

## スパイラル状の溝を配置した高強度異形鉄筋の付着性能

トヨタ T&S 建設(株) 正会員 ○伊藤 崇晃  
 神戸大学 阪中 樹  
 神戸大学 竹内 崇  
 神戸大学 孫 玉平

## 1. 研究目的

鉄筋コンクリートの鉄筋はコンクリートと一体性を高めるために、異形鉄筋が採用されている。異形鉄筋の付着力は、鉄筋コンクリート構造では必要不可欠であるが、構造体の変形が進むにつれて鉄筋周囲のコンクリートを著しく破壊することがある。特に太径の異形鉄筋を配筋した鉄筋コンクリート構造では、付着割裂破壊が起こりやすい。一方で、鉄筋表面の凹凸が小さければ、付着力は低下するが、周囲のコンクリートに大きな損傷を与えることなく付着すべりを生じ、過大な変形を経験した建物でも、修復が容易かつ継続使用が可能になると考えた。著者らは、異形鉄筋において発生する付着割裂破壊を起こしにくく、修復性に優れた RC 部材の開発を目的として、スパイラル状の溝を有する超高強度異形鉄筋を主筋に用いた RC 柱の履歴性状に関する実験的研究を行い、高い原点指向性を有する事を示した<sup>1)</sup>。また、その柱の履歴性状は、鉄筋の付着特性を考慮した解析により精度よく評価できることを明らかにした<sup>2)</sup>。しかし、実験的検証は、縮小モデルの試験体であり、実大での検証は行っていない。本論では、実大の柱主筋に採用可能な、スパイラル状の溝を持つ超高強度異形鉄筋(RSD 1280)における付着特性を調べることを目的として、付着引抜き実験を行った。

## 2. 実験概要

## 2.1 試験体概要

図1に示すコンクリート塊に鉄筋を埋め込んだ試験体を作製した。実験変数は載荷履歴、端部定着の有無、ひずみゲージの有無であり、試験体の一覧を表1に示す。また、表2に超高強度異形鉄筋の材料特性を示す。

表1 試験一覧

試験体No	コンクリート強度 N/mm <sup>2</sup>	鋼種	鉄筋径 mm	試験体長さ/ 埋込長さ mm	ひずみゲージ 有無	加力方法	端部定着 有無
1	30	RSD1280	22.7	653/ 25d	有	単純引張	無
2					無		
3					繰返し引張		
4					単純引張		
5					繰返し引張	有	

表2 材料特性

種類の記号	0.2%耐力 [kN]	引張強さ [kN]	降伏比 [%]	伸び(※1) [%]
RSD1280	1280以上	1320以上	97以下	7以上

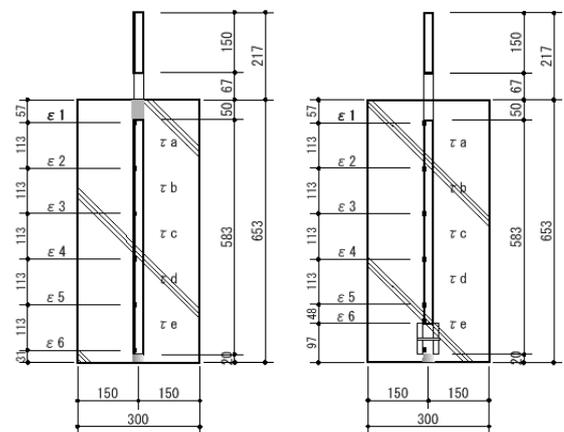


図1 試験体形状

## 2.2 載荷方法および測定方法

載荷装置を図2に示す。載荷装置は溝形鋼により載荷フレームを製作し、500kN油圧ジャッキおよび試験体を配置した。ジャッキ先端にはロードセルを配置し、その先端には押し引きを可能とした、耐圧ジグを介して鉄筋を保持した。鉄筋の偏芯を押えるために、耐圧板には球座を設けた。

鉄筋に作用する力は、ロードセルにより計測した。コンクリート上端からの抜け出し量は、2台の上端変位計の平均値とした。鉄筋の付着応力の分布を計測するため、図1に示すε1～ε6の位置にひずみゲージを貼り付けた。

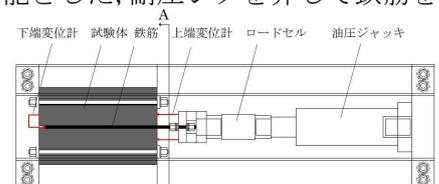


図2 載荷装置

キーワード 付着, 超高強度異形鉄筋, スパイラル異形溝, 端部定着

連絡先 〒470-0375 愛知県豊田市亀首町上向イ田65番地 トヨタ T&S 建設(株) 工場企画部 開発G TEL 0565-45-7855

### 3. 実験結果および考察

図3, 4に試験体の荷重-上端抜け出し量の関係を, 図5, 6に試験体 No1, No4 の超高強度異形鉄筋(RSD 1280)に貼付したひずみゲージの計測値を引張り荷重ごとに表した分布  $\varepsilon 1 \sim \varepsilon 6$  を示す. No1~No3 は端部定着の無い試験体で No4, No5 は端部定着のある試験体である. また, No3~No5 は繰り返し荷重の試験体である.

#### 3.1 No1~No3

No1 は最大耐力 49 kN, No2 および No3 は 57 kN と, 差異があった. これは, ゲージの貼り付けによりコンクリートと鉄筋の付着状況に差があったものと考えられる. その他, 初期剛性, 最大耐力, およびその後の耐力低下, 共に同様の傾向を示した. 図5にNo1試験体の鉄筋における引張り荷重ごとのひずみ分布を示す. ひずみ分布は  $\varepsilon 1 \sim \varepsilon 6$  まで, ほぼ同じ傾きを示すはずであるが, 本実験結果での傾きはばらついている. また  $\varepsilon 1 \sim \varepsilon 3$  は載荷初期からひずみが発達しており, 載荷前に付着切れが生じていた可能性がある. よって, ひずみが安定している  $\varepsilon 5 \sim \varepsilon 6$  間の  $\tau_e$  の付着応力を算出した.  $\tau_e$  は  $2.3\text{N/mm}^2$  であった.

#### 3.2 No4, No5

端部定着のある No4 及び No5 の初期剛性は, No1~No3 とほぼ等しい結果となった. その後 200kN (鉄筋応力  $\approx 490\text{N/mm}^2$ ) までは, 線形状態を示した. No4 試験体の引張り荷重 200kN 時のひずみ ( $\varepsilon 1$ ) は  $2353\mu$ , No5 では  $2680\mu$  であった. 図6にNo4試験体のひずみ分布を示す. No4 の  $\tau_e$  は  $3.7\text{N/mm}^2$ , No5 の  $\tau_e$  は  $3.8\text{N/mm}^2$  であり, 既報の文献<sup>3)</sup>による細径 SBPDN 鉄筋 ( $\phi 12.6\text{mm}$ ) の値と同程度であった.

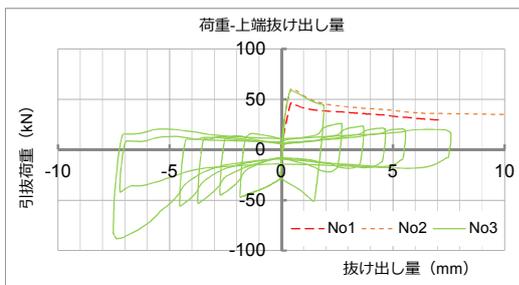


図3 荷重-上端抜け出し量

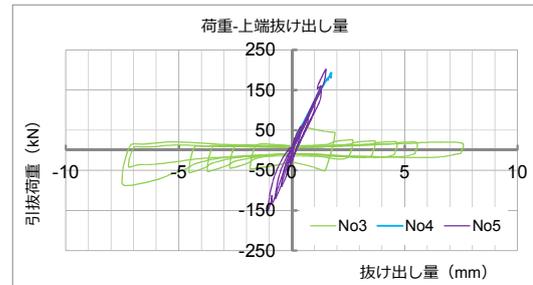


図4 荷重-上端抜け出し量

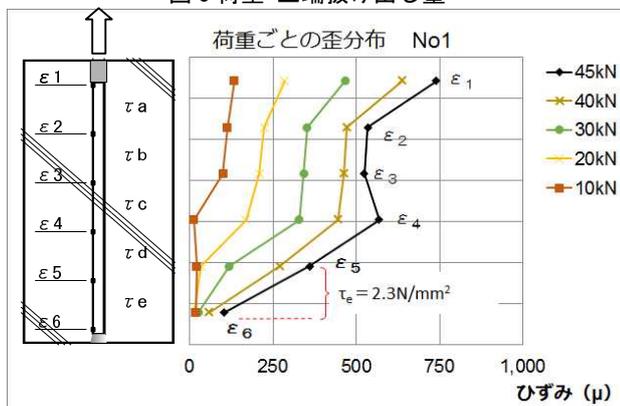


図5 荷重ごとのひずみ分布 No1

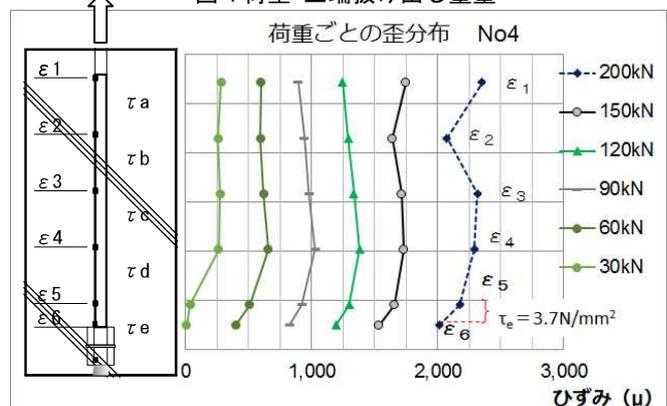


図6 荷重ごとのひずみ分布 No4

### 4. まとめ

超高強度異形鉄筋(RSD 1280)の付着応力は  $2.3 \sim 3.8\text{N/mm}^2$  で, 細径の SBPDN 鉄筋の値と同程度であった.

ひずみ分布において, 安定した分布の確認は今後の課題としたい.

### 参考文献

- 1) 仲井士門, 橘高将義, 谷昌典, 藤永隆, 孫玉平: 超高強度鉄筋を主筋に用いた RC 柱部材の耐震挙動に関する研究 (その 1~2), 日本建築学会大会学術講演梗概集, C-2, 構造 IV, pp. 283-286, 2010 年 9 月
- 2) 船戸祐樹, 孫玉平, 竹内崇, 蔡高創: スパイラル溝を有する超高強度鉄筋の付着特性のモデル化と柱部材の履歴解析への応用, コンクリート工学年次論文集, Vol. 34, No. 2, pp. 157-162, 2012 年 7 月
- 3) 封彥, 阪中樹, 竹内崇, 武田恭典, 孫玉平: SBPDN 鉄筋の定着手法ならびに付着特性に関する実験的研究 (その 1~2), 日本建築学会大会学術講演梗概集, C-2, 構造 IV, pp. 63-66, 2019 年 9 月