

論文

タッピンねじ用締付け試験機の開発

舟山義弘^{*1)} 小島丈廣^{*1)}

Development of a tightening examination machine for tapping screws

Yoshihiro FUNAYAMA and Takehiro KOJIMA

Abstract This study was carried out with the goal of developing a tightening examination machine for the evaluation of tightening related reliability in order to prevent the inadequate tightening of threaded machine screws. This examination machine is used primarily for tapping screws with nominal diameters of less than 3 mm. The development involves the development of a small-size load cell capable of measuring said measurement, the composition of a device that processes load cell data, and the improvement of an electric screw-driver that is used for improving the ease of screw processes. These will be incorporated into one unit to complete the development. The tightening performance of this examination machine was examined by fastening tapping screws that possess a 3 mm nominal diameter. As a result, it was revealed that correct measurement was ensured and there were no performance related problems.

Keywords Tapping screws, Tightening examination machine, Load cell, Electric screw-driver.

1. はじめに

現在製品の組立には、雌ねじをねじ込み材に雄ねじ自体により成形し締結(以下締付けという)を行うタッピンねじが多く使用されている。この理由はナットの必要性がなく製品のコンパクト化及び軽量化や締付けの省力化を可能にする。こうした製品はさらに高性能化が進み、精密化や耐久性がますます要求され、タッピンねじに関しても品質に限らず、適正な締付けトルクや作用する締付け軸力のデータも求められ、締付けの信頼性を明確にすることが要望されている。

ねじ部品(ボルト・ナット等)の締付けの信頼性を評価する方法として、ねじの締付け通則(JIS B 1083)やねじ部品の締付け試験方法(JIS B 1084)が標準化され、締付け方法の指針としてトルク法等が規格化¹⁾されている。

しかし、JIS等の規格や試験機も含め、呼び径8 mm以上を主に対象ねじ部品としており、これよりさらに小さい呼び径3 mm以下の小ねじやタッピンねじの締付けの信頼性を評価する試験機はなく、これに対応する試験の要望が多くなっている。

そこで、小ねじ部品の締付け不良の防止を目的に、締付けの信頼性を評価する締付け試験機の開発を行った。この試験機は、主に対象ねじ部品を呼び径3 mm以下のタッピンねじとし、この測定が可能な小型ロードセルの開発、このデータを処理する装置の構成及びねじ込み性を改善する電動ド

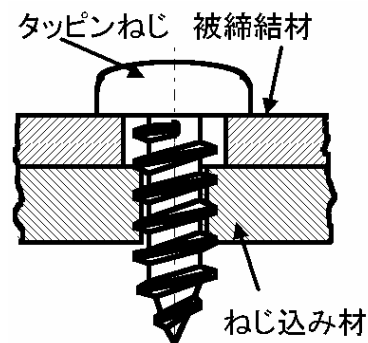


図1 タッピンねじの締付け状態

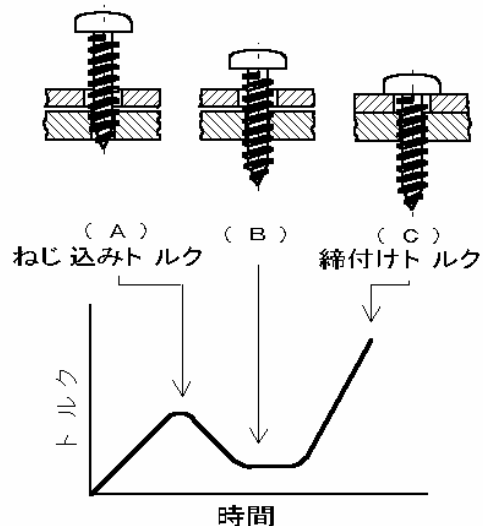


図2 締付け過程の概要とトルクの変化

*1) 技術試験室

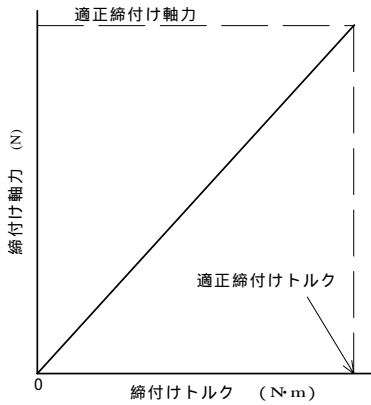


図3 締付け線図

ライバの改良を行い、これらを組み込み開発した。

2. 締付け試験機の開発方法

タッピンねじの締付け状態を図1に、締付け過程の概要とトルクの変化を図2に示す。タッピンねじは、最初にねじ込みトルクにより雌ねじをねじ込み材に成形する。このトルクは、電動ドライバを手に持ち作業を行う場合等手の負担を少なくする省力化が望まれており、ねじ込み性を改善する方法等の検討に必要な評価データになる。

次に、最終的な締付けを行う締付けトルクは、小さい場合には完全に締付けが行われない締付け不足、大きい場合には締め過ぎにより成形した雌ねじのせん断破壊等の問題が生じる。これらの問題は樹脂やアルミ材等比較的軟らかいねじ込み材の締付けに多い。このような場合には図3に示すような締付け線図を作成し、これから適正な締付け軸力と締付けトルクの間係を求め締付けを行うことにより問題の解決ができる。したがって、締付け軸力と締付けトルクのデータも予め必要になる。

しかし、呼び径3mm以下のタッピンねじは、測定値や形状・寸法が小さく、締付け軸力やねじ込み及び締付けトルクを測定することが難しい。

そこで、この測定が可能な小型ロードセルの開発を行い、この測定したデータを取り込み処理する装置を構成した。また、ねじ込み性の改善を目的として、市販の電動ドライバに負荷回転数を変える回路を加え、従来の回転数一定と変調回路の波形に沿った負荷回転数になるよう改良した。最後に、開発した小型ロードセル、データ処理装置及び改良電動ドライバを組み込み締付け試験機の開発を行い、この締付け性能を、呼び径2.5mm及び2mmのタッピンねじの締付け試験により評価を行った。

3. 結果及び考察

3.1 小型ロードセルの開発

呼び径3mm以下のタッピンねじの締付け軸力とねじ込み及び締付けトルクのデータを同時に測定する、図4に示

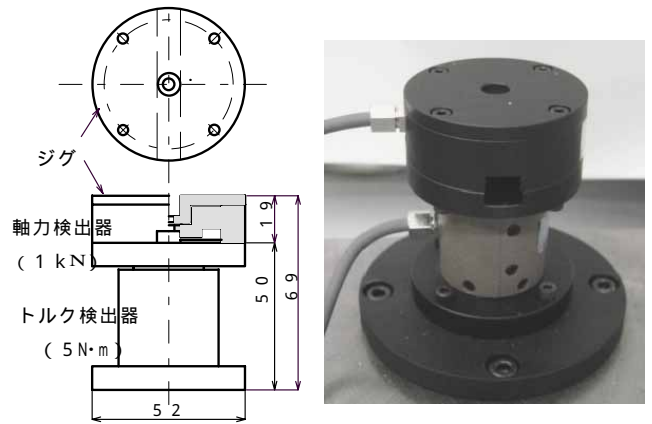


図4 開発小型ロードセル

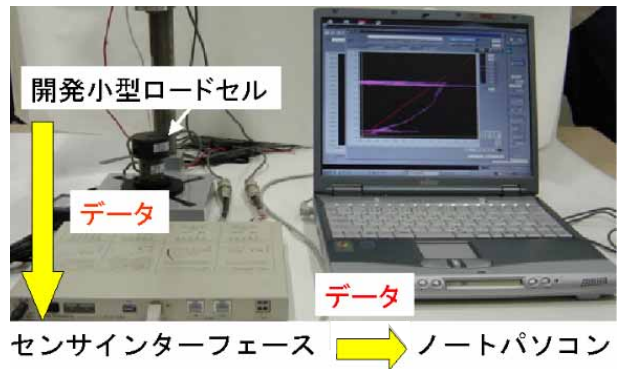


図5 データ処理装置

す小型ロードセルの開発を行った。このロードセルは、締付け軸力検出部をワッシャ型の荷重変換器にして全長69mm、外径52mmと小型化を図った。容量は、締付け軸力1kN、トルク5N・mで小さな値でも測定を可能にした。

3.2 データ処理装置の構成

ロードセルからの締付け軸力とねじ込み及び締付けトルクのデータを取り込みファイルに保存ができる図5に示すデータ処理装置をパソコン等により構成した。これにより、ねじ込みトルクと時間、締付け軸力と締付けトルクの線図から、最大ねじ込みトルクの解明、最適締付け軸力の解析とその締付けトルクの解明、トルク係数の解析等を可能にした。

この装置を使用し、図6に示すM3小ねじをバーリング下穴加工した薄板雌ねじ材に、電動ドライバを手に持ち締付けた場合と、フレームに固定して締付けた場合の両締付け線図(図7)を作成した。図7(a)に示す電動ドライバを手に持ち締付けた場合の締付け線図では、カムアウト(ドライバビットの浮上り現象)の発生が分る等不安定なデータが得られた。一方、図7(b)に示す電動ドライバを固定して締付けた場合の締付け線図では、安定したデータが得られた。これらから電動ドライバを手に持ち締付けた場合には、小ねじの締付け不良の一因になることが考えられる。したがって、

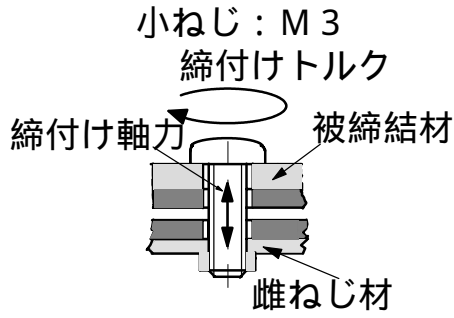
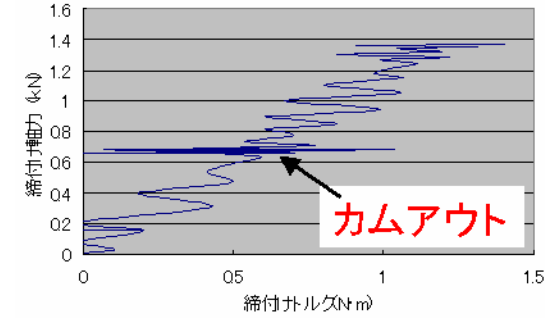
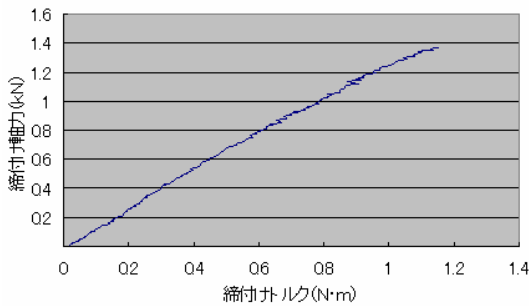


図6 小ねじの締付け



(a) 電動ドライバを手持ち



(b) 電動ドライバを固定

図7 締付け線図

この装置は締付けの問題点の解明に役立つデータも得られることが分った。

3.3 市販電動ドライバの改良

市販の電動ドライバを図8に示すように改良した。この改良電動ドライバは従来の回転数一定と、ねじ込み性の改善を目的に図9に示す変調回路の波形(正弦波,三角波,矩形波)に沿った負荷回転数になるようにした。

この改良電動ドライバのねじ込み性能を,図10に示すように,呼び径2mmの鋼製タッピンねじを鋼製ねじ込み材にねじ込んだ場合の,負荷回転数の波形の違いによる影響について最大ねじ込みトルクを測定し評価した。この結果,従来の回転数一定に比べ,正弦波や矩形形でねじ込みトルクが若干小さくねじ込み性の効果は認められた。また,正弦波については,ばらつきも少なく安定していた。したがって,この改良電動ドライバは,タッピンねじの締付け作業の省力化を可能にし,作業性の向上に寄与するものと考えられる。

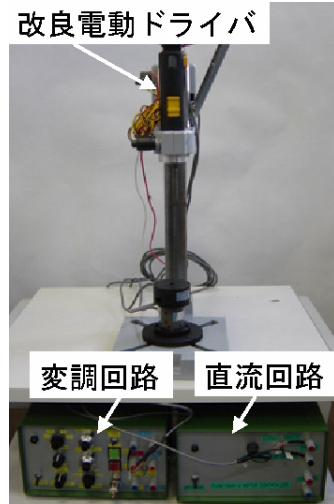


図8 改良市販電動ドライバ

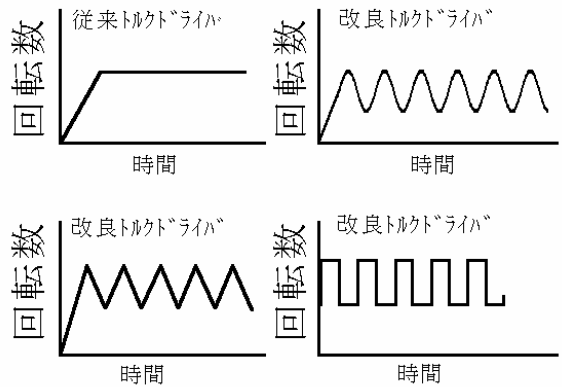


図9 改良電動ドライバの負荷回転数

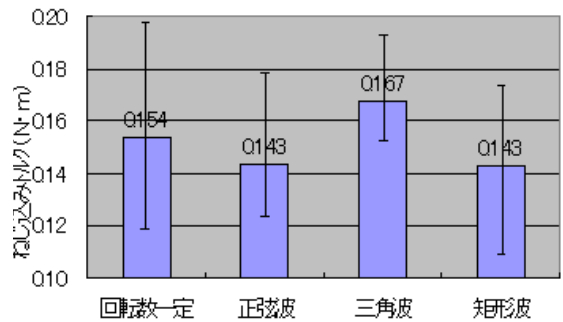
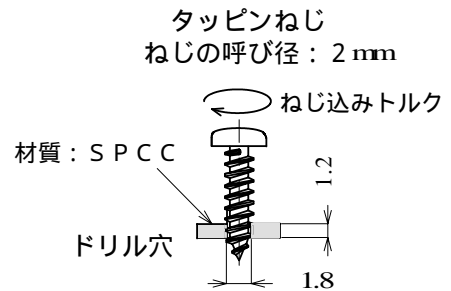


図10 負荷回転数の波形の違いによる影響

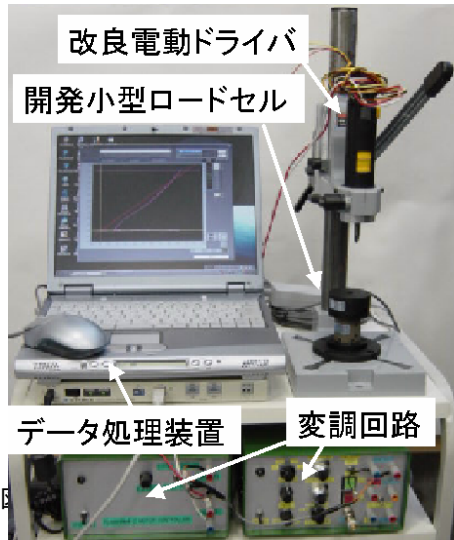


図 1 1 開発締付け試験機

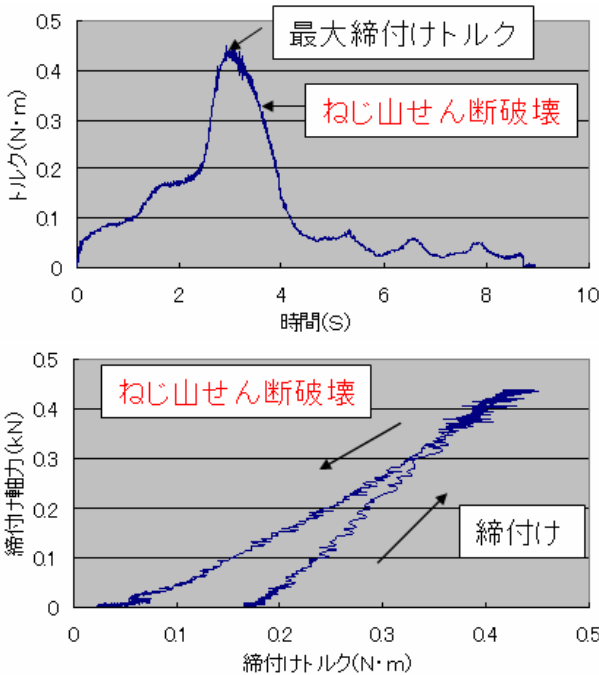


図 1 2 締付け性能試験例

(ねじ込み材：樹脂，負荷回転一定)

3.4 締付け試験機の開発と性能評価

開発した小型ロードセル，データ処理装置及び改良電動ドライバを組み込み，図 1 1 に示す締付け試験機を開発した。この締付け性能について，呼び径 2.5 mm のタッピンねじを樹脂ねじ込み材に回転数一定により締付け試験を行った結果を図 1 2 に示す。また，3.3 の市販電動ドライバの改良において測定した，呼び径 2 mm のタッピンねじを鋼製ねじ込み材に，三角波に負荷回転数を変えて締付け試験を行った結果を図 1 3 に示す。このように，開発試験機は，トルクと時間，締付け軸力と締付けトルクの関係測定することができ性能的に特に問題はなかった。したがって，呼び径 3

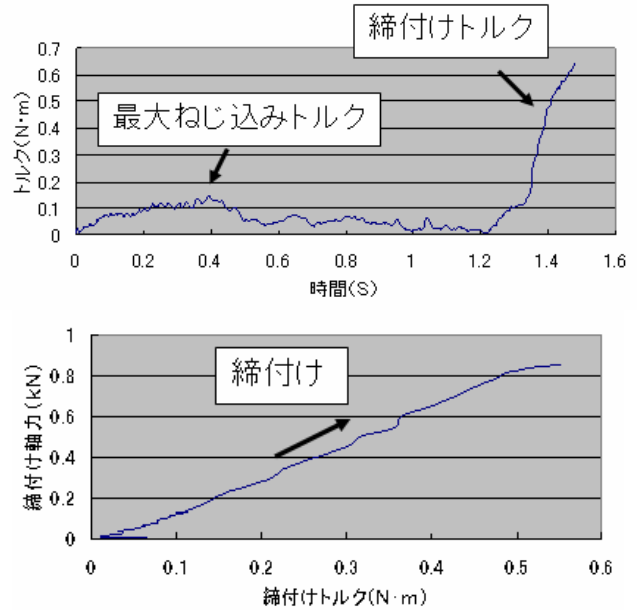


図 1 3 締付け性能試験例

(ねじ込み材：軟鋼，負荷回転三角波)

mm以下のタッピンねじの締付けに関するデータが得られることから，この締付け不良の防止を図り，締付けの信頼性の保証を可能にする。

4. まとめ

小ねじ部品の締付け不良の防止を目的に，締付けの信頼性を評価する締付け試験機の開発を行った。この試験機は，主に対象ねじ部品を呼び径 3 mm 以下のタッピンねじとし，この測定が可能な小型ロードセルの開発，ロードセルのデータを処理する装置の構成及びねじ込み性を改善する電動ドライバの改良を行い，これらを組み込み開発した。また，この試験機の締付け性能を，呼び径 3 mm 以下のタッピンねじの締付け試験により評価を行った結果，締付け軸力と締付けトルク等の関係を測定することができ性能的に問題はなかった。

謝辞

最後に，本研究遂行に当たり，締付け試験機の開発に多大な御協力を頂いた東京都立城東地域中小企業振興センターの染谷克明氏，株式会社昭和測器の各位には深く感謝致します。

参考文献

1) 日本規格協会：JISハンドブックねじ(2002)。

(原稿受付 平成 16 年 8 月 6 日)