

ゆるみについて

ねじ部品の締付けで「ゆるむ」とは、締付けたときの軸力（張力）の低下を指します。その原因は大きく分けて「非回転ゆるみ」と「回転ゆるみ」があります。

【非回転ゆるみ】

＜初期ゆるみ＞

原因：ボルト・ナットの座面や締付けされる部材との接触面にはそれぞれ微細な凹凸があります。締付けた際の圧縮力や締付けた後に微小振動を受けるなどで、接触面の凹凸が徐々になじみ、軸力（張力）が低下する現象。（初期なじみともいう）

対策：初期ゆるみは、ねじの締結後の初期に発生するので、ある程度の時間が経過した時点で「増し締め」を行い軸力を回復させる。

＜陥没ゆるみ＞

原因：ねじを締めた圧力で締付けられる母材が陥没してゆるむ現象。締結される部材がやわらかいと、時間の経過とともにボルトやナットとの接触面が変形（塑性変形）し陥没（へこむ）すると軸力が低下します。

対策：平座金を使用し、締結母材に対するボルト、ナットの圧縮力がかかる面積を広くして面圧を下げる。また、フランジ付ボルト、フランジ付ナットを使用するなど。

【回転ゆるみ】

＜戻り回転によるゆるみ＞

原因：締付けされた締結体に、戻り回転の外力が作用するとゆるみが発生します。外力は、①軸線方向に繰返し引張る、ゆるめるなどの軸力が増減する「軸方向」、②軸に直角な往復すべり外力「軸直角方向」、③ゆるむ方向への外力「軸回り方向」があり、それらの外力が繰り返されるとゆるみが起きます。

対策：ダブルナットでの締付け、溝付ナット＋割ピン、接着剤による固着、ゆるみ止めナットを使用するなど。

その他、熱が影響する膨張・縮小の繰返しやリラクセーション（応力の低下）、クリープ現象（変形）、また振動、衝撃などの要因があげられます。

トルク法による締付け

ねじのトラブルの 75%は、締付けに関するものです。締付ける力は大きいほど強固な締結ができますが、過度な締付けはねじ部や締結体の破損、締付け不足の場合はゆるみが起こるなど、適正な締付けが要求されます。ボルトの締付け方法は、「トルク法」「回転角法」「トルクこう配法」が JIS B 1083「ねじの締付け通則」に規定されています。ここでは、一般に広く採用されている「トルク法」について説明します。

トルク法による締付けは、締付け作業時の締付けトルクだけを管理すればよく、特殊な締付け工具を必要としない作業性に優れた簡便な方法です。しかし、締付けトルクの 90%前後はねじ面及び座面の摩擦によって消費されるため、初期締付け力のバラつきは、締付け作業時の摩擦特性の管理の程度によって大きく変化します。

【トルクと軸力の関係】

「図 1」のように、ボルトに締付けトルクをかけていくと軸力が増し、降伏点までは比例してねじが伸び、軸力を除くとねじは元に戻ります。トルク法はこの降伏点までの弾性域で締付けを管理します。

【締付けトルク】

弾性域締付けにおける締付けトルク（T）と軸力（F）との関係は、次の（1）式で示される。

$$T = K \times F \times d \dots\dots\dots (1)$$

T = 締付けトルク（最大締付けトルク）

K = トルク係数 …………… ねじ面及び座面の摩擦係数により決まる

F = 締付け軸力（降伏点又は耐力 × 有効断面積 × 0.7）… 軸力は、規格耐力の70%を最大とする

d = ねじの呼び径

図 1【ボルトの伸びと締付け軸力との関係】

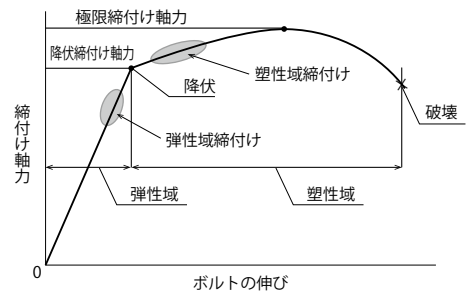
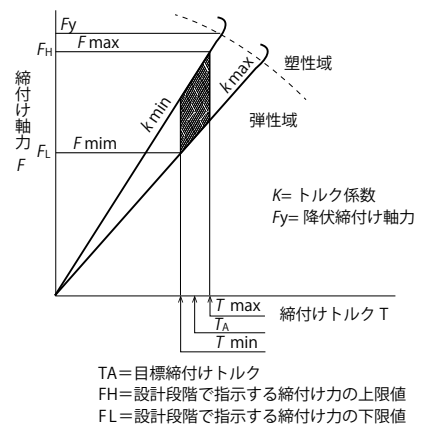


図 2【締付けトルクと締付け軸力との関係】



実際の締付け「図 2」では、K のバラつき、T の設定許容値などから、（1）式は、（2）式に置き換えられ、一般には（2）式により締付けトルク TA を決定する。

$$TA = 0.35 \times K(1+1/Q) \times \sigma_y \times As \times d \dots\dots\dots (2)$$

TA = 締付けトルク（目標締付けトルク）

K = トルク係数 …………… ねじ面及び座面の摩擦係数により決まる

Q = 締付け係数 ※1

σ_y = 降伏点又は耐力

As = ねじの有効断面積

d = ねじの呼び径

＜おねじ部品の締付けに関連する機械的性質等の計算式＞

最小極限引張力（最小引張荷重）… 引張強さ（最小）× 有効断面積（P=11,12 参考）

保証荷重試験力（保証荷重）…………… 保証荷重応力 × 有効断面積（P=11,12 参考）

降伏荷重 …………… 降伏点又は耐力 × 有効断面積（P=20 参考）

締付け軸力（初期締付け力）…………… 降伏点又は耐力 × 有効断面積 × 0.7（P=20 参考）

※ 締付け軸力は、許容最大軸力または初期締付け力とも呼び、締付け作業終了時の締付け力です。

【トルク係数と締付け係数】

トルク係数 K：ボルト・ナットの表面処理、潤滑油の有無や被締付け物の材質などにより変わります。

※1 締付け係数 Q：締付け力のバラつきの目安となり、締付け方法、ボルト・ナットの表面状態、潤滑油の有無などの要因で大きく変化するために、その範囲を厳密に示せない。下表を参考。（Q の参考値：1.4 ～ 3）

＜トルク係数 K＞（参考例）

表面の状態	K
鋼生地、潤滑油 あり	0.17
鋼生地、潤滑油 なし	0.25
鋼電気亜鉛めっき	0.24
ステンレス鋼	0.45

トルク係数は締付け試験により求めることができます。
 (JIS B 1083 及び 1084 参照)

＜締付け係数 Q＞

締付け係数 Q	締付け方法	表面状態		潤滑状態
		ボルト	ナット	
1.4	トルクレンチ又はトルク制限付レンチ	無処理又はリン酸塩	無処理又はリン酸塩	油潤滑または MoS ₂
1.6	インパクトレンチ			
1.8	トルクレンチ又はトルク制限付レンチ			
2	インパクトドライバー 動力ドライバー	亜鉛又はカドミウムめっき	無処理	油潤滑または潤滑なし
		亜鉛めっき	亜鉛めっき	
		カドミウムめっき	カドミウムめっき	
3	長柄スパナによる人力締付け	すべての場合	すべての場合	すべての場合

