

要旨

タッピンねじによる締結において、締結体の性能に関わる締結力、および作業性に関わるねじ込みトルクと破断トルクの比について、下穴径の影響を明らかにしている。さらに、外力に対する強度に及ぼす締付け力の影響を検討し、その強度を低下させない締付け力の上限について述べている。

1. はじめに

タッピンねじは、あらかじめねじを加工したりナットを使うことなく部品を結合することができる生産性の高い締結要素である。しかし、締結強度がボルト・ナット結合体のようにすでに規格化されている強度に依存するものではなく、ナットに相当する部分（ねじ込み材）が材料、下穴径、ねじ込み長さなど種々の条件に依存するねじ込み部の強度に左右される。

現在、鋼製の薄板を対象にして下穴径の適正值が規格化されている¹⁾が、比較的厚みの要求されるプラスチック材に対する最適な設計条件は今後の検討に待つところが多い。本研究では、ねじ込み材がプラスチック材料の場合について、締結強度におよぼす下穴径、ねじ込み長さの影響について検討している。

2. 締付け過程

図1に締付け試験装置の概要を示す。モータ軸に直結したビットにより一定回転数でタッピンねじを締付ける。予め下穴を加工したねじ込み材②は下部締結体③に固定され、ねじ頭部が上部締結体④に着座して発生する締め付け力 F_b は検出器⑤で測定される。またねじ込み過程のビットの締付けトルクは検出器⑦で測定される。

ねじ込み中に、タッピンねじの完全ねじ部が締結材を貫通する直前に発生するトルクの極大値をねじ込みトルク M_{in} 、その後着座し発生する締め付け力の最大値を締結力 F_b とする。この F_b に達したときに、トルクは最大値となり、これを破断トルク M_{br} とする。

なお、下穴径が小さすぎると締め付けトルクが過大になりビット先やネジ頭の破損を生じる。逆に下穴径が大きすぎると、締結強度が低下する。

3. 締結力におよぼす下穴径の影響

締結力 F_b は、締結体の部品どおしのずれに対する強度を左右するので、重要な設計因子である。

図2は成形されたねじ山が破損するまで締め付けたときに得られる締結力を示す。これより、締結力は下穴径の増加とともに低下する。

ねじ込み長さ l_e の影響については、 $d_k=4.5\text{mm}$ までは l_e を10mmから15mmにすると F_b もほぼ比例的に増加する。しかし、 $d_k=4.7\text{mm}$ になると締結力の低下が著しいばか

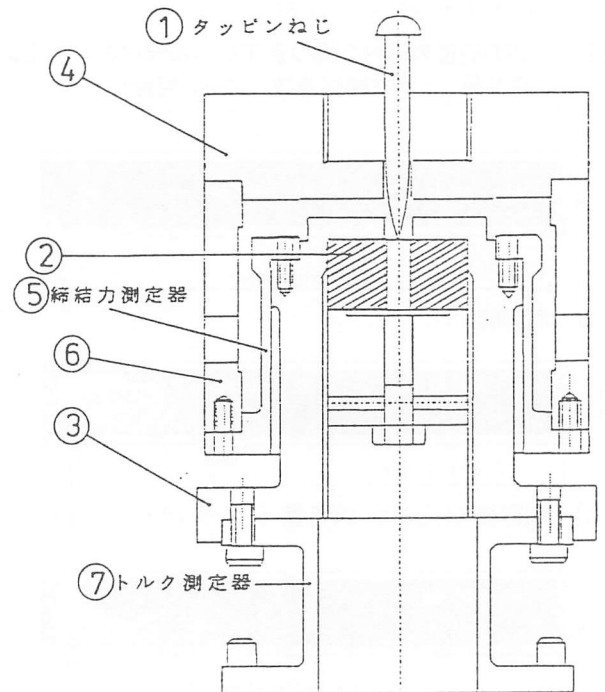


図1 締付け試験機の主要部

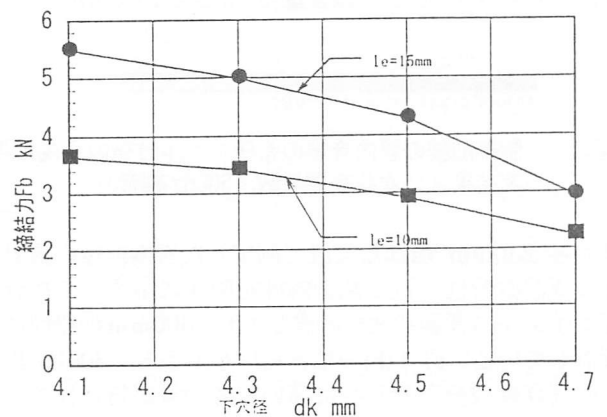


図2 締結力の下穴径による変化

りでなく、 l_e を長くすることによる効果があまり期待できない。

4. ねじ込みトルクと破断トルク

図3は締結力 F_b に対応する破断トルクとねじ込みトルクの下穴径 d_k による変化を示す。 d_k が増加すると、 M_u は F_b に対応して減少するが、同様に M_e も減少傾向を示す。

ここで、不完全な結合や締め付け過ぎなどを起こさないという作業性の観点からは、これらのトルク比 $k = M_u/M_e$ （ねじ込み破断トルク比）が大きいたことが望ましい。ねじ込み破断トルク比は図4に示すように下穴径の影響を受け、 $d_k=4.5\text{mm}$ において最大値を示す。

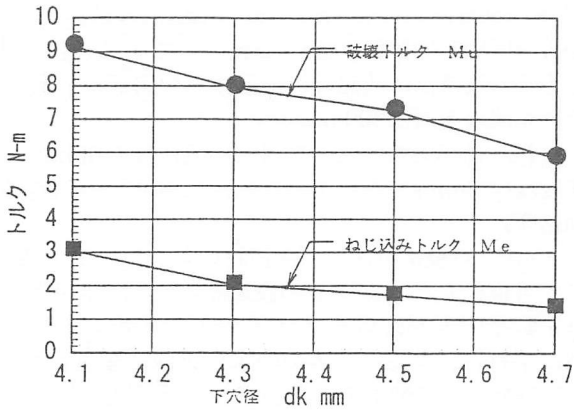


図3 ねじ込みトルクと破断トルク

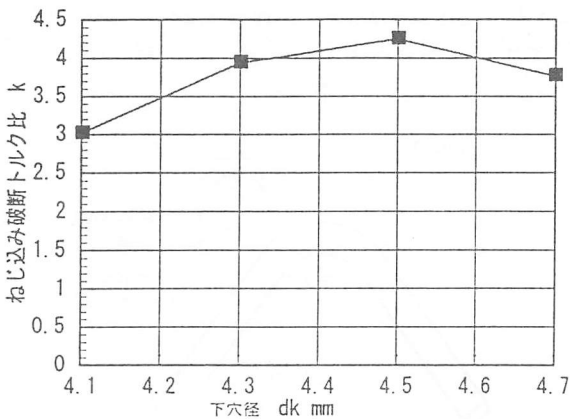


図4 ねじ込み破断トルク比

5. 保持力に及ぼす締め付け力の影響

保持力は、締結体にねじ軸方向の外力が作用したときの締結体の強度を表す。締結体の性能としては、締結力に加えて、この保持力も大きいことが望ましい。

締め付け力を与えることによる保持力の挙動を検討する。締め付けが終了後、締結体を⑦から外し、③と④にそれぞれ軸方向に引張るための治具を取り付けて引張り試験を行う。このとき④と⑥は印籠になっているのみで固定されていないので④と⑥の間で分離する。

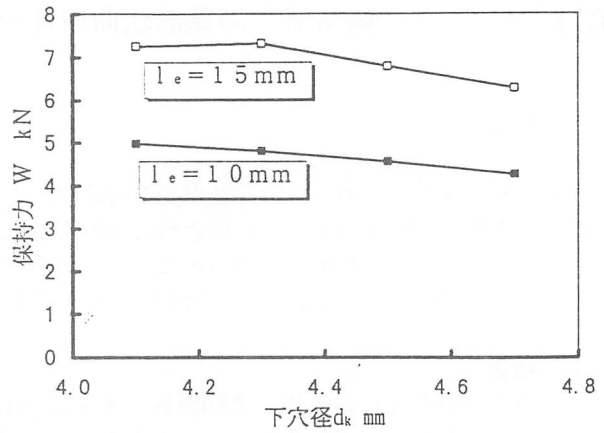


図5 保持力に及ぼす下穴径の影響

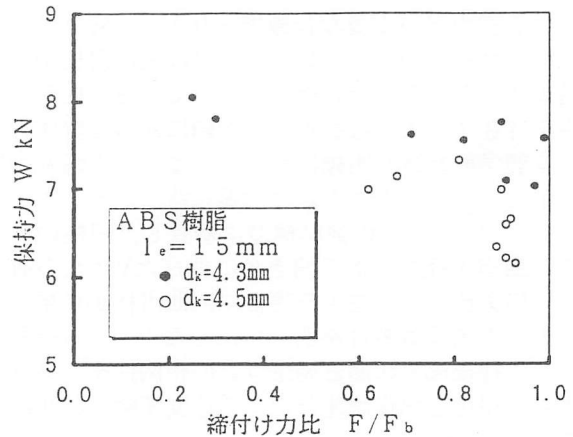


図6 保持力に及ぼす締め付け力の影響

このとき得られる最大荷重を保持力 W とする。

図5に下穴径による保持力の変化を示す。ここで求めた保持力は、着座直後に締め付けを停止して得られたもので、締め付け力 $F=0$ に近い状態での値である。この結果より、保持力は、締結力(図2)ほど下穴径の影響を受けず、さらにねじ込み長さに比例的に増加する。

一方、図6は締め付け力を与えたときの保持力を示す。はじめに、締結力を求めておき、つぎにその締結力を基準にして $F/F_b < 1$ の範囲で締め付け力を変えたそれぞれの締結体について保持力を求めている。この図から、保持率は概ね、 F/F_b が0.8以上になると低下することがわかる。

6. おわりに

- (1) 締結力は、締め付け力を与えないときの保持力に比べてかなり低くなる。
- (2) 締め付け力を締結力の80%程度与えても、締め付け力を与えない場合の保持力をほぼ維持することができる。

参考文献

- 1) 日本ねじ研究協会規格: FRS 9103-1991
- 2) G. W. Ehrenstein, et al.: Kunststoffe, 72, 11(1982)