

呼び径 $\phi=16\text{mm}$ のスレッドローリングねじの目標ねじ込みトルクと板厚の関係

明星大学 正会員 鈴木 博之

(株)ロブテックスファスニングシステム 正会員 ○中島 一浩

1. はじめに

スレッドローリングねじは、鋼部材同士を片側から接合することが出来るため、近年、鋼橋の補修・補強に使用された例が報告されている。本研究では、呼び径 $\phi=16\text{mm}$ のスレッドローリングねじの目標ねじ込みトルク TT について実験的に検討する。

2. 実験方法

本実験に使用したねじの形状、寸法を図1に示す。呼び径は $\phi=16\text{mm}$ である。ねじのねじ込みに使用した鋼板を図2に示す。鋼板の材質は SS400 であり、板厚は $t=6.0\text{mm}$, 9.0mm , 12.0mm である。鋼板の機械的性質を表1に示す。鋼板には(呼び径 $\phi=0.5\text{mm}$)の円孔を各12個あけ、鋼板を架台に固定するための $\phi=18\text{mm}$ の円孔を各6個あけた。実験に用いたねじの本数は各板厚に対して5本である。

ねじのねじ込みは次の手順で行った。ねじが自立するまでは、電動インパクトレンチを使用した。自立後、ねじ込みトルク T とねじの回転角 θ を計測できる容量 200Nm のデジタルトルクレンチを使用し、 200Nm を超える直前から接合部の破壊までは、ねじ込みトルクだけを計測できる容量 500Nm のデジタルトルクレンチを用いた。ねじ込みの途中でねじのフランジの一部が鋼板に着座した時のねじのフランジと鋼板の間の一番大きいすき間をすき間ゲージで測定した。

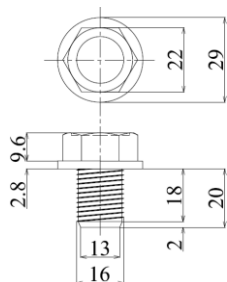


図1 ねじの形状・寸法

表1 試験片の機械的性質

板厚 t mm	降伏点 YP N/mm^2	引張強さ TS N/mm^2	伸び EL %
6	326	453	28
9	308	445	32
12	319	448	27

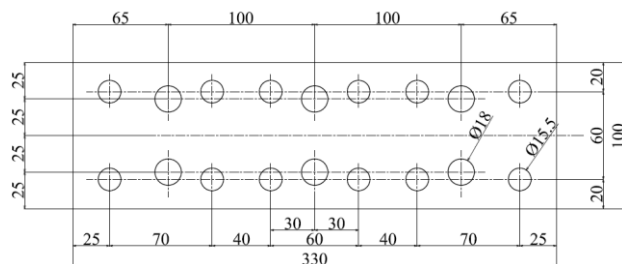
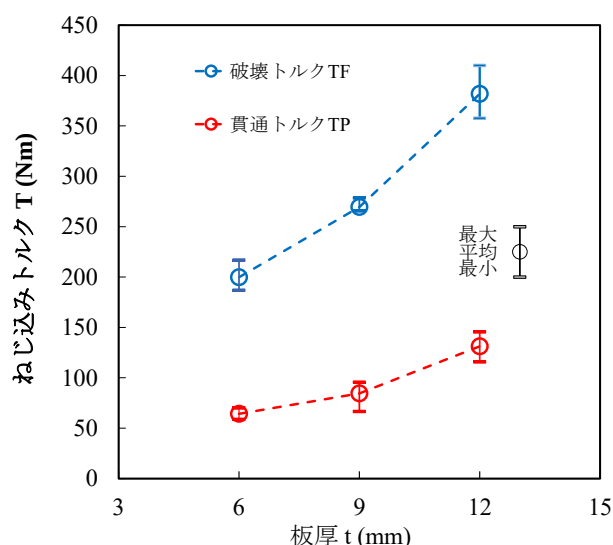


図2 試験用鋼板

3. 実験結果および考察

本実験によって得られた、ねじが鋼板を貫通した時のトルク TP および接合部が破壊した時のトルク TF を図3に示す。図3より、板厚が厚くなるにつれて貫通トルク TP、破壊トルク TF とともに増加しているが、TP より TF の方が増加の割合が大きく、TP よりも TF の方が板厚の影響を強く受けていることが分かる。

図3 貫通トルク TP、破壊トルク TF と板厚 t の関係

○破壊トルク TF(6mm) △貫通トルク TP(6mm)
○破壊トルク TF(9mm) △貫通トルク TP(9mm)
○破壊トルク TF(12mm) △貫通トルク TP(12mm)

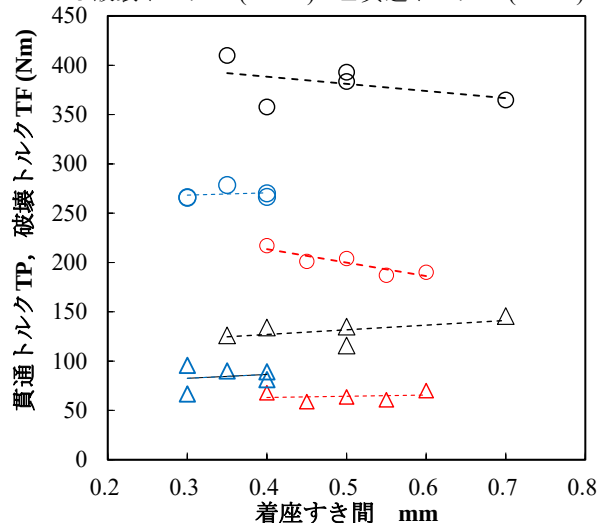


図4 貫通トルク TP、破壊トルク TF とすき間の関係

キーワード スレッドローリングねじ、貫通トルク、破壊トルク、目標ねじ込みトルク

連絡先 〒103-0012 東京都中央区日本橋堀留町 1-5-11 堀留 D ビル 5 階 TEL (03)5847-4100

ねじのフランジが着座した時のすき間と TP, TF の関係を図 4 に示す. 図 4 より, 板厚 $t=6\text{mm}$ 及び $t=12\text{mm}$ の場合は, すき間が大きくなると TP は上昇し, TF は低下していることが分かる. しかし, 板厚 $t=9\text{mm}$ の時は, TF, TP ともにあまり変化していない. これは, 板厚 $t=9\text{mm}$ の場合, すき間の範囲が $0.3\text{mm} \sim 0.4\text{mm}$ と狭いため TP, TF の変化が顕著に現われなかったものと思われる.

図 5 には, 呼び径 $\phi=8\text{mm}$, $\phi=12\text{mm}$ の目標ねじ込みトルク TT のデータ²⁾も示した. 目標ねじ込みトルク TT とは, ねじが鋼板を貫通した時のトルク TP と, ねじの接合部が破壊した時のトルク TF を用いて, 一般に次式で求められる.

$$TT = \{ (TP_{av} + 3\sigma_p) + (TF_{av} - 3\sigma_f) \} / 2$$

ここに, TP_{av} は 5 本のねじの貫通トルク TP の平均値, σ_p は貫通トルク TP の標準偏差, TF_{av} は 5 本のねじの破壊トルク TF の平均値, σ_f は破壊トルク TF の標準偏差である.

呼び径 $\phi=16\text{mm}$ の目標ねじ込みトルク TT は, 板厚 t が増加するにつれて, 122Nm から 243Nm まで増加している. これは, σ_p および σ_f に大きな違いがなく, TP_{av} 及び TF_{av} の平均値が板厚の増加とともに増加したためである. 板厚の増加とともに TP_{av} が増加したのは, 板厚 t が厚くなるとねじと鋼板のはめ合い長さが長くなり, 鋼板内のねじ山の数が増えるので, おねじとめねじの間の摩擦が増加し, ねじ込みトルク T が増加するためである. 今回の実験における接合部の破壊は, 鋼板内のめねじに生じたものと推察されたことから, TF_{av} が増加したのは, おねじがめねじに加える支圧力が板厚の増加に伴って大きくなり, より大きな支圧力を生じさせるためにはねじ込みトルク T も大きくならなければならず, 破壊トルク TF_{av} が板厚の増加に伴って増加したものと考えられる.

呼び径 $\phi=16\text{mm}$ と $\phi=12\text{mm}$ の目標ねじ込みトルク TT を比べると, どちらも板厚の増加と共に TT は増加しているが, $\phi=16\text{mm}$ の方がより増加の割合が大きい. これは, 板厚が同じ場合, 呼び径が大きい方が鋼板内のねじの全長が長くなるので, おねじがめねじに加える支圧力が, $\phi=12\text{mm}$ より $\phi=16\text{mm}$ の方が大きくなり, $\phi=16\text{mm}$ の場合の方がより大きなねじ込みトルクが必要になるためである. したがって, 呼び径 $\phi=12\text{mm}$ と $\phi=16\text{mm}$ の TP および TF のばらつきに大きな違いがなければ, TP および TF は呼び径が大きい方が大きくなり, 目標ねじ込みトルク TT の増加の割合が大きくなる.

呼び径 $\phi=8\text{mm}$, $\phi=12\text{mm}$ の結果では, $\phi=8\text{mm}$ の目標ねじ込みトルク TT はほぼ一定となった. これは, 呼び径に比べて板厚が厚い場合, ねじ自体のせん断強度よりはめ合い部の強度の方が高く, ねじ自体が

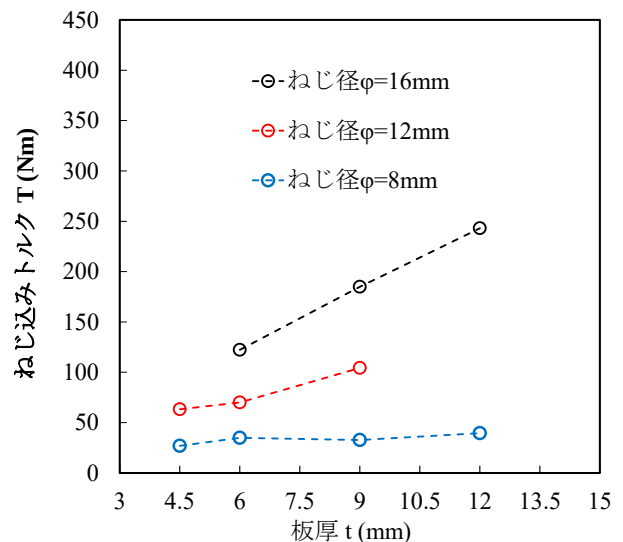


図 5 目標ねじ込みトルク TT と鋼板の板厚 t の関係

せん断破壊したためである. 一方, $\phi=12\text{mm}$ の目標ねじ込みトルク TT は板厚 t の増加に伴って増加した. これは, 貫通トルク TP も増加したが, 呼び径が大きくなったため, ねじのせん断破壊ではなく, 鋼板内のめねじ破壊が生じ, 破壊トルク TF が板厚 t の増加に伴って増加したためである.

4. まとめ

本研究では, 呼び径 $\phi=16\text{mm}$ のスレッドローリングねじの貫通トルク TP, 破壊トルク TF, 目標ねじ込みトルク TT に及ぼす板厚の影響について調査した. 本研究の範囲においては, 以下の結果を得た.

- (1) 板厚が厚くなるにつれて貫通トルク TP, 破壊トルク TF ともに増加したが, TP より TF の方が増加の割合が大きく, TP よりも TF の方が板厚の影響を強く受けることが分かった.
- (2) 板厚 $t=6\text{mm}$ 及び $t=12\text{mm}$ の時, ねじのフランジの一部が着座した時のフランジと鋼板のすき間が大きくなると TP は上昇し, TF は低下した. しかし板厚 $t=9\text{mm}$ の時は, すき間の大きさによらず TP, TF ともにあまり変化しなかった.
- (3) 呼び径 $\phi=16\text{mm}$ の目標ねじ込みトルク TT は, 板厚 t が増加するにつれて増加し, $6\text{mm} \leq t \leq 12\text{mm}$ の範囲において $TT=20 \times t$ の関係であることが分かった.

参考文献

- 1) 池田拓矢, 貴志友基: TRS を用いたUリブ鋼床版ビード亀裂に対する下面補修の施工改善, 令和2年度土木学会全国大会第75回年次学術講演会, VI-714, 土木学会, 2020年9月
- 2) 鈴木博之, 川邊裕一, 中島一浩: スレッドローリングねじの貫通トルクと破壊トルクに及ぼす板厚および孔径の影響, 令和2年度土木学会全国大会第75回年次学術講演会, I-41, 土木学会, 2020年9月

謝辞: 本研究の実施にあたり, 石川貴一君(研究当時, 明星大学4年生)の協力を得た. 記して感謝の意を表します.