

## スレッドローリングねじの締付けトルクに関する一考察

正会員 ○中島一浩\*1 鈴木博之\*2 川邊裕一\*1

スレッドローリングねじ 締付けトルク トルク管理 締結不良

## 1. はじめに

スレッドローリングねじ<sup>1)</sup>(以下、ねじ)は、鋼部材同士を片側から接合することができるため、近年、建築の非構造部材の取付け<sup>2)</sup>や鋼橋の補修・補強<sup>3)</sup>に使用された例が報告されている。このねじの締付けにあたっては、高力ボルトの締付けの場合と同様に、締付け不足あるいは締付け過多といった締結不良を起こさないよう、締付けトルクの管理には十分な注意を払わなければならない。

本研究では、ねじの締付けトルクに関する基礎的な特性について検討する。

## 2. 実験方法

試験片形状を図1に示す。板厚は4.5mmと6mmの2種類とし、鋼板にはねじ径より0.5mm小さい孔を明けた。試験片の材質はSS400である。使用したねじはφ8mmとφ12mmの2種類であり、試験本数は各5本とした。ねじの形状・寸法を図2に示す。締付けにはデジタル式トルクレンチを用い、ねじ込みから締結部の破壊までの締付けトルクと回転角を測定した。試験状況を写真1に示す。

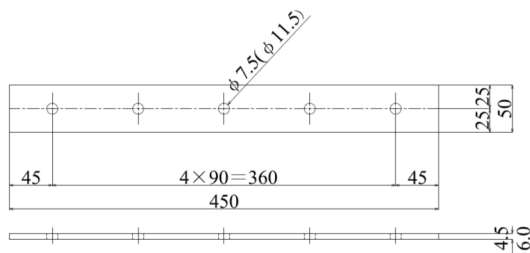


図1 試験片形状

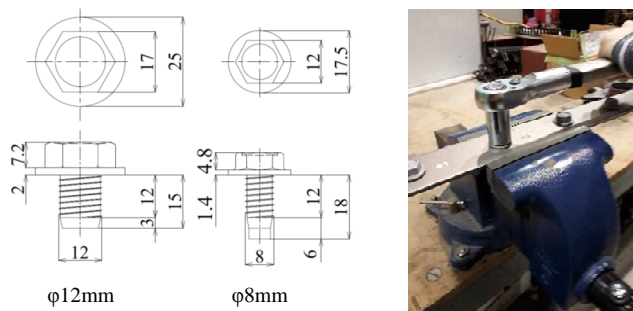


図2 ねじ形状・寸法

写真1 試験状況

## 3. 締付けプロセス

図3にねじ込みから締結部の破壊までの締付けトルク-回転角のプロセスの概念図を示す。ねじのねじ込みが進むと鋼板へのねじ山のかかりが増えていくため締付けトルクが上昇する。ねじが鋼板を貫通するとねじ込みトルクは極値(A点)を示し、その後、締付けトルクは徐々に低下する。本稿ではA点におけるトルクをねじ込みトル

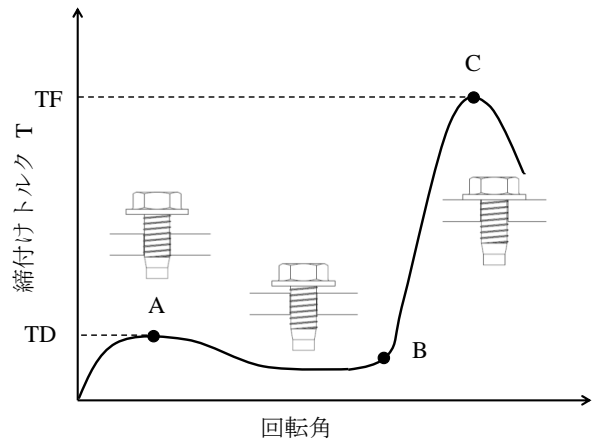


図3 締付けプロセス

クTDと呼ぶこととする。鋼板を貫通したねじを更に締付けていくとねじが鋼板に着座し(B点)、締付けトルクは急激に増加する。着座後さらに締付け続けると締結部に破壊が生じ(C点)、締付けトルクは低下に転じる。C点におけるトルクを破壊トルクTFとする。

## 4. 目標締付けトルク

ねじに締付け不足あるいは締付け過多による締結不良を生じさせないためには、ねじの着座を確認した上で締付けトルクTを少なくとも $TD < T < TF$ に収める必要がある。しかし、TD、TFにはばらつきがあるため、TDの平均値を $TD_{av}$ 、TDの標準偏差を $\sigma_d$ およびTFの平均値を $TF_{av}$ 、TFの標準偏差 $\sigma_f$ とすると、締付けトルクTは式(1)の範囲となる。

$$TD_{av} + 3\sigma_d < T < TF_{av} - 3\sigma_f \quad (1)$$

従って、目標締付けトルクTTを $(TD_{av} + 3\sigma_d)$ と $(TF_{av} - 3\sigma_f)$ の平均値に設定すると、TTは $(TD_{av} + 3\sigma_d) < (TF_{av} - 3\sigma_f)$ の条件のもとで、式(2)によって算出することが出来る<sup>4)</sup>。

$$TT = \{ (TD_{av} + 3\sigma_d) + (TF_{av} - 3\sigma_f) \} / 2 \quad (2)$$

## 5. 実験結果

図4にφ12mm、t6mmおよびφ8mm、t6mmの締付けトルク-回転角の実測結果を例示する。φ12mm、t6mmのTDは28Nm、TFは138Nmであり、φ8mm、t6mmのTDは15Nm、TFは54Nmとなった。また、ねじの着座から破壊までの回転角は、φ8mmが150度、φ12mmが220度であった。着座後はねじが一回転することなく締結部の破壊に至っていることが分かる。

図5、6にすべての試験片のTD、TFを示す。図には後述

する TT も示した。図 6 において、φ12mm, t4.5mm, No.4 の TF は他の 4 体よりかなり小さくなっている。これは、ねじが鋼板に斜めに入ったためではないかと思われる。図 5, 6 より、ねじ径が同じ場合、板厚が異なっても TD には有意な差は認められないが、TF は板厚が厚くなると大きくなるのが分かる。TD に有意な差が現れなかったのは板厚の差が小さすぎたためではないかと考えられる。

表 1 に各実験ケースの 5 体の TD<sub>av</sub>, TF<sub>av</sub>, 標準偏差 σ<sub>d</sub>, σ<sub>f</sub> を示す。表 2 には表 1 の結果に基づいて算出した TD<sub>av</sub>+3σ<sub>d</sub>, TF<sub>av</sub>-3σ<sub>f</sub>, TT および TT/TF<sub>av</sub> を示す。TT/TF<sub>av</sub> は 53%~58% の範囲となり、ねじ径と板厚が異なっても、概ね同程度の比率であることが分かる。また、図 5, 6 において、TD, TF にはばらつきがあるが、TT は十分に余裕があることが分かる。

このように、適用する部材の板厚と使用するねじの径ごとにねじ込みトルクと破壊トルクを測定することによって、目標締付けトルクを設定することが可能になることが分かった。

### 6. まとめと今後の課題

スレッドローリングねじの締付けトルクについて検討した結果、本実験の範囲においては、ねじ込トルクおよび破壊トルクのばらつきを考慮した目標締付けトルクは、破壊トルクの 53%~58% となった。

ねじの締付けトルクは、ねじの傾き、板厚、孔径の大きさにも依存すると考えられ、さらに検討したいと考えている。

表 1 実験結果

| ねじ径<br>mm | 板厚<br>mm | ねじ込みトルク                |                        | 破壊トルク                  |                        |
|-----------|----------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|           |          | TD <sub>av</sub><br>Nm | 標準偏差<br>σ <sub>d</sub> | TF <sub>av</sub><br>Nm | 標準偏差<br>σ <sub>f</sub> |
| φ8        | 4.5      | 13                     | 1.8                    | 47                     | 4.7                    |
|           | 6.0      | 15                     | 0.9                    | 55                     | 3.1                    |
| φ12       | 4.5      | 30                     | 2.4                    | 107                    | 10.2                   |
|           | 6.0      | 29                     | 2.3                    | 126                    | 8.8                    |

表 2 目標締付けトルク

| ねじ径<br>mm | 板厚<br>mm | TD <sub>av</sub> +3σ <sub>d</sub><br>Nm | TF <sub>av</sub> -3σ <sub>f</sub><br>Nm | TT<br>Nm | TT/TF <sub>av</sub><br>% |
|-----------|----------|---|---|----------|--------------------------|
| φ8        | 4.5      | 18                                      | 33                                      | 25       | 54%                      |
|           | 6.0      | 18                                      | 46                                      | 32       | 58%                      |
| φ12       | 4.5      | 37                                      | 76                                      | 56       | 53%                      |
|           | 6.0      | 36                                      | 99                                      | 68       | 54%                      |

### 参考文献

- 鈴木博之：スレッドローリングねじで接合された継手の強度に関する実験的研究，構造工学論文集 Vol.61A, P614-626, 土木学会, 2015 年 3 月
- 中島一浩, 岡本憲尚, 川邊裕一, 星山守, 藤井勝義：高耐食めっき鋼板と高耐食タッピング型ワンサイドボルトによる乾式接合胴縁システムに関する実験的研究，日本建築学会大会学術講演梗概集（九州），P1143-1144, 2016 年 8 月
- 坂本千洋, 坂野昌弘, 小西日出幸, 小山雅弘：対傾構取付け垂直補剛材上端部の疲労対策に関する実験的研究，鋼構造論文集，第 25 巻，第 100

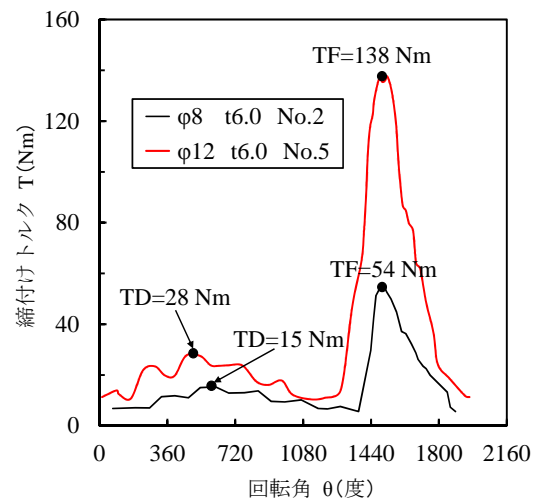


図 4 トルク-回転角

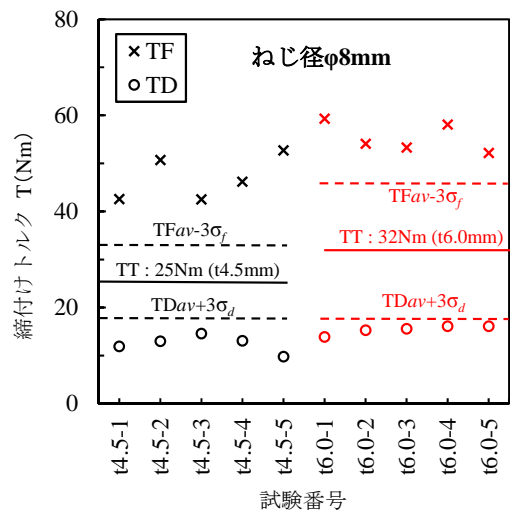


図 5 実験結果 (φ8)

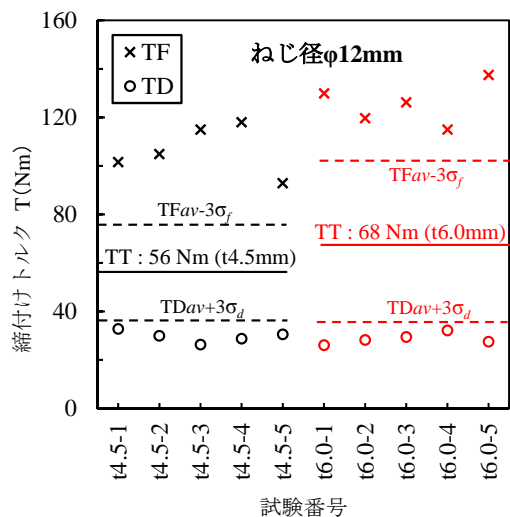


図 6 実験結果 (φ12)

号, P1-14, 2018 年 12 月

- 小長井和裕：タッピングねじの締め付け条件選定とその対応，日本ねじ研究協会誌，第 38 巻第 5 号抜刷，2007 年 5 月

\*1 ロブテックスファスニングシステム

\*2 明星大学理工学部総合理工学科建築学系 教授 工学博士

\*1 Lobtex Fastening Systems Co., Ltd.

\*2 Prof., Dept. of Architecture, Meisei Univ., Dr. Eng