

ボルトの締付け法

必要な大きさのねじを選んで適切な工具で締付けることは、少し慣れれば誰にでもできそうなことに思えますが、ねじを適切に締め付けることができたかどうかは、どのようにして判断するのでしょうか。

ねじの締結を科学的に考えるためには、何かしらを測定して、その数値を解釈する必要があります。ねじを締め付ける回転力であるモーメント（これを締め付けトルクとも呼ぶ）は、軸方向への締め付け力としてはたらくきません。締め付けトルクはトルクレンチとよばれる測定工具で測定でき、これは締め付け力である軸力と線形関係にあることが知られています。この締め付け管理をトルク法といい、作業性に優れた簡便な方法です。締め付けトルクと軸力の関係をグラフ化すると、直線にはなるものの、ばらつきが生じてしまいます（図1）。これは潤滑の状態などにより摩擦面にはたらく摩擦係数が変化するためで、締め付けトルクをいくら精度よく把握しても、ねじの締め付け管理を難しくしている一因です。なお、ねじの締め付けトルクが軸力としてはたらく割合は10%程度であり、このほかは、座面での摩擦力として50%程度、ねじがある面での摩擦力として40%程度とされています（図2）。

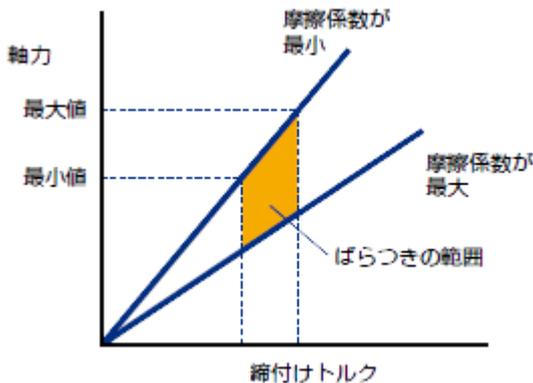


図1 締め付けトルクと軸力の関係

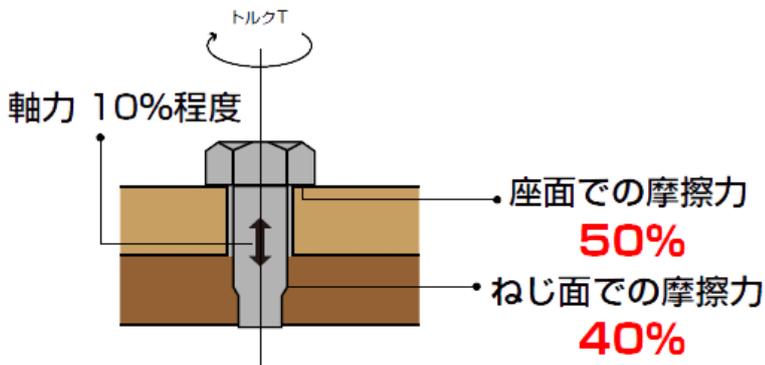


図2 ねじの締め付けトルクにはたらく力

回転角法は、ボルトの頭部とナットの相対的な締め付け回転角度を指標として、初期締め付け力を管理する方法です。このとき加える力は、締め付けによってボルトが降伏することのない弾性域内とされていましたが、締め付け軸力が最大に達するまでの範囲の締め付けである塑性域内の締め付けにも用いられています。回転角度と軸力の関係をグラフにすると、弾性域では線形関係が成り立ち、降伏点を越えて塑性域に入ると非線形になるとともに傾きが小さくなり、締め付け軸力の最大点を越えた後に破断します（図3）。塑性域締め付け法は一度外したボルトの再利用ができないという欠点はあるものの、ボルトの強度を大きいところまで有効に使用できることや締め付けトルクのばらつきが小さくなる長所もあります。そのため、再組立ての必要が少ない締結部で用いられるようになり、軽量化というメリットもあるため、自動車のエンジンまわりの締結などにも採用されています。

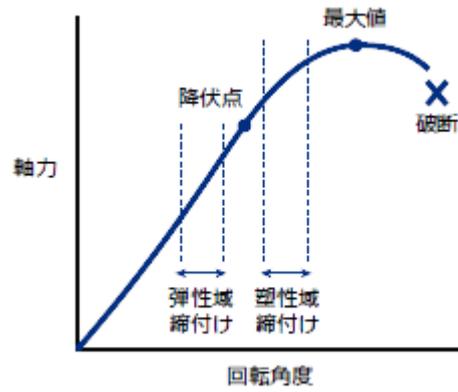


図3 回転角度と軸力の関係

ねじ締結体のトラブルの原因の多くが締付け不良やこれに関連する緩みであることが知られています。このほかには、静的荷重を受けているボルトが振動を繰り返し受けることで弾性範囲内でも破断する疲労破壊、時間の経過に伴いボルトに水素が侵入し、これによる水素脆性により、一定の荷重内において突然破断する遅れ破壊などによるトラブルなどもあります。