

トルクによる PC 鋼棒の軸力導入に対するナット座面の影響に関する実験的検討

東日本旅客鉄道株式会社	正会員	○山本	剛史
東日本旅客鉄道株式会社	正会員	小林	寿子
東日本旅客鉄道株式会社	正会員	細川	良美

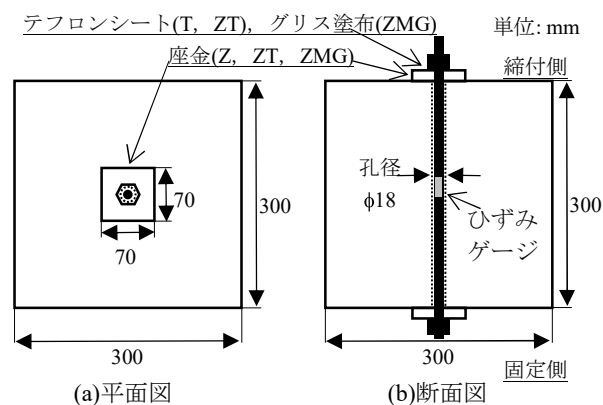
1. 目的

プレストレストコンクリート技術は、部材断面の縮小やひび割れの抑制が期待でき、橋りょうや枕木など多くの構造物に用いられている。一般には、定着具と油圧ジャッキを用いてプレストレスを導入するが、施工が大掛かりかつ煩雑になる場合がある。小島ら¹⁾は小断面・小規模な部材等へのプレストレス導入を見据え、ねじふし鉄筋を用いてトルクによりナットを締付けて行う簡易なプレストレス導入方法を検討し、その際に座金の有無がトルクと軸力の関係に影響を与えることを報告している。

本稿では PC 鋼棒を用いた簡易なプレストレス導入を目的に、PC 鋼棒の 0.2%耐力相当程度の軸力をトルクによるナット締付にて導入し、座面の摩擦抵抗に着目して設定した種々の座面種別がトルクと軸力の関係に与える影響を検討した。

2. 試験概要

ナット締付時に PC 鋼棒に導入される軸力のナット座面による影響を確認するために、ナット座面を変化させた試験体による締付試験を行った。図-1 に試験体概要図を、表-1 に材料諸元を示す。コンクリート試験体中央に削孔した孔に PC 鋼棒を挿通し、締付側のナット座面を変化させてそれぞれ締付を行った。コンクリートへの軸力伝達を分散させる座金 (70 mm×70 mm) の有無と、ナットとコンクリートまたは座金との摩擦を低減させる材料の有無・種類で 5 パターンの座面種別を設定した。表-2 に試験を行った座面種別を示す。なお、固定側の座面状態は全試験体共通で、座金+ゲージ線挿通用台座+ナットとした。試験は締付トルクが確認できるデジタルトルクレンチを用いて締付を行い、トルク 50 N・m から 20 N・m おきに PC 鋼棒に貼付したひずみゲージのひずみ値を計測した。目標導入軸力を PC 鋼棒の 0.2%耐力の 8 割相当(123.5 kN)とし、軸力は別途実施した材料試験結果を基に、PC 鋼棒のひずみ



図一1 試験体概要図

表-1 材料諸元

PC 鋼棒	C 種 1 号、 $\phi 13$ 、 $\sigma_{2.2}=1163 \text{ N/mm}^2$
ナット	PC 用ナット、S45C 相当、M14
座金	SS400、 $t=14 \text{ mm}$
コンクリート	普通コンクリート、 $f_c=23.3 \text{ N/mm}^2$
テフロンシート	$t=1 \text{ mm}$

表-2 座面種別

記号	座面状態	試験体数
P	何ものなし	3
T	テフロンシート	3
Z	座金	2
ZT	テフロンシート+座金	6
ZMG	モリブデングリス+座金	6

値で管理した。

3. 試驗結果

表-3 に試験結果を、図-2 に軸力－締付トルク関係を示す。

(a)試験後の試験体の状態

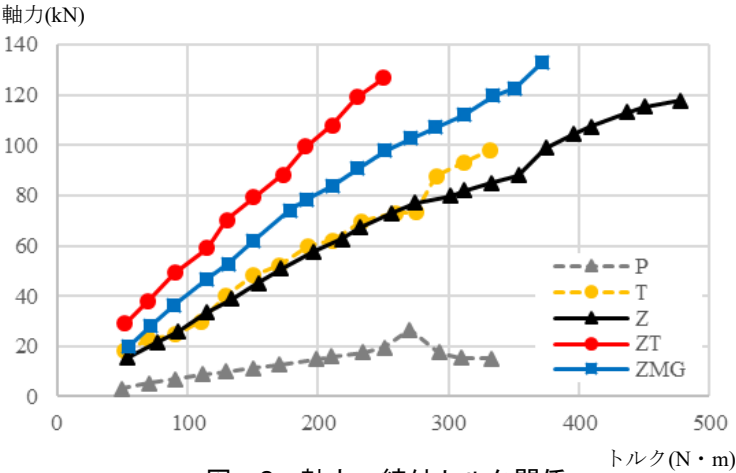
座金がない試験体（P、T 試験体）は、ナット部の圧縮力に母材コンクリートが耐え切れず圧壊やひび割れが発生した。座金を使用した試験体（Z、ZT、ZMG 試験体）ではコンクリートが破壊することはなかったが、ナットの回転により座金面が削り取られる現象が見られた。（写真－1）この現象は座金とナットの間に何もない Z 試験体で最も顕著であり、座金とナットの間に

キーワード トルク，軸力，PC 鋼棒，ナット座面の摩擦

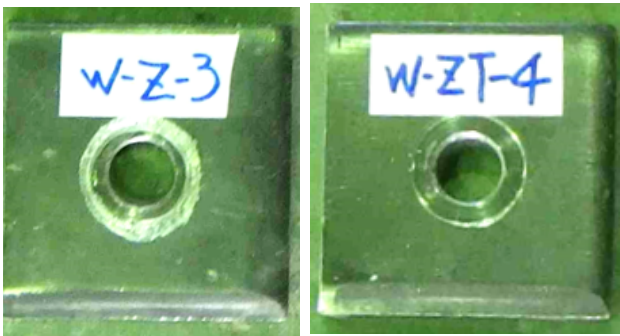
連絡先 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町 2-479 JR 東日本研究開発センターフロンティアサービス研究所 TEL048-651-2552

表－3 試験結果（各座面種別で導入軸力に対する締付トルク中央値の試験体）

記号	最大締結トルク (N・m)	最大導入軸力(kN)	トルク係数	記事
P	270.4	26.6	0.888	コンクリート圧壊により終了
T	331.8	98.2	0.242	コンクリートひび割れにより終了
Z	478.0	117.8	0.271	ひずみゲージ断線により終了
ZT	250.0	126.9	0.138	目標軸力到達
ZMG	329.8	125.5	0.177	目標軸力到達



図－2 軸力－締付トルク関係



写真－1 試験後の座金面の状況

テフロンシートを挟んで摩擦低減を図った ZT 試験体では、座金面の損傷は軽微であった。

(b) 導入軸力と締付トルクの関係

座金とナットの間に何も挟まない Z 試験体では目標軸力を導入するために大きなトルクを要したが、座金とナットの間に摩擦を低減させる材料を用いた場合、必要なトルクが低減した。

一般に、締付トルクと締付力（軸力）は式－1 で求めることができる。

$$T=kdF$$
 式－1

ここで、 T ：締付トルク(N・m)、 F ：軸力(N)、 d ：ネジの呼び径(m)、 k ：トルク係数

各試験体の軸力－締付トルク関係を線形近似した傾きからトルク係数を求めた結果、最も効率よくひずみが導入できた ZT 試験体は Z 試験体に比較して約半分のトルク係数となった。同様に、ZMG 試験体についても ZT 試験体ほどではないがトルク係数が小さくなった。これは、座金とナットの摩擦が間に挟んだテフロンシートやモリブデングリスによって低減され、座金を削り取るような力のロスが減少し、軸力が効率的に導入されたためと推察される。

また、試験を実施した範囲内においては、各試験体の導入軸力の大きさによる締付トルク増分と軸力増分の関係に大きな差はなく、締付トルクと導入軸力は比例関係にあるといえる。

4. まとめ

トルクによるナット締付での軸力導入に対して、ナットの座面状態を変化させてその影響を検討したところ、以下のことが明らかになった。

- 1) PC 鋼棒の 0.2%耐力に近い高軸力域では、座金による応力分散を図らないと、座面のコンクリートが損傷した。また、座金を用いた場合でも、座面の摩擦力の大きさにより座金の損傷度合いが異なった。
- 2) 座面の摩擦力の大きさによりトルク係数が大きく変化した。鋼-鋼となる座金とナット接触の場合と鋼-テフロン-鋼となる座金とナットの間にテフロンシートを挟んだ場合では、トルク係数に約 2 倍の差が見られた。
- 3) 試験を実施した範囲においては、座面の状態にかかわらず、締付トルクと導入軸力の関係は比例関係にあるといえる。

今後の課題として、軸力を導入した状態を長期間維持する際のクリープやリラクセーションの影響の検討などが挙げられる。

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、コンクリート工学年次論文集、Vol.39、No.2、pp.349-354、2017.7