

M30 (F10T) 高力ボルトに用いるナット回転角に関する検討

東日本旅客鉄道株式会社

正会員 ○網谷 岳夫

正会員 平野 雄大

法政大学

正会員 内田 大介

法政大学大学院

学生会員 豊原 匡織

1. はじめに

鋼構造物の現場接合部に用いられる高力ボルトは、作業効率の良いトルシア形ボルト S10T を使用しているケースが多い。しかし、締付前に予備試験や締付後にピンテール破断面の処理を行う必要があり、締付前後の作業効率が高いとはいえない。近年、それらの作業効率向上の観点から、F10T 高力ボルトへのナット回転角法の適用に関する検討がなされている¹⁾。文献 1) では、M20 と M24 の F10T 高力ボルトを対象に、遅れ破壊に対するボルト軸力の影響を考慮し、供用時のボルト軸力を弾性域に抑えるナット回転角が提案されている。一方、鉄道鋼構造物は夜間に短時間で施工する必要があり、著者らは接合部のボルト本数を低減して作業効率を向上する観点から、M30 (F10T) 高力ボルトを標準使用するための検討を行っている²⁾。そして、M30 (F10T) 高力ボルトの弾性域に導入軸力を抑えるナット回転角法を適用すれば、さらなる作業効率向上が期待される。

本稿では、M30 (F10T) 高力ボルトの弾性域に導入軸力を抑えるナット回転角について検討した結果を示す。

2. 試験体と試験方法

試験体の形状と種類を図 1 に示す。接合面には無機ジンクリッチペイントを塗膜厚 $75 \pm 15 \mu\text{m}$ で塗布した。使用鋼材には引張強度 $400\text{N}/\text{mm}^2$ 級の鋼材を用いた。ボルトサイズは、ボルト径 d に対して $3.2d$ (95mm) と $5.2d$ (155mm) とした。試験体はそれぞれ 4 体用意し、導入軸力試験とリラクセーション試験に 2 体ずつ使用した。軸力を計測するボルトは両端と中央の 3 本とし、埋込み式のゲージボルトを用意した。その他のボルトは締付機の反力を取るためのボルトとして使用した。導入軸力試験のフローを図 2 に示す。M30 の 1 次締めトルク値は、M30×95 と M30×155 で締め付け軸力と角度の関係が線形となることから接合面同士が密着したと判断し、 $250\text{N} \cdot \text{m}$ に決定した。本締め時の軸力は文献 3) を参考に設計ボルト軸力の 15% 増しを目標とした。ボルトの締付は、締付機で 1 締めトルクを導入し、1 次締め後はナット回転角が 30° までトルクレンチで行い、 45° 以降は締付け機で行った。そして、

キーワード

高力ボルト, ナット回転角, リラクセーション

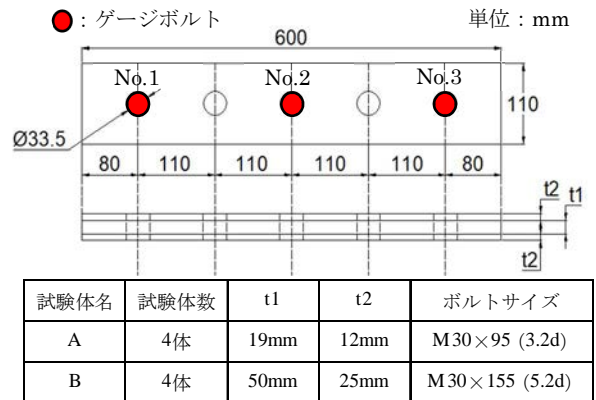


図 1 試験体の形状と種類

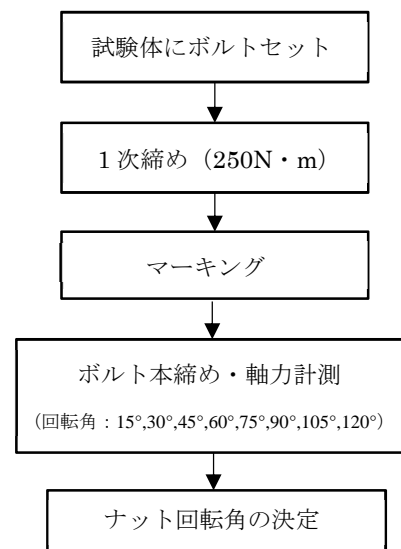


図 2 導入軸力試験フロー



図 3 ナット回転角の確認状況

連絡先 〒150-0002 東京都渋谷区渋谷三丁目 13 番 11 号 TK ビル 5 階 TEL03-3400-0733

図3に示すように導入軸力試験で決定したナット回転角で締め付けた試験体を作製してリラクセーション試験を100日程度(2496時間, 室温20°C一定)実施した。

3. 試験結果

導入軸力試験の結果を図4に示す。図に示す軸力は、締付直後(3秒後)の値である。図4(a)に示すM30×95(3.2d)は、ナット回転角45°で設計ボルト軸力(379kN)が導入され、60°で設計ボルト軸力の15%増しまで導入された。60°までは線形に軸力が増加しており軸力のばらつきもほとんど認められない。75°を超えると軸力との関係は線形ではなくなり、120°では設計ボルト軸力の145%程度が導入されている。図4(b)に示すM30×155(5.2d)は、ナット回転角60°で設計ボルト軸力が導入され、75°で設計ボルト軸力の15%増しまで導入された。75°までは線形に軸力が増加しており軸力のばらつきもほとんど認められない。90°を超えると軸力との関係は線形ではなくなり、120°では設計軸力の145%程度が導入されており、軸力と回転角の関係の非線形性からボルト長によらずボルトの塑性域にあると判断できる。導入軸力試験の結果より、弾性域に抑えるためのナット回転角は、M30×95(3.2d)では60°, M30×155(5.2d)では75°がよいと判断した。

リラクセーション試験の結果を図5に示す。締付後2496時間後の軸力を導入軸力で除した残存軸力率は、試験体AのM30×95(3.2d)で平均91.4%, 試験体BのM30×155(5.2d)で平均93.7%である。本試験では、設計ボルト軸力の15%増しの軸力を導入したが、リラクセーション試験後においても設計ボルト軸力に対して6%程度余裕があることが確認できた。

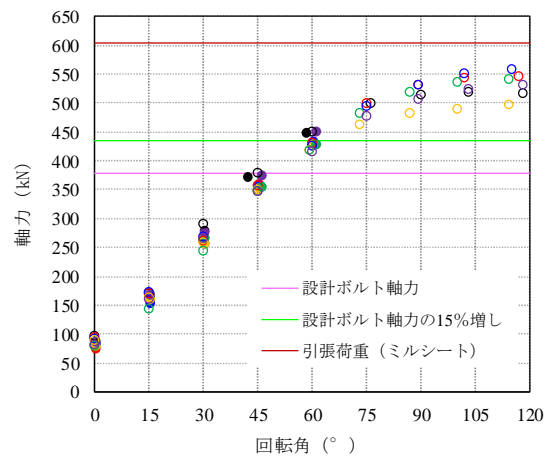
以上のことから、M30×95(3.2d)のナット回転角は60°, M30×155(5.2d)のナット回転角は75°とすることで、設計軸力以上かつ弾性域に抑えた軸力を導入できるものと考えられる。

4. おわりに

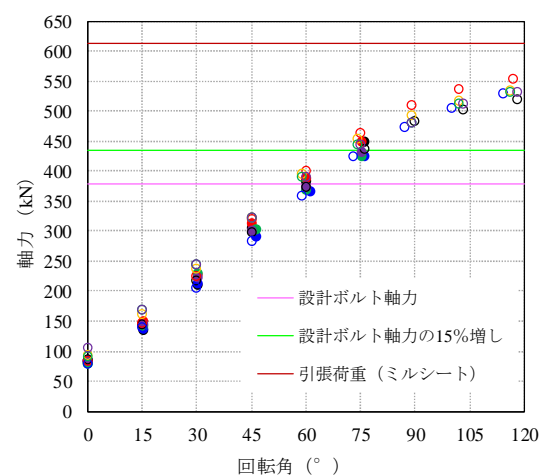
M30(F10T)高力ボルトの弾性域に導入軸力を抑えるナット回転角について、導入軸力試験とリラクセーション試験を行い検討した。検討の結果、M30×95(3.2d)のナット回転角は60°, M30×155(5.1d)のナット回転角は75°が適当であると考えられる。

参考文献

- 1) 白旗ら：F10Tを用いた高力ボルト摩擦接合継手におけるナット回転角法の適用の検討，土木学会論文集 A1, Vol.76, No.1, pp.1-14, 2020.
- 2) 網谷ら：太径高力ボルト摩擦接合継手のすべり係数に対する添接板厚・ボルトピッチの影響，構造工学論文集, Vol.68A, pp.361-373, 2022.
- 3) 南邦明：厚膜型無機ジンクリッチペイントを施した摩擦面で15%増し締めした高力ボルト継手試験，土木学会論文集 A1, Vol.73, No.1, pp.33-39, 2017.



(a) 試験体 A : M30×95 (3.2d)



(b) 試験体 B : M30×155 (5.2d)

図4 導入軸力試験結果

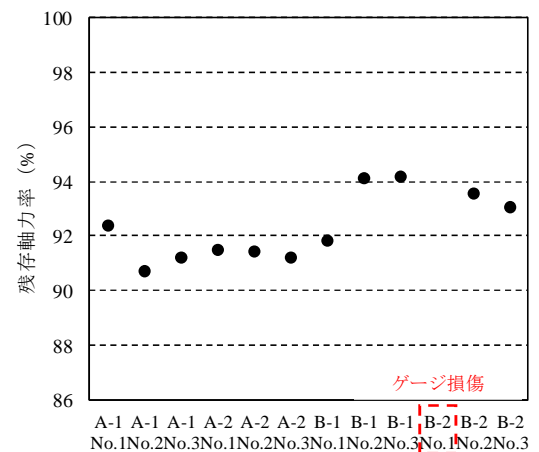


図5 リラクセーション試験結果