配が大きくなると共に、ひずみ分布長も大きくなる傾向が得られ、実験結果と同様な傾向が得られた。
- 3) コンクリート強度が同程度であるとき、鉄筋径の相違に関わらずひずみ分布はほぼ同一であり、この場合も実験結果と同様な傾向が得られた。
- 4) 以上より、本解析の範囲内ではRC部材の付着性状を表現することができたと思われる。

参考文献

- 1) 松本進, 出口秀史: 鉄筋コンクリートの相対引抜け量の算定方法について, コンクリート工学論文集, No. 86, 8-1