

スレッドローリングねじの締付けトルクに及ぼす鋼材の表面処理の影響

明星大学 正会員 鈴木 博之

(株)ロプテックス 正会員 ○中島 一浩

日本ファブテック(株) 永崎 央輔

1. はじめに

スレッドローリングねじ(以下、ねじ)は、鋼橋の補修や補強工事に用いられた例が報告されている¹⁾。ねじの締付けトルクは、鋼板に成形されためねじとおねじの間の摩擦、鋼板と接するねじ座面の摩擦及びねじの軸力が影響する。一方、橋梁工事で使用される鋼板には、様々な種類の表面処理が施されるが、鋼板表面の粗さはそれぞれ異なるため、表面処理の違いがねじの締付けトルクに影響を及ぼすことが考えられる。そこで、本研究では、ねじの締付けトルクに及ぼす鋼板の表面処理の影響について実験的に検討する。

2. 実験方法

実験に用いたねじの形状・寸法を図-1 に示す。実験に用いる鋼板は図-2 の形状・寸法とし、鋼板にはねじ径 $\phi=12\text{mm}$ よりも 0.5mm 小さな円孔 $\phi=11.5\text{mm}$ をあけた。鋼板の材質は SS400、鋼板の板厚は 6mm である。鋼板の表面状態は黒皮、赤錆、無機ジंकリッチペイント $75\mu\text{m}$ (以下、無機ジंक)、有機ジंकリッチペイント(以下、有機ジंक)、熔融亜鉛めっき HDZ55(以下、めっき)、熔融亜鉛めっき後りん酸塩処理(以下、りん酸)の 6 種類とした。試験片の表面粗さは、図-2 の▲の位置を粗さ測定器(サーフテスト SJ-301)で測定し、十点平均粗さ R_{zJIS} を算出した。また、膜厚は図-2 の■の位置を電磁式膜厚計(Sanko Pro-1)で測定した。表面粗さ及び膜厚の測定結果の平均値を表-1 に示す。

ねじの締付けトルクの測定には、トルク T と回転角 θ を同時に測定出来るデジタル式トルクレンチを用いた。ねじの本数は、各実験ケースに対して 5 本とした。

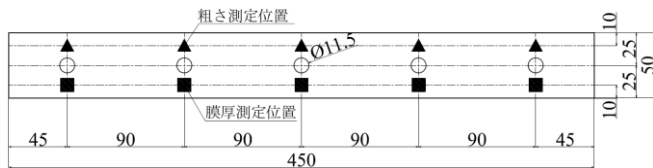
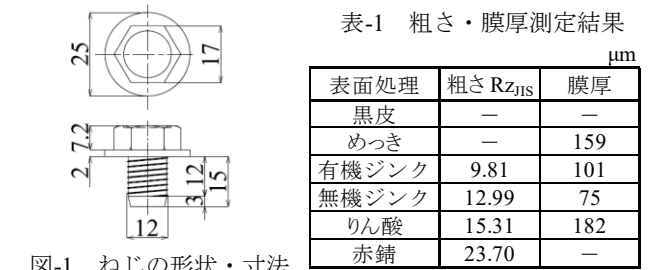
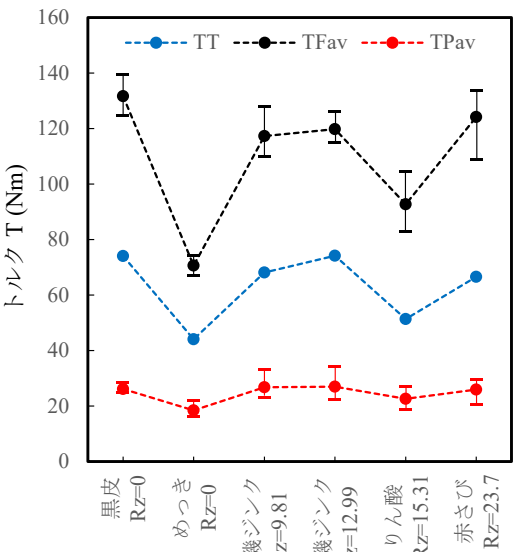


図-2 試験片寸法及び表面粗さ・膜厚測定位置

表-2 実験結果

表面処理	TPav	TPav+3 σ_p	TFav	TFav-3 σ_F	TT
黒皮	26.1	32.6	131.7	115.6	74.1
めっき	18.4	24.3	70.6	63.8	44.1
有機ジंक	26.8	37.6	117.3	98.5	68.1
無機ジंक	27.0	40.3	119.8	108.0	74.2
りん酸	22.6	32.2	92.7	70.3	51.3
赤錆	25.9	35.4	124.2	97.9	66.6



表面処理の種類

図-3 表面処理の種類とトルク T の関係

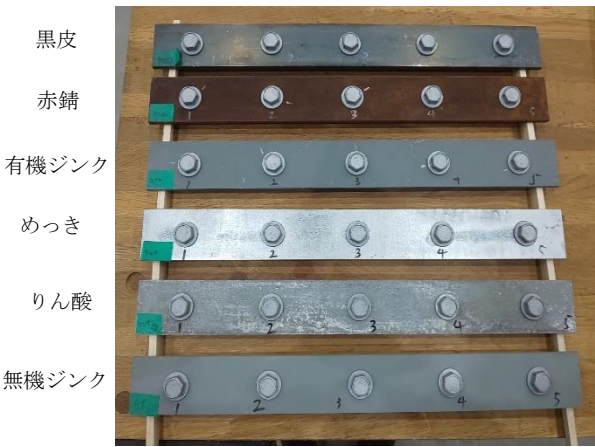


写真-1 実験後の試験片

キーワード スレッドローリングねじ、表面処理、表面粗さ、破壊トルク、目標締付けトルク

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

3. 実験結果

表-2 及び図-3 に本実験で得られた貫通トルク TP の平均値 TPav, 破壊トルク TF の平均値 TFav, 目標締付けトルク TT を示す. 目標締付けトルク TT は次式により求めた²⁾.

$$TT = \{ (TPav + 3\sigma_P) + (TFav - 3\sigma_F) \} / 2$$

ここに, σ_P は貫通トルク TP の標準偏差, σ_F は破壊トルク TF の標準偏差である. 実験後の試験片を写真-1 に示す.

図-3 の横軸は表面処理の種類である. 黒皮から右に行くにつれ鋼板表面が粗くなっており, 赤錆の表面が最も粗くなっている. めっきとりん酸以外の破壊トルク TFav には大きな差異は無く, 鋼材の表面粗さの影響が小さいことが分かる.

一方, めっき及びりん酸の破壊トルク TFav, 目標締付けトルク TT は, 他の4 ケースに比べると大きく低下していることが分かる. 目標締付けトルク TT が低下しているのは, 破壊トルク TFav の低下の影響を大きく受けたためである. めっき及びりん酸の破壊トルク TFav が低下しているのは, 試験片の製作時にねじ孔のコバにめっきが付着していたことで, おねじと鋼板の摩擦が小さくなったためではないかと推察された.

そこで, ねじ孔のコバに付着しためっきの影響を取り除くために, めっきとりん酸処理をした後に円孔をあけた鋼板を用いて追加実験を行うこととした. また, ねじに潤滑剤を塗布した黒皮の鋼板についても追加実験を行った. ねじの本数は, 潤滑剤を塗布した鋼板は5本, めっきとりん酸処理をした後に円孔をあけた鋼板は各4本とした.

4. 追加実験結果

追加実験の結果を表-3 及び図-4 に示す. 追加実験における貫通トルク TPav, 破壊トルク TFav 及び目標締付けトルク TT を○印で示す. めっき及びりん酸の貫通トルク TPav, 破壊トルク TFav および目標締付けトルク TT は, 後孔をあけた試験体の方が大きくなった. これは, ねじ孔のコバに付着しためっきが貫通トルク TPav, 破壊トルク TFav の低下の原因であったことを表している. また, ねじに潤滑油を噴霧して黒皮状態の鋼板にねじ込みを行った結果, ねじ孔のコバにめっきが付着した試験体と同様に, 貫通トルク TPav, 破壊トルク TFav および目標締付けトルク TT は小さくなった.

図-5 に黒皮とめっきのトルク T と回転角 θ の関係の一例を示す. 黒皮の目標締付けトルク TT は, ねじに潤滑剤を噴霧した試験片の破壊トルク TF より大きい. また, めっきに後孔をあけた試験片の目標締付けトルク TT も, コバにめっきが付着した試験片の破壊トルク TF より大きくなっている. これらは, 潤滑剤が噴霧された影響やコバに付着しためっきの影響を考慮せずに目標締付けトルク TT を設定してねじを締め付けると, ねじの接合部が破壊することを表している.

5. 結論

本研究の範囲において, 以下のことが分かった.

(1) 鋼板の表面処理の違いが貫通トルク TP, 破壊トルク TF に及ぼす影響は認められなかった.

表-3 追加実験結果

表面処理	TPav	TPav+3 σ_P	TFav	TFav-3 σ_F	TT
めっき(後孔)	31.1	38.8	138.9	111.6	75.2
りん酸(後孔)	33.8	39.4	132.5	116.0	77.7
潤滑剤	15.8	18.2	70.9	58.3	38.2

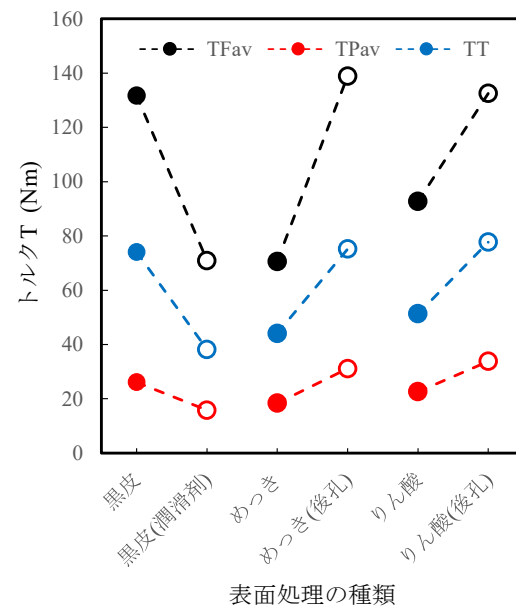


図-4 表面処理の種類とトルクの関係

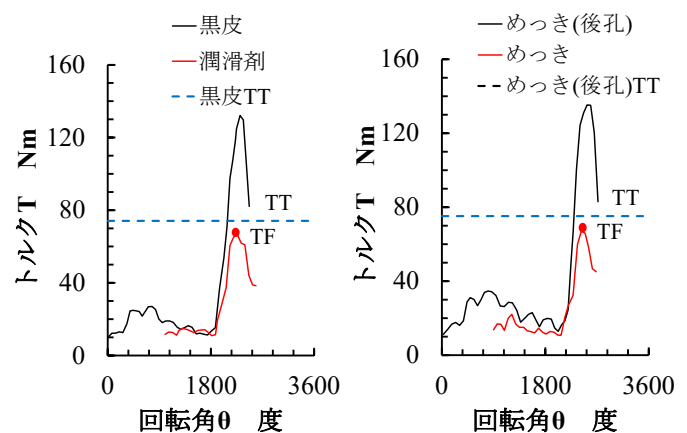


図-5 黒皮とめっきのトルク-回転角の関係

(2) 鋼材の表面処理がめっき及びりん酸の場合, ねじ孔のコバにめっきが付着すると, 破壊トルク TF が著しく低下することが分かった.

(3) ねじに潤滑剤を噴霧し, ねじ込みを行った結果, 破壊トルク TF が著しく低下することが分かった.

参考文献

- 例えば, Luiza H. Ichinose, 寺西陽一郎, 坂野昌弘: 実橋での鋼床版補強構造の適用と応力計測による疲労耐久性の検証, 令和2年度土木学会全国大会第75回年次学術講演会, CS3-04, 土木学会, 2020年9月
- 小長井和裕: タッピン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, p131-135, 2007年5月20日

謝辞: 本研究の実施にあたり, 渡邊一貴君(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.