φ=16mmのスレッドローリングねじの目標ねじ込みトルク TT

明星大学　正会員　鈴木　博之
明星大学　学生員　○石川　貴一

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、ねじ径φ=16㎜のスレッドローリングねじの目標ねじ込みトルク TT について調査する。

２．実験方法　本実験に使用したねじを図１に示す。ねじ径はφ=16㎜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㎜、9.0㎜、12.0㎜である。板厚ｔ=6.0㎜の降伏点は YP=326 N/㎟、引張強さは TS=453 N/㎟、板厚ｔ=9.0㎜の降伏点は YP=308 N/㎟、引張強さは TS=445 N/㎟、板厚ｔ=12.0㎜の降伏点は YP=319 N/㎟、引張強さは TS=448 N/㎟である。鋼板には(ねじ径φ-0.5㎜)の円孔を各 12 個あけ、鋼板を架台に固定するためのφ=18㎜の円孔を各 6 個あけた。表１に実験ケースを示す。実験に用いたねじの本数は各板厚に対して５本である。ネジ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 600Nm 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。

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。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㎜及び t=12㎜の場合、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㎜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㎜の場合、すき間の範囲が 0.3～0.4㎜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。貫通トルク TP,破壊トルク TF を次式に代入して目標ねじ込みトルク TT を算出した。得られた目標ねじ込みトルク TT を図５に示す。

$$TT=\{(TP_{av}+3\sigma_p)+(TF_{av}-3\sigma_f)\}/2 \quad (1)$$

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

図５には昨年行ったφ=8㎜、12㎜の目標ねじ込みトルク TT のデータも示した。ねじ径φ=16㎜の目標ねじ込みトルク TT は、板厚ｔが増加するにつれて、140Nm 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。

昨年のφ=8㎜、12㎜の結果では、φ=8㎜の目標ねじ込みトルク TT はほぼ一定となった。これは、ねじ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、ねじ自体がせん断破壊したためである。一方、φ=12㎜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、ねじ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。

キーワード　スレッドローリングねじ，目標ねじ込みトルク，板厚依存性，
連絡先　〒191-8506　日野市程久保 2-1-1　明星大学　総合理工学科　ＴＥＬ042-591-9645

ねじ径φ=16mm とφ=12mm 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、φ=16mm の方がより増加の割合が大きい。これは、板厚が同じ場合、ねじ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、φ=12mm よりφ=16mm の方が大きくなり、φ=16mm 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、ねじ径φ=12mm とφ=16mm 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 はねじ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。

４．まとめ　本研究では、φ=16 mmのねじの貫通トルク 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=6mm 及び t=12mm 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=9mm 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) ねじ径φ=16mm 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 mm≦t≦12mm の範囲において TT=20×t の関係であることが分かった。

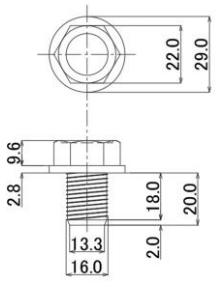

図 1. ねじの形状・寸法

表１　実験ケース

試験番号	板厚 t mm
1606-1~5	6.0
1609-1~5	9.0
1612-1~5	12.0

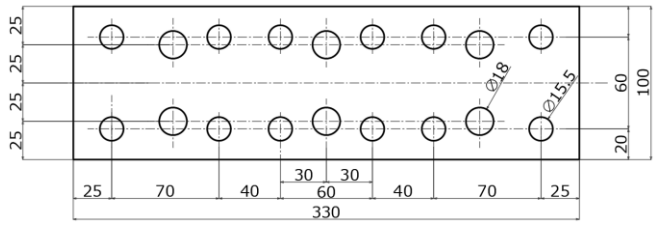

図 2. 試験用鋼板

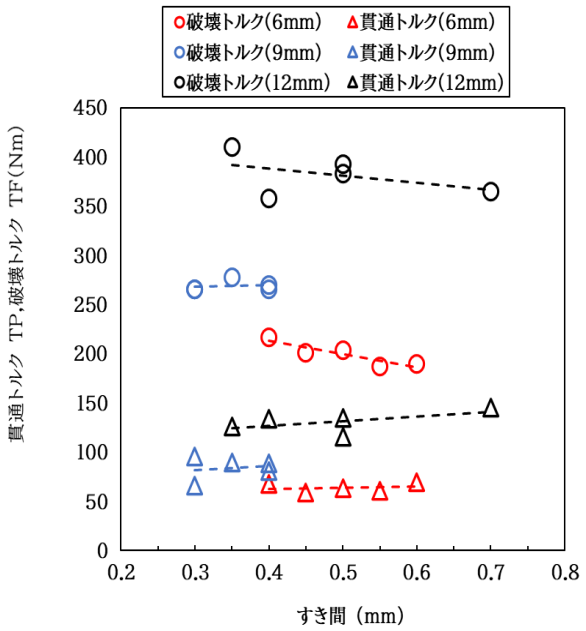

図 4. 貫通トルク TP、破壊トルク TF とすき間の関係

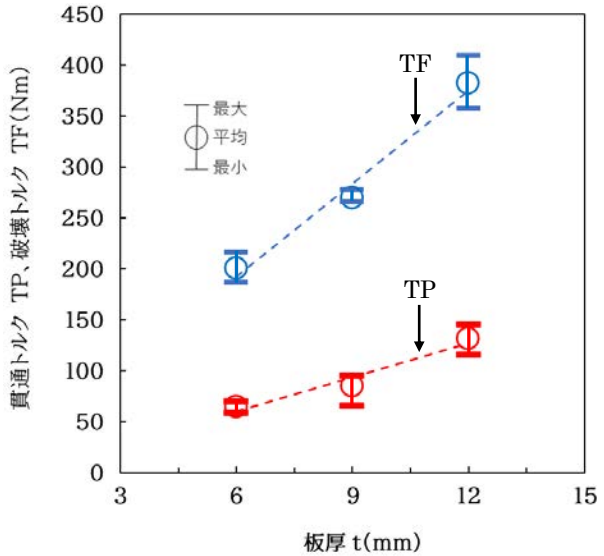

図 3. 貫通トルク TP, 破壊トルク TF と板厚 t の関係

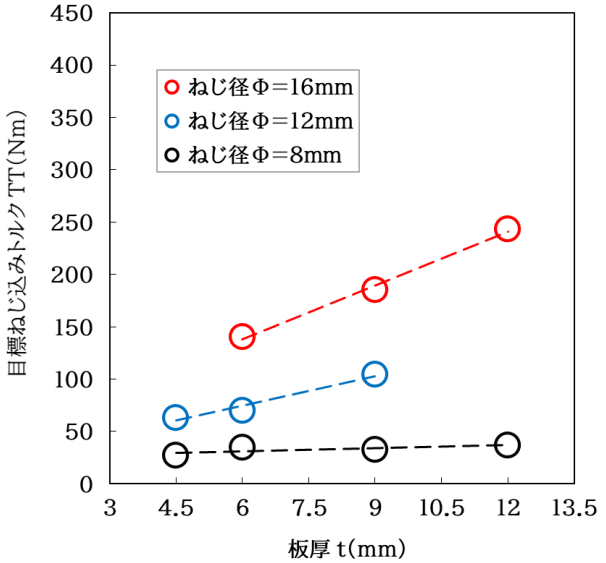

図 5. 目標ねじ込みトルク TT と鋼板の板厚 t の関係