

ねじふし鉄筋による簡易なプレストレスの導入に向けた実験的検討

東日本旅客鉄道(株) 正会員 ○上山裕太 小島巧 井口重信

1. はじめに

筆者らは、部材内に配置するねじふし鉄筋に、トルクによりプレストレスを導入することで、PC 鋼棒の代替とする方法を検証してきた。¹⁾ 本論では、トルクによる簡易なプレストレス導入方法を用いる際の影響因子を検証するため、鉄筋の緊張長さ、径やワッシャー等の違いによる影響や鉄筋に生じるねじれの影響等について実験的検討を行ったので、以下でその概要を述べる。

2. 試験方法

図-1 に試験方法を示す。反力体の孔内(Φ50)にねじふし鉄筋を挿入し、端部に支圧板及びワッシャーを介してナットを取り付け、トルク導入側(以下、緊張側)はナット 1 個、反対側の固定側については 2 個を緩まないように相互に締め付けて取り付けた。緊張側からトルクによりナットを締め付けることで鉄筋に軸力を導入した。緊張側の反力体と支圧板の間には、ロードセルを取り付けて鉄筋へ導入する軸力を計測した。ねじふし鉄筋には SD390 を用い、緊張端から 70mm, 120mm, 170mm, 220mm の位置に軸方向の表裏および周方向の表裏にひずみゲージを貼付し、試験中のひずみを計測した。ナットには JIS G4051SC (降伏応力の規格値 370N/mm²以上) のものを用いた。

トルクの導入は、両側のナットを仮締めした後に、トルクレンチを用いて 10N・m ずつトルクを導入した。試験ケースを表-1 に示す。試験パラメータは鉄筋径、緊張長さ、試験本数、トルク導入繰返し回数、ワッシャー種別の 5 項目とした。鉄筋径は D13, D19, D25 の 3 種類、緊張長さは 3 種類とし、緊張長さ毎に 3 回ずつトルクを繰返し導入した。また、緊張長さ 3.0m の D19 鉄筋においては、ワッシャー種別による影響を検証するため、A~D の 4 種類のワッシャーを用いて載荷した。使用したワッシャーを表-2、写真-1 に示す。

3. 試験結果

図-2 に、D13(緊張長さ 3m)のトルクと軸力の関係を示す。試験の結果、トルク-軸力関係はほぼ線形の

キーワード：ねじふし鉄筋, トルク, プレストレス

連絡先：〒370-8543 群馬県高崎市栄町 6 番 26 号 JR 東日本上信越工事事務所 工事管理室 TEL 027-324-9369

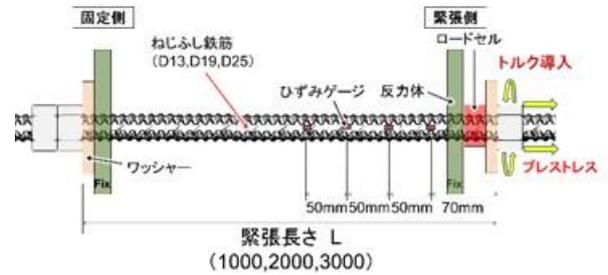


図-1 試験体方法

表-1 試験ケース

| 径 | 緊張長さ | 鉄筋試験本数 | トルク導入繰返し回数 | ワッシャー種別 |
|-----|------|--------|------------|---------|
| D13 | 3m | 2本 | 3回 | A |
| | 2m | 2本 | 1回 | A |
| | 1m | 1本 | 3回 | A |
| D19 | 3m | 2本 | 3回 | A |
| | 2m | 2本 | 3回 | A |
| | 1m | 1本 | 3回 | A |
| D25 | 3m | 2本 | 3回 | A |
| | 2m | 2本 | 3回 | A |
| | 1m | 1本 | 3回 | A |
| D19 | 3m | 1本 | 1回 | B |
| | | 1本 | 1回 | C |
| | | 1本 | 1回 | D |

表-2 使用したワッシャー

| ワッシャー種別 | 穴径 | 厚さ(mm) | 備考 |
|---------|----|--------|--------|
| A | 24 | 32 | 平座金 |
| B | 26 | 45 | 平座金 |
| C | 24 | 60 | 高力ボルト用 |
| D | 26 | 60 | 高力ボルト用 |

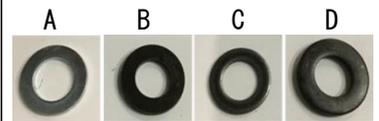


写真-1 使用したワッシャー

関係となり、傾きは D13 が最も大きく、D25 が最も小さい傾向となった。次に、図-3 にトルクとひずみの関係を示す。緊張端からの距離に応じたひずみ量はいずれもほぼ一定であった。また、周方向ひずみは軸方向ひずみの 1/3 程度となった。

4. 考察

ねじにおけるトルクと軸力には一般的に式(1)の関係がある。

$$F = \frac{T}{k \times d} \quad (1)$$

ここに、T はトルク量(N・m)、k はトルク係数、d は鉄筋の穴径(mm)、F は軸力(N)である。トルク係数は、試験結果より得られたトルク-軸力関係における原点を通る最小二乗近似による直線の勾配から求めた(図-4)。求めたトルク係数を、鉄筋径別、ワッシャー種別、緊張長さ別に、他のパラメータが同一のもので、平均したトルク係数並びに決定係数を図-5 にそれぞれ示す。(a)を見ると、径別では D13 の平均だけが 0.493 と高く、D19, D25 は 0.325, 0.338 となった。また、決定係数は径が大きいほど高くなり信頼度が高くなる結果となった。次に(b)を見ると、ワッシャー種別が A のものがト

ルク係数は0.325 と一番小さく、D が 1.216 と最も大きかった。決定係数はトルク係数の値とは反比例し、トルク係数が小さいほど決定係数は小さくなる結果となった。これはワッシャーの種別によりトルク係数やそのばらつきに大きく影響を与えることを示唆していると考えられる。次に(c)を見ると、緊張長さによるトルク係数の差異はほとんどなく、トルク係数は1mのものが0.362 と最も大きく、3mのものが0.320 と最も小さかった。決定係数はほぼ同等であった。また、本試験では、鉄筋試験本数とトルク導入繰返し回数によるトルク係数への影響はほとんどなかった。

5. まとめ

本試験により確認したことを以下にまとめる。

- (1) トルクと軸力の関係は概ね比例関係となった。
- (2) トルクと軸力の関係より算出したトルク係数は、鉄筋径、緊張長さ、鉄筋試験本数、トルク導入繰返し回数による影響は少なかった。
- (3) ワッシャー種別では、トルク係数で約4倍程の差異が確認された。

今後、トルクによりプレストレスを精度よく導入するための課題としては、ワッシャーの硬度やざらつき等が導入軸力へどのような影響を与えるかを検討すること等が考えられる。

参考文献

- 1) 小島巧, 高見澤拓哉, 井口重信: ねじふし鉄筋を用いたトルクによる簡易なプレストレス導入に関する実験的検討, プレストレスとコンクリート技術協会, 2017.10
- 2) 鈴木計夫, 常松 豪, 伊井敬二, 中村佳史: トルクによる簡易プレストレス導入工法の実証的研究, プレストレスコンクリート技術協会, 2009.10

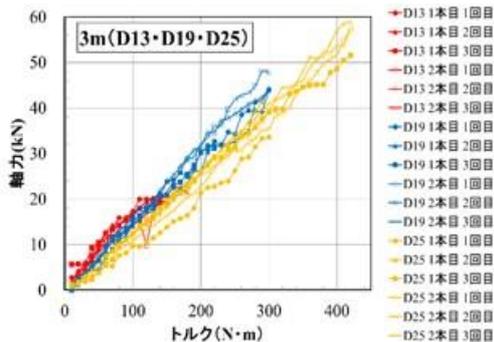


図-2 トルクと軸力の関係

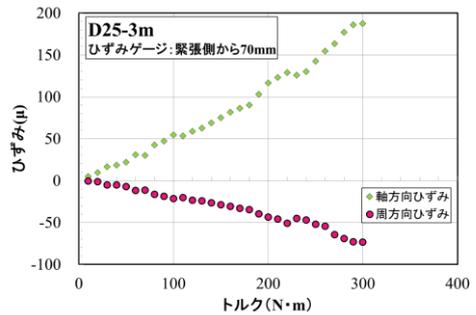


図-3 トルクとひずみの関係

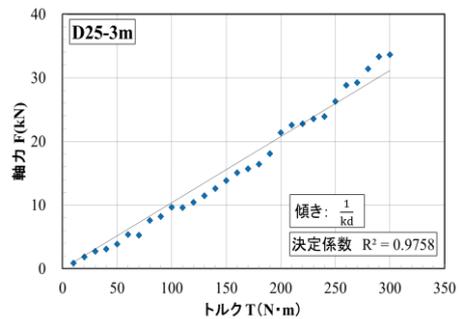
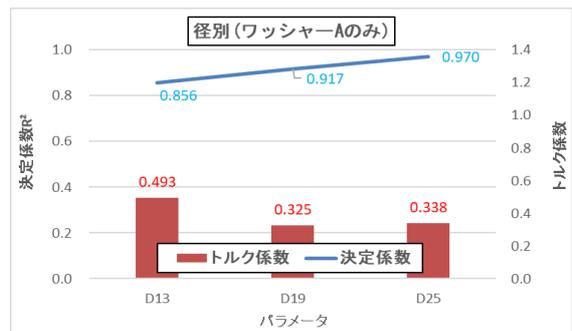
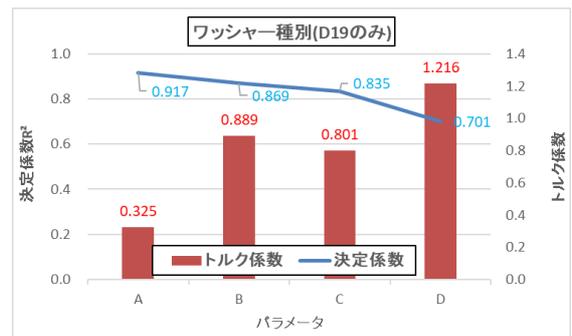


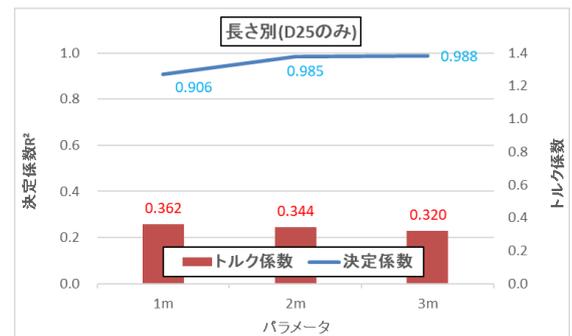
図-4 トルクと軸力の関係



(a) 鉄筋径別



(b) ワッシャー種別



(c) 緊張長さ別

図-5 各パラメータとトルク係数の関係