

目次

	ページ
1. 適用範囲	1
2. 用語及び記号の意味	1
2.1 用語の意味	1
2.2 記号とその意味	4
3. ねじ締付けの意義	5
4. ねじ締付けの基礎	5
4.1 トルクと締付け力との関係	5
4.2 締付け回転角と締付け力との関係	5
4.3 降伏締付け軸力	5
4.4 降伏締付けトルク	5
5. ねじの締付け管理	5
5.1 締付け管理の方法	6
5.2 トルク法締付け	6
5.2.1 トルク法の特徴	6
5.2.2 トルク法における目標値の決め方	7
(1) 締付け力の下限值及び上限値が与えられている場合	7
(2) 高い締付け力を与えたい場合	7
5.2.3 トルク法に用いる締付け用具	8
5.3 回転角法締付け	8
5.3.1 回転角法の特徴	8
5.3.2 回転角法における目標値の決め方	9
(1) 弾性域締付けの場合	9
(2) 塑性域締付けの場合	9
5.3.3 回転角法に用いる締付け用具	9
5.4 トルクこう配法締付け	9
5.4.1 トルクこう配法の特徴	10
5.4.2 トルクこう配法における目標値の決め方	10
5.4.3 トルクこう配法に用いる締付け用具	10

ねじの締付け通則

General Rules for Tightening of Threaded Fasteners

1. 適用範囲 この規格は、ボルト・ナットの組合せによるねじ締付けの意義、締付けの基礎及び代表的な締付け管理方法に関する一般的事項について規定する。

なお、この規格は、ボルト・ナット以外のねじ部品による締付け及びねじ部品と構造体のねじとを組み合わせた締付けに対しても準用することができる。ただし、おねじ部品に圧縮力を与える止めねじ類及びおねじ部品自体でねじ立てをする木ねじ、タッピンねじ類並びに特別な戻り止め機能を付与したねじ部品の締付けに対しては適用できない。

2. 用語及び記号の意味

2.1 用語の意味 この規格で用いる主な用語とその意味は、表 1 によるほか JIS B 0101（ねじ用語）による。

なお、表 1 の中で“用語”の一部に角括弧 [] を付けてあるものは、[] 内の用字を含めた用語とそれを省略した用語があることを示す。ただし、誤解のおそれがない場合及び複合語として用いる場合には、[] 内の用字を省略した用語を優先する。

引用規格：

JIS B 0101 ねじ用語

JIS B 4650 手動式トルクレンチ

関連規格：JIS B 0205 メートル並目ねじ

JIS B 0207 メートル細目ねじ

JIS B 1001 ボルト穴径及びざぐり径

JIS B 1002 二面幅の寸法

JIS B 1051 鋼製ボルト・小ねじの機械的性質

JIS B 1082 ねじの有効断面積及び座面の負荷面積

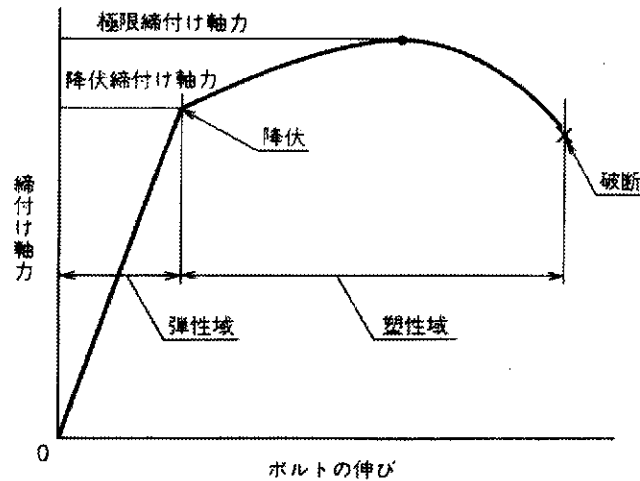
JIS B 1084 ねじ部品の締付け試験方法

表 1 用語の意味

用語	意味	参考
		対応英語
〔ねじ〕 締付け	おねじとめねじとをはめ合わせておねじ部品の軸部に引張力、被締結部材に圧縮力を与えること。	tightening
ねじ締結	2 個以上の品物（被締結部材）をボルト、小ねじなどのおねじ部とナット又は品物に形成されためねじ部とをはめ合わせ、ねじ締付けによって結合する方法又は結合した状態。	thread clamping, bolting
被締結部材	ねじ締結によって結合する部材又は部品。	clamped part, clamped member
ねじ締結体	ねじ締結部をもつ構造物全体又はねじ締結部を含む構造物の一部。	bolted joint
軸力	おねじ部品の軸部に作用している引張力。	axial tension
締付け力	締付けによっておねじ部品の軸部に作用する引張力（軸力）又は締付けによって被締結部材に作用する圧縮力。ただし、特に両者を区別する必要がある場合には、前者を締付け軸力という。	clamping force
初期締付け力	締付け作業終了直後の締付け力。ただし、紛らわしくない場合には、単に締付け力又は締付け軸力といってもよい。	initial clamping force
締付けトルク	初期締付け力を生じさせるために、ナット又はおねじ部品を回転させるのに必要なトルク。	tightening torque
〔締付け〕 回転角	初期締付け力を生じさせるための、おねじ部品とめねじ部品との相対回転角。	tightening angle
弾性域締付け	締付けによってボルトが降伏しない範囲の締付け（図 1 参照）。	elastic-region tightening
塑性域締付け	締付けによってボルトが降伏する範囲の締付け（図 1 参照）。	plastic-region tightening
締付け管理	締付け作業における初期締付け力の管理。	tightening control
トルク〔締付け〕法	締付けトルクを指標として締付け管理を行う方法（5.2 参照）。	torque control method, calibrated wrench method
回転角〔締付け〕法	締付け回転角を指標として締付け管理を行う方法（5.3 参照）。	angle control method, turn-of-nut method
トルクこう配〔締付け〕法	締付け回転角に対する締付けトルクのこう配の変化を指標として締付け管理を行う方法（5.4 参照）。	torque gradient control method
トルク係数〔値〕	締付けトルクと初期締付け力との関係を表す比例定数〔式(1), (2)参照〕。	torque coefficient
ねじ部トルク	締付けトルクのうち、接触するおねじフランクとめねじフランクとの間（はめ合いねじ部）に作用するトルク〔式(3)参照〕。	torque on fitted portion of threads
座面トルク	締付けトルクのうち、ナット又はボルトの座面と被締結部材座面との間に作用するトルク〔式(4), (5)参照〕。	torque on bearing surfaces
ねじ面摩擦係数	おねじフランクとめねじフランクとの間の摩擦係数。	coefficient of friction between threads
座面摩擦係数	ナット又はボルトの座面と被締結部材座面との間の摩擦係数。	coefficient of friction between bearing surfaces
締付け係数	初期締付け力のばらつきを表すための、初期締付け力	tightening coefficient

用語	意味	参考
		対応英語
	の最大値と最小値との比。	
降伏締付け軸力	締め付けによってボルトが降伏したときの軸力の値（図 1 参照）。	yield clamping force
降伏締付けトルク	締付けにおいて軸力が降伏締付け軸力に達したときの締付けトルクの値。	yield tightening torque
極限締付け軸力	締付けにおいてボルトが破断するまでに発生する最大の軸力の値（図 1 参照）。	ultimate clamping force

図 1 ボルトの伸びと締付け軸力との関係



2.2 記号とその意味 この規格で用いる主な記号とその意味は、表 2 による。

表 2 記号とその意味

記号	意味
A_s	ねじの有効断面積
D_w	座面における摩擦トルクの等価直径
D_i	接触する座面の内径
D_o	接触する座面の外径
F_f	初期締付け力又は締付け力
F_{fmax}	初期締付け力の最大値
F_{fmin}	初期締付け力の最小値
F_{fu}	極限締付け軸力
F_{fy}	降伏締付け軸力
K	トルク係数
K_b	ボルト系の引張りばね定数
K_c	被締結部材系の圧縮ばね定数
P	ねじのピッチ
Q	締付け係数 $\left(= \frac{F_{fmax}}{F_{fmin}} \right)$
T_f	締付けトルク
T_{fy}	降伏締付けトルク
T_s	ねじ部トルク
T_w	座面トルク
d	ねじの呼び径
d_A	ねじの有効断面積に等しい面積をもつ円の直径
d_2	ねじの有効径
α	ねじ山のフランク角
α'	ねじ山の山直角断面におけるフランク角 ($\tan \alpha' = \tan \alpha \cos \beta$)
β	ねじのリード角
θ_f	締付け回転角
μ_s	ねじ面摩擦係数
μ_w	座面摩擦係数
σ_v	ボルトの降伏点又は耐力

3. ねじ締付けの意義 ねじ締結体の信頼性を確保するためには、設計段階においてねじ締結体としての機能を十分に果たすボルト・ナットの仕様、締付け力などを使用実績及び強度計算によって決定し、締付け作業段階では指示された初期締付け力を忠実に実現することが重要である。そのためには、締付け方法の特性を十分に理解し、締付け指標の管理を正しく行う必要がある。

4. ねじ締付けの基礎

4.1 トルクと締付け力との関係 弾性域締付けにおけるトルクと締付け力との関係は、式(1)で示される。

$$T_f = T_s + T_w = KF_f d \cdots \cdots \cdots (1)$$

ここに、

$$K = \frac{1}{2d} \left(\frac{P}{\pi} + \mu_s d_2 \sec \alpha' + \mu_w D_w \right) \cdots \cdots \cdots (2)$$

$$T_s = \frac{F_f}{2} \left(\frac{P}{\pi} + \mu_s d_2 \sec \alpha' \right) \cdots \cdots \cdots (3)$$

$$T_w = \left(\frac{F_f}{2} \mu_w D_w \right) \cdots \cdots \cdots (4)$$

接触する座面が円環状の場合には

$$D_w = \frac{2}{3} \times \frac{D_o^3 - D_i^3}{D_o^2 - D_i^2} \cdots \cdots \cdots (5)$$

参考 ねじ面摩擦係数 μ_s 及び座面摩擦係数 μ_w に対するトルク係数 K の計算値を**参考表 1**に示す。

4.2 締付け回転角と締付け力との関係 締付け回転角と締付け力との関係が線形である場合、弾性域締付けにおける締付け回転角と締付け力との関係は、式(6)で示される。

$$\theta_f(\text{度}) = 360 \frac{F_f}{P} \left(\frac{1}{K_b} + \frac{1}{K_c} \right) \cdots \cdots \cdots (6)$$

4.3 降伏締付け軸力 材料の降伏がせん断ひずみエネルギー説に従うものとするれば、ボルトのねじ部が最弱断面である呼び径ボルト及び有効径ボルトの降伏締付け軸力 F_{fy} は、式(7)によって求めた値になる。

$$F_{fy} = \frac{\sigma_y A_s}{\sqrt{1 + 3 \left[\frac{2}{d_A} \left(\frac{P}{\pi} + \mu_s d_2 \sec \alpha' \right) \right]^2}} \cdots \cdots \cdots (7)$$

なお、ボルトの円筒部が最弱断面である伸びボルトの降伏締付け軸力は、式(7)を用い、式中の d_A 、 A_s をそれぞれ最弱断面の直径、断面積に置き換えて求めた値になる。

4.4 降伏締付けトルク 4.3 の降伏締付け軸力に対応する降伏締付けトルク T_{fy} は、式(8)によって求めた値になる。

$$T_{fy} = KF_{fy} d \cdots \cdots \cdots (8)$$

参考 ねじ面摩擦係数 μ_s 及び座面摩擦係数 μ_w に対する降伏締付け軸力 F_{fy} 及び降伏締付けトルク T_{fy} の計算値を**参考表 2**に示す。

5. ねじの締付け管理

5.1 締付け管理の方法 ねじ締結体に対する締付け管理方法の選択は、締付け方法個々の特徴を十分に理解した上で、設計で指示された初期締付け力のばらつきの許容範囲（締付け係数などで示される。）、締付け力の大きさ、締付けの領域などを基に行わなければならない。表 3 に代表的なねじ締付け管理方法及び参考としてそれぞれに対する一般的な締付け力のばらつきの程度⁽¹⁾ (Q で表す。)を示す。

表 3 代表的なねじ締付け管理方法

締付け管理方法	指標	締付けの領域	$Q^{(1)}$ (参考値)
トルク法	締付けトルク	弾性域	1.4~3
回転角法	締付け回転角	弾性域	1.5~3
		塑性域	1.2
トルクこう配法	締付け回転角に対する締付けトルクのこう配	弾性限界	1.2

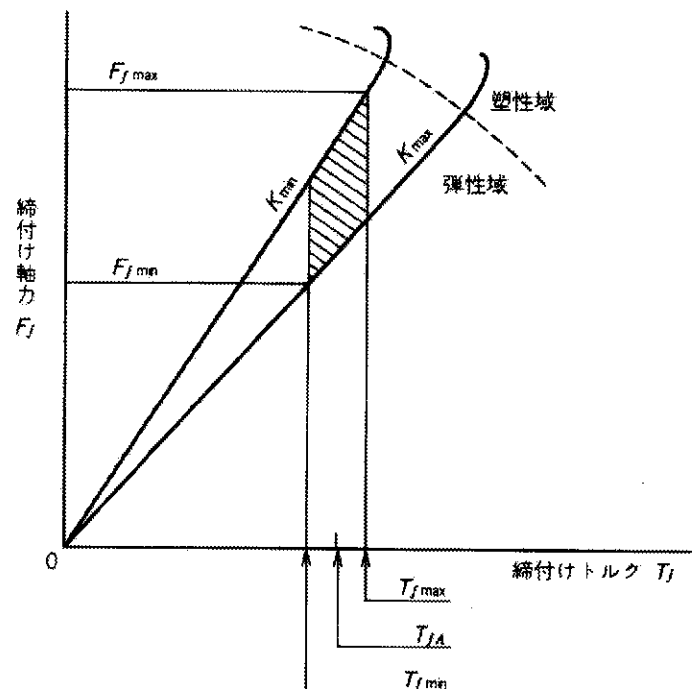
注⁽¹⁾ 実際の締付け力のばらつきは、それぞれの締付け方法に固有な幾つかの因子によって大きく変化するため、その範囲を厳密に示すことはできない (5.2.1, 5.3.1及び5.4.1の各締付け方法の特徴を参照。)

5.2 トルク法締付け

5.2.1 トルク法の特徴 トルク法は、4.1 に示した締付けトルクと締付け力との線形関係を利用した締付け管理方法である (図 2 参照)。この方法は、締付け作業時に、締付けトルク T_f だけを管理するため、特殊な締付け用具を必要としない、作業性に優れた簡便な方法である。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、初期締付け力のばらつきは、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する。

図 2 締付けトルクと締付け軸力との関係

(トルク法締付け)



5.2.2 トルク法における目標値の決め方 トルク法における指標の目標値（目標締付けトルク T_{fd} ）を決める代表的な方法を次に示す。

(1) **締付け力の下限值及び上限値が与えられている場合** 締付け力の下限值 (F_{fmin}) 及び上限値 (F_{fmax}) が、既に設定されているか、設計段階でその値が示されている場合は、次の手順による。

- (a) ねじ部品及び被締結部材の表面状態、潤滑条件に対するねじ面及び座面の摩擦係数の最小値 (μ_{smin} , μ_{wmin}) 並びに最大値 (μ_{smax} , μ_{wmax}) 又はトルク係数の最小値 (K_{min}) 及び最大値 (K_{max}) を見積もる。
- (b) (a)で摩擦係数を見積もった場合には、それぞれの値から式(9)及び式(10)によってトルク係数の最小値 (K_{min}) 及び最大値 (K_{max}) を求める。

$$K_{min} = \frac{1}{2d} \left(\frac{P}{\pi} + \mu_{smin} d_2 \sec \alpha' + \mu_{wmin} D_w \right) \dots\dots\dots (9)$$

$$K_{max} = \frac{1}{2d} \left(\frac{P}{\pi} + \mu_{smax} d_2 \sec \alpha' + \mu_{wmax} D_w \right) \dots\dots\dots (10)$$

締付け用具、締付け停止などによる締付けトルクのばらつき $\pm m\%$ (²⁾を考慮し、 K_{max} と K_{min} との比の値が式(11)の条件を満足するかどうかを確認する。

$$\frac{K_{max}}{K_{min}} \leq \left(\frac{1 + \frac{m}{100}}{1 - \frac{m}{100}} \right) Q \dots\dots\dots (11)$$

$$Q = \frac{F_{fmax}}{F_{fmin}}$$

もし式(11)を満足しない場合には、例えば潤滑剤の種類を変更するなど、 μ_s 及び μ_w のばらつきを小さくする方策を取る。

注⁽²⁾ m には、トルクレンチなどの目盛誤差が含まれているが、**JIS B 4650**（手動式トルクレンチ）では、トルクの誤差率を $\pm 3\%$ （ダイヤル形の精密級では $\pm 1\%$ ）としている。

(d) 目標締付けトルク T_{fd} を式(12)で求める。

$$T_{fd} = \frac{K_{min} F_{fmax} d}{\left(1 + \frac{m}{100} \right)} \dots\dots\dots (12)$$

(2) **高い締付け力を与えたい場合⁽³⁾** トルク法によって、なるべく高い締付け力を与えたい場合には、次の手順による。

注⁽³⁾ 締付け力の上限値が降伏締付け軸力 (σ_y の規格値を用いて計算した場合) として与えられている場合に対応する。

- (a) ねじ部品及び被締結部材の表面状態、潤滑条件に対するねじ面及び座面の摩擦係数の最小値 (μ_{smin} , μ_{wmin}) を見積もる。
- (b) (a)で見積もった μ_{smin} を用いて式(13)によって降伏締付け軸力 F_{fy} を求める。ただし、 σ_y は規格値を用いる。

$$F_{fy} = \frac{\sigma_y A_s}{\sqrt{1 + 3 \left[\frac{2}{d_A} \left(\frac{P}{\pi} + \mu_{smin} d_2 \sec \alpha' \right) \right]^2}} \dots\dots\dots (13)$$

(c) (a)で見積もった $\mu_{s \min}$ 及び $\mu_{w \min}$ を用いて式(14)によってトルク係数の最小値 ($K_{\min}$) を求める。

$$K_{\min} = \frac{1}{2d} \left(\frac{P}{\pi} + \mu_{s \min} d_2 \sec \alpha' + \mu_{w \min} D_w \right) \dots\dots\dots (14)$$

(d) 締付け用具、締付け停止などによる締付けトルクのばらつき $\pm m\%$ (%)を見込んで目標締付けトルク T_{fd} を式(15)によって求める。

$$T_{fd} = \frac{K_{\min} F_{fy} d}{\left(1 + \frac{m}{100} \right)} \dots\dots\dots (15)$$

5.2.3 トルク法に用いる締付け用具 JIS B 4650 で規定するプレート形、ダイヤル形、プレセット形及び単能形の手動式トルクレンチ又はこれと同等以上の性能をもつ手動式若しくは動力式のレンチを用いる。

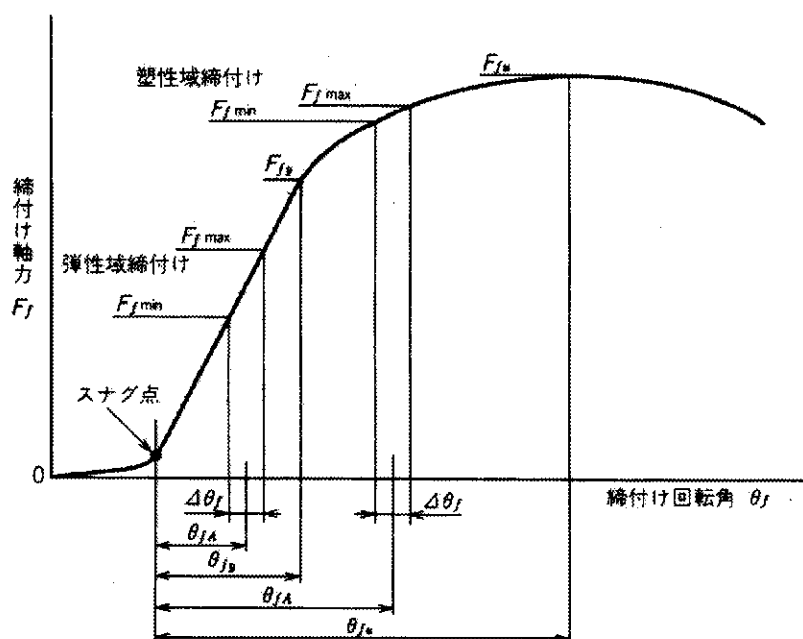
5.3 回転角法締付け

5.3.1 回転角法の特徴 回転角法は、ボルト頭部とナットとの相対回転角（締付け回転角 θ_f ）を指標として初期締付け力を管理する方法で、弾性域締付けと塑性域締付けの両方に用いることができる（図3参照）。

θ_f - F_f 曲線のこう配が急な場合は、回転角の設定誤差による締付け力のばらつきが大きくなるため、弾性域締付けは、被締結部材及びボルトの剛性が高い場合には不利になる。一方、塑性域締付けでは、初期締付け力のばらつきは、主として締付け時のボルトの降伏点 F_{fy} に依存し、回転角誤差の影響を受けにくく、そのボルトの能力を最大限に利用できる（より高い締付け力が得られる。）という利点をもつが、ボルトのねじ部又は円筒部が塑性変形を起こすため、ボルトの延性が小さい場合及びボルトを再使用する場合には注意を要する。

過剰な締付け力によって被締結部材に不都合が生じるおそれがある場合には、使用するボルトの降伏点（又は耐力）及び引張強さの上限値を規定しなければならない。

図3 締付け回転角と締付け軸力との関係
(回転角法締付け)



5.3.2 回転角法における目標値の決め方 回転角法における指標の目標値（目標締付け回転角 θ_{fd} ）を決める代表的な方法を次に示す。

(1) 弾性域締付けの場合 回転角法によって、弾性域締付けを行う場合には、次の手順による。

- (a) ボルトのばね定数 K_b 及び被締結部材の圧縮ばね定数 K_c 、又は θ_f - F_f 線図における弾性域のこう配 $\eta^{(4)}$ の値を推定する。

$$\text{注}^{(4)} \quad \eta = \frac{P}{360} \frac{K_b K_c}{(K_b + K_c)}$$

- (b) 弾性域における線形領域（ θ_f - F_f 線図の直線部）の中で、なるべく小さい締付け力を作用させるための締付けトルク $T_{fs}^{(5)}$ の値を5.2.2(1)に示す方法に準じて求める。

注⁽⁵⁾ T_{fs} をスナグトルクという。

- (c) 式(16)又は θ_f - F_f 線図によって、スナグトルクを作用させた点（スナグ点と呼ぶ。）を起点とした回転角 θ_{fd} を求める。

$$\theta_{fd} = \frac{1}{\eta} (F_{fd} - \frac{T_{fs}}{K_m d}) \quad \dots\dots\dots (16)$$

ただし、式(16)における K_m は、トルク係数の平均的な値とし、 F_{fd} は締付け力の目標値とする。締付け力の下限値（ F_{fmin} ）及び上限値（ F_{fmax} ）が与えられている場合は、 F_{fd} としてその範囲内の値を選ぶ。

(2) 塑性域締付けの場合 回転角法によって、塑性域締付けを行う場合には、次の手順による。

- (a) 式(7)又は θ_f - F_f 線図などの締付け特性線図によって降伏締付け軸力 F_{fy} を推定する。
- (b) ボルトのばね定数 K_b 及び被締結部材の圧縮ばね定数 K_c 、又は θ_f - F_f 線図における弾性域のこう配 $\eta^{(4)}$ の値を推定する。
- (c) 弾性域における線形領域（ θ_f - F_f 線図の直線部）の中で、なるべく小さい締付け力を作用させるための締付けトルク T_{fs} の値を5.2.2(1)に示す方法に準じて求める。
- (d) 式(17)又は θ_f - F_f 線図によって、(a)で推定した降伏締付け軸力の値に対応する締付け回転角 θ_{fy} をスナグ点を起点として求める。

$$\theta_{fy} = \frac{1}{\eta} (F_{fy} - \frac{T_{fs}}{K_m d}) \quad \dots\dots\dots (17)$$

- (e) θ_f - F_f 線図などによって極限締付け軸力 F_{fu} に対応する締付け回転角 θ_{fu} の最小値をスナグ点を起点として推定する。
- (f) スナグ点を起点とした目標締付け回転角 θ_{fd} は、式(18)を目安として選ぶ。

$$\theta_{fy} \leq \theta_{fd} \leq \frac{1}{2} (\theta_{fy} + \theta_{fu}) \quad \dots\dots\dots (18)$$

5.3.3 回転角法に用いる締付け用具 回転角の検出には、角度割出し目盛板（分度器）、電気的な検出器などを用いるが、塑性域締付けの場合は、ボルト頭部又はナットの形状を利用した目視による角度管理が可能な場合もある。

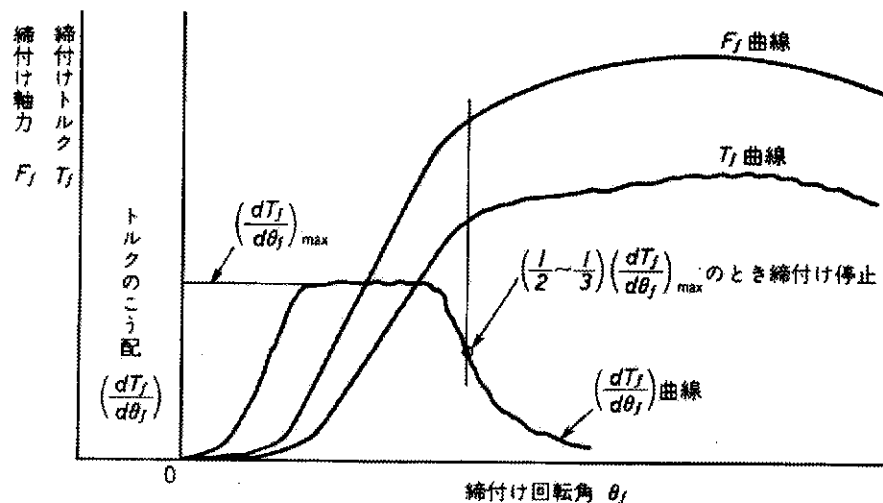
また、スナグトルクを作用させるには、5.2.3に示したトルクレンチを用いるのが望ましい。

5.4 トルクこう配法締付け

5.4.1 トルクこう配法の特徴 トルクこう配法締付けは、 θ_f-T_f 曲線（図 4 参照）のこう配 $\left(\frac{dT_f}{d\theta_f}\right)$ を検出し、その値の変化を指標として初期締付け力を管理する方法で、通常はそのボルトの降伏締付け軸力が初期締付け力の目標値となる。この締付けは、一般に初期締付け力のばらつきを小さくし、かつ、そのボルトの能力を最大限に利用しようとする場合に用いる。ただし、初期締付け力の値を管理するためには、塑性域の回転角法の場合と同様、ボルトの降伏点又は耐力について十分な管理を行う必要がある。

また、塑性域の回転角法締付けと比較して、ボルトの延性及び再使用性が問題になることは少ないが、締付け用具が複雑になることは避けられない。

図 4 締付け回転角に対する締付け軸力及び締付けトルクの関係
(トルクこう配法締付け)



5.4.2 トルクこう配法における目標値の決め方 トルクこう配法における指標 [トルクこう配 $\left(\frac{dT_f}{d\theta_f}\right)$] の目標値は、最大トルクこう配 $\left(\frac{dT_f}{d\theta_f}\right)_{\max}$ の $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{3}$ 程度に選ぶ。締付けトルク及び回転角のサンプリング間隔は、締付け力の値に影響を及ぼさないように小さくとることが必要であるが、 θ_f-T_f 曲線の微視的な変化を平均化できる程度の間隔がよい。

5.4.3 トルクこう配法に用いる締付け用具 締付け時に締付けトルク及び回転角を同時に検出し、更にそれらのこう配を計算・比較する必要があるため、電気的な検出器、マイクロコンピュータなどの演算装置を内蔵した用具が必要である。

参考表 1 ねじ面摩擦係数 μ_s 及び座面摩擦係数 μ_w に対するトルク係数 K の計算値

(a) 並目ねじ、六角ボルト・ナットの場合

$\mu_s \backslash \mu_w$	0.08	0.10	0.12	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45
0.08	0.117	0.130	0.143	0.163	0.195	0.228	0.261	0.294	0.326	0.359
0.10	0.127	0.140	0.153	0.173	0.206	0.239	0.271	0.304	0.337	0.369
0.12	0.138	0.151	0.164	0.184	0.216	0.249	0.282	0.314	0.347	0.380
0.15	0.154	0.167	0.180	0.199	0.232	0.265	0.297	0.330	0.363	0.396
0.20	0.180	0.193	0.206	0.226	0.258	0.291	0.324	0.356	0.389	0.422
0.25	0.206	0.219	0.232	0.252	0.284	0.317	0.350	0.383	0.415	0.448
0.30	0.232	0.245	0.258	0.278	0.311	0.343	0.376	0.409	0.442	0.474
0.35	0.258	0.271	0.284	0.304	0.337	0.370	0.402	0.435	0.468	0.500
0.40	0.285	0.298	0.311	0.330	0.363	0.396	0.428	0.461	0.494	0.527
0.45	0.311	0.324	0.337	0.357	0.389	0.422	0.455	0.487	0.520	0.553

(b) 細目ねじ、小形六角ボルト・ナットの場合

$\mu_s \backslash \mu_w$	0.08	0.10	0.12	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45
0.08	0.106	0.118	0.130	0.148	0.177	0.207	0.237	0.267	0.296	0.326
0.10	0.117	0.129	0.141	0.158	0.188	0.218	0.248	0.278	0.307	0.337
0.12	0.128	0.140	0.151	0.169	0.199	0.229	0.259	0.288	0.318	0.348
0.15	0.144	0.156	0.168	0.186	0.215	0.245	0.275	0.305	0.334	0.364
0.20	0.171	0.183	0.195	0.213	0.242	0.272	0.302	0.332	0.361	0.391
0.25	0.198	0.210	0.222	0.240	0.270	0.299	0.329	0.359	0.389	0.418
0.30	0.225	0.237	0.249	0.267	0.297	0.326	0.356	0.386	0.416	0.445
0.35	0.252	0.264	0.276	0.294	0.324	0.353	0.383	0.413	0.443	0.472
0.40	0.279	0.291	0.303	0.321	0.351	0.381	0.410	0.440	0.470	0.500
0.45	0.306	0.318	0.330	0.348	0.378	0.408	0.437	0.467	0.497	0.527

備考 参考表 1 の(a)及び(b)は、それぞれ備考表(a)及び(b)の値を用いて式(2)及び式(5)によって計算したトルク係数の平均値である。

備考表(a)

d	P	$d_2^{(1)}$	$D_1^{(2)}$	$D_0^{(3)}$
4	0.7	3.545	4.5	6.65
5	0.8	4.480	5.5	7.6
6	1	5.350	6.6	9.5
8	1.25	7.188	9	12.35
10	1.5	9.026	11	15.2
12	1.75	10.863	13.5	17.1
16	2	14.701	17.5	22.8
20	2.5	18.376	22	28.5
24	3	22.051	26	34.2
30	3.5	27.727	33	43.7
36	4	33.402	39	52.25

備考表(b)

d	P	$d_2^{(4)}$	$D_1^{(5)}$	$D_0^{(6)}$
8	1	7.35	8.4	11.4
10	1.25	9.188	10.5	13.3
12	1.25	11.188	13	16.15
16	1.5	15.026	17	20.9
20	1.5	19.026	21	25.65
24	2	22.701	25	30.04
30	2	28.701	31	38.95
36	3	34.051	37	47.5

注(1) JIS B 0205 (メートル並目ねじ)の有効径の基準寸法

(2) JIS B 1001 (ボルト穴径及びざぐり径)の2級(面取りなし)

(3) JIS B 1002 (二面幅の寸法)の六角の二面幅(並形系列)の基準寸法に0.95を乗じた値

(4) JIS B 0207 (メートル細目ねじ)の有効径の基準寸法

(5) JIS B 1001 の1級(面取りなし)

(6) JIS B 1002 の六角の二面幅(小形系列)の基準寸法に0.95を乗じた値

参考表 2 ねじ面摩擦係数 μ_s 及び座面摩擦係数 μ_w に対する降伏締付け軸力 F_f 及び降伏締付けトルク T_f の
計算値（並目ねじ、六角ボルト・ナットの場合）

ねじの 呼び	強度 区分	F_f kN										T_f N・m									
		ねじ面摩擦係数 μ_s										座面摩擦係数 μ_w									
		0.08	0.10	0.12	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.08	0.10	0.12	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45
M 4	4.8	2.6	2.5	2.4	2.3	2.0	1.8	1.7	1.5	1.4	1.3	1.5	1.6	1.7	1.9	2.2	2.5	2.9	3.2	3.5	3.8
	6.8	3.7	3.5	3.4	3.2	2.9	2.6	2.3	2.1	1.9	1.8	2.1	2.2	2.4	2.7	3.1	3.6	4.0	4.5	4.9	5.4
	8.8	4.9	4.7	4.5	4.2	3.8	3.4	3.1	2.8	2.6	2.4	2.7	3.0	3.2	3.6	4.2	4.8	5.4	6.0	6.6	7.2
	10.9	7.2	6.9	6.6	6.2	5.6	5.1	4.6	4.2	3.8	3.5	4.0	4.4	4.7	5.2	6.1	7.0	7.9	8.8	9.6	10.5
	12.9	8.4	8.1	7.8	7.3	6.6	5.9	5.4	4.9	4.4	4.1	4.7	5.1	5.5	6.1	7.2	8.2	9.2	10.3	11.3	12.3
M 5	4.8	4.2	4.1	3.9	3.7	3.3	3.0	2.7	2.5	2.3	2.1	2.9	3.1	3.4	3.7	4.3	5.0	5.6	6.2	6.8	7.4
	6.8	6.0	5.8	5.5	5.2	4.7	4.2	3.8	3.5	3.2	2.9	4.1	4.4	4.8	5.3	6.1	7.0	7.9	8.7	9.6	10.4
	8.8	8.0	7.7	7.4	7.0	6.3	5.6	5.1	4.6	4.2	3.9	5.4	5.9	6.3	7.0	8.2	9.3	10.5	11.6	12.8	13.9
	10.9	11.7	11.3	10.9	10.2	9.2	8.3	7.5	6.8	6.2	5.7	8.0	8.6	9.3	10.3	12.0	13.7	15.4	17.1	18.8	20.5
	12.9	13.7	13.2	12.7	12.0	10.8	9.7	8.8	8.0	7.3	6.7	9.3	10.1	10.9	12.1	14.1	16.0	18.0	20.0	22.0	23.9
M 6	4.8	6.0	5.8	5.5	5.2	4.7	4.2	3.8	3.5	3.2	2.9	4.9	5.4	5.8	6.4	7.5	8.5	9.6	10.6	11.7	12.8
	6.8	8.4	8.1	7.8	7.3	6.6	6.0	5.4	4.9	4.5	4.1	7.0	7.6	8.2	9.1	10.5	12.0	13.5	15.0	16.5	18.0
	8.8	11.2	10.8	10.4	9.8	8.8	7.9	7.2	6.5	6.0	5.5	9.3	10.1	10.9	12.1	14.1	16.1	18.0	20.0	22.0	24.0
	10.9	16.5	15.9	15.3	14.4	12.9	11.7	10.5	9.6	8.8	8.1	13.6	14.8	16.0	17.7	20.6	23.6	26.5	29.4	32.4	35.3
	12.9	19.3	18.6	17.9	16.8	15.1	13.6	12.3	11.2	10.3	9.4	15.9	17.3	18.7	20.7	24.2	27.6	31.0	34.4	37.9	41.3
M 8	4.8	11.0	10.6	10.2	9.6	8.6	7.8	7.0	6.4	5.8	5.4	12.0	13.0	14.0	15.6	18.1	20.7	23.3	25.9	28.4	31.0
	6.8	15.5	14.9	14.3	13.5	12.2	11.0	9.9	9.0	8.2	7.6	16.9	18.3	19.8	22.0	25.6	29.2	32.9	36.5	40.1	43.8
	8.8	20.6	19.9	19.1	18.0	16.2	14.6	13.2	12.0	11.0	10.1	22.5	24.5	26.4	29.3	34.1	39.0	43.8	48.7	53.5	58.4
	10.9	30.3	29.2	28.1	26.4	23.8	21.4	19.4	17.6	16.1	14.8	33.1	35.9	38.8	43.0	50.1	57.3	64.4	71.5	78.6	85.7
	12.9	35.4	34.2	32.9	30.9	27.8	25.1	22.7	20.6	18.9	17.3	38.7	42.0	45.4	50.4	58.7	67.0	75.3	83.6	92.0	100
M10	4.8	17.4	16.8	16.2	15.2	13.7	12.4	11.2	10.2	9.3	8.5	23.6	25.6	27.6	30.6	35.7	40.7	45.7	50.8	55.8	60.8
	6.8	24.6	23.7	22.8	21.5	19.4	17.5	15.8	14.4	13.1	12.1	33.3	36.1	39.0	43.2	50.3	57.4	64.5	71.7	78.8	85.9
	8.8	32.8	31.7	30.5	28.7	25.8	23.3	21.1	19.1	17.5	16.1	44.4	48.2	52.0	57.7	67.1	76.6	86.1	95.5	105	115
	10.9	48.2	46.5	44.7	42.1	37.9	34.2	30.9	28.1	25.7	23.6	65.2	70.8	76.3	84.7	98.6	113	126	140	154	168
	12.9	56.4	54.4	52.4	49.3	44.4	40.0	36.2	32.9	30.1	27.6	76.3	82.8	89.3	99.1	115	132	148	164	181	197
M12	4.8	25.4	24.5	23.6	22.2	20.0	18.0	16.3	14.8	13.6	12.5	40.7	44.2	47.6	52.7	61.2	69.8	78.3	86.8	95.4	104
	6.8	35.9	34.6	33.3	31.4	28.3	25.5	23.0	20.9	19.1	17.6	57.5	62.3	67.2	74.4	86.4	98.5	111	123	135	147
	8.8	47.8	46.2	44.4	41.8	37.7	34.0	30.7	27.9	25.5	23.4	76.7	83.1	89.5	99.2	115	131	147	164	180	196
	10.9	70.3	67.8	65.2	61.4	55.3	49.9	45.1	41.0	37.5	34.4	113	122	132	146	169	193	217	240	264	287
	12.9	82.2	79.3	76.3	71.9	64.8	58.4	52.8	48.0	43.8	40.3	132	143	154	171	198	226	253	281	309	336
M16	4.8	48.0	46.3	44.7	42.1	38.0	34.2	31.0	28.1	25.7	23.6	101	110	118	131	152	174	195	216	238	259
	6.8	67.7	65.4	63.0	59.4	53.6	48.4	43.7	39.7	36.3	33.3	143	155	167	185	215	245	275	305	335	366
	8.8	90.3	87.2	84.1	79.2	71.5	64.5	58.3	53.0	48.4	44.5	190	206	222	247	287	327	367	407	447	487
	10.9	133	128	124	116	105	94.7	85.6	77.8	71.1	65.3	280	303	327	362	421	480	539	598	657	716
	12.9	155	150	145	136	123	111	100	91.1	83.2	76.4	327	355	382	424	493	562	631	700	769	838
M20	4.8	74.8	72.3	69.7	65.7	59.2	53.4	48.3	43.9	40.1	36.8	197	214	231	256	297	339	381	422	464	506
	6.8	106	102	98.4	92.7	83.6	75.4	68.2	62.0	56.6	52.0	279	302	326	361	420	479	538	596	655	714
	8.8	145	140	135	128	115	104	93.8	85.2	77.9	71.5	383	415	448	496	577	658	739	820	901	982
	10.9	207	200	193	182	164	148	134	121	111	102	546	592	638	707	822	937	1 050	1 170	1 280	1 400
	12.9	242	234	225	213	192	173	156	142	130	119	638	692	746	827	962	1 100	1 230	1 370	1 500	1 640
M24	4.8	108	104	100	94.6	85.4	77.0	69.6	63.3	57.8	53.1	341	369	398	441	513	584	656	728	799	871
	6.8	152	147	142	134	121	109	98.3	89.3	81.6	74.9	481	521	562	622	724	825	926	1 030	1 130	1 230
	8.8	209	202	195	184	166	150	135	123	112	103	661	717	772	856	995	1 130	1 270	1 410	1 550	1 690
	10.9	298	288	278	262	236	213	193	175	160	147	941	1 020	1 100	1 220	1 420	1 620	1 810	2 010	2 210	2 410
	12.9	349	337	325	306	276	249	225	205	187	172	1 100	1 190	1 290	1 430	1 660	1 890	2 120	2 350	2 590	2 820

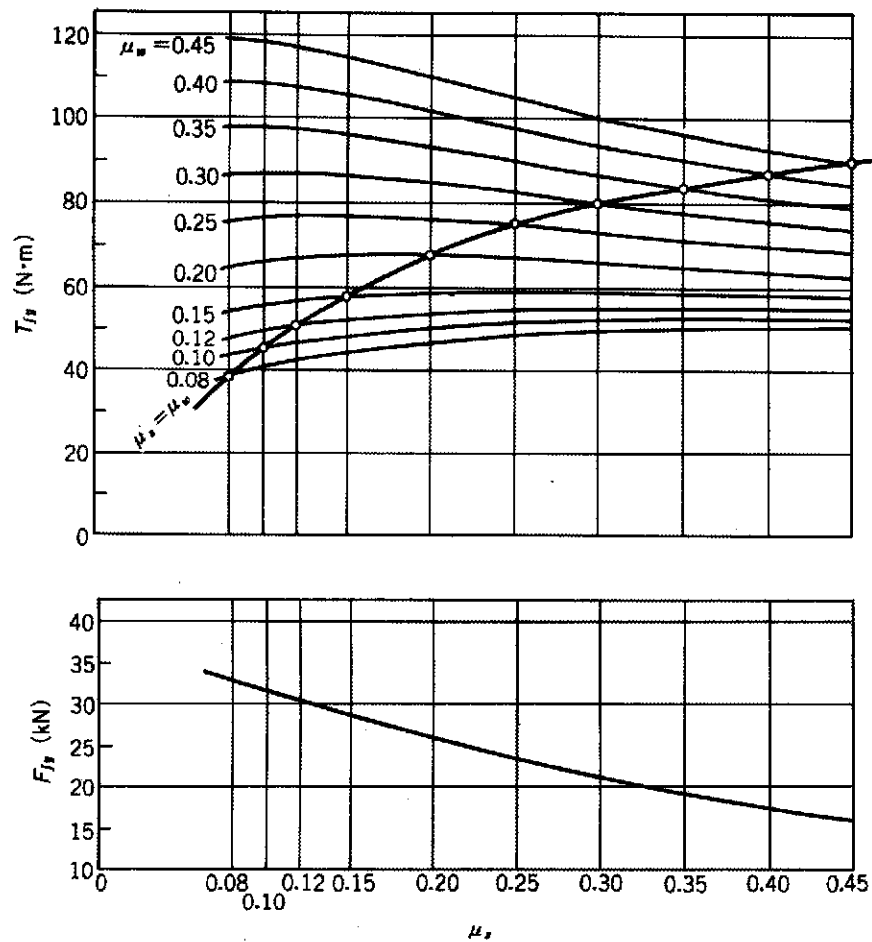
ねじの 呼び	強度 区分	F_{R} kN										T_{R} N・m									
		ねじ面摩擦係数 μ_s										座面摩擦係数 μ_w									
		0.08	0.10	0.12	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.08	0.10	0.12	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45
M30	4.8	172	166	161	151	137	123	111	101	92.5	84.9	681	740	798	886	1 030	1 180	1 320	1 470	1 620	1 760
	6.8	243	235	227	214	193	174	157	143	131	120	962	1 040	1 130	1 250	1 460	1 660	1 870	2 080	2 280	2 490
	8.8	334	323	312	294	265	239	216	197	180	165	1 320	1 440	1 550	1 720	2 000	2 290	2 570	2 850	3 140	3 420
	10.9	478	460	444	419	378	341	308	280	256	235	1 880	2 050	2 210	2 450	2 850	3 260	3 660	4 060	4 470	4 870
	12.9	557	539	519	490	442	399	361	328	299	275	2 200	2 390	2 580	2 870	3 340	3 810	4 280	4 760	5 230	5 700
M36	4.8	252	243	235	221	200	180	163	148	135	124	1 190	1 290	1 390	1 540	1 800	2 050	2 310	2 560	2 820	3 070
	6.8	355	344	331	313	282	255	230	209	191	175	1 680	1 820	1 960	2 180	2 540	2 900	3 260	3 620	3 970	4 330
	8.8	488	472	456	430	388	350	317	288	263	241	2 310	2 500	2 700	3 000	3 490	3 980	4 480	4 970	5 470	5 960
	10.9	696	673	649	612	553	498	451	410	374	343	3 280	3 570	3 850	4 270	4 970	5 670	6 380	7 080	7 780	8 490
	12.9	814	787	759	716	647	583	528	479	438	402	3 840	4 170	4 500	5 000	5 820	6 640	7 460	8 290	9 110	9 930

備考1. F_{R} は式(7)によって計算した値である。ただし、 σ_{p} はJIS B 1051（鋼製ボルト・小ねじの機械的性質）の表3で規定する降伏点又は耐力の最小値、 A_s はJIS B 1082（ねじの有効断面積及び座面の負荷面積）の表1で規定する値、 d_A は A_s に対応する値、 d_s はJIS B 0205の付表で規定する値を用いている。

2. T_{R} は式(1)～(5)によって計算した値である。ただし、参考図で明らかのように T_{R} は μ_s の影響が小さいので μ_s 一定(=0.15)で算出している。

なお、 d_2 、 D_i 及び D_o は参考表1の備考表(a)の値を用いている。

参考図 μ_s 及び μ_w に対する F_{fs} と T_{fs} (M10, 強度区分 8.8)



機械要素部会 ねじ締結専門委員会 構成表

	氏 名	所 属
(委員長)	吉 本 勇	拓殖大学
	伊佐山 建 志	通商産業省機械情報産業局
	大 橋 宣 俊	相模工業大学
	熊 倉 進	神奈川大学
	佐々木 務	工業技術院機械技術研究所
	玉 置 正 恭	工学院大学
	萩 原 正 弥	名古屋工業大学
	丸 山 一 男	東京工業大学
	山 本 晃	東京工業大学名誉教授
	吉 田 藤 夫	工業技術院標準部
	明 石 哲 也	株式会社トーブラ
	小 栗 隆 男	株式会社名古屋螺子製作所
	田 中 誠之助	株式会社佐賀鉄工所
	室 原 達 也	ミネベア株式会社
	山 田 輝 一	株式会社フセラン
	宇田川 鉦 作	日本ねじ研究協会
	新 井 正 男	日産自動車株式会社
	内 本 恒 男	トヨタ自動車株式会社
	国 井 秀 雄	富士電機株式会社
	小 林 正 彦	社団法人日本工作機械工業会
	辻 健 次	ダイキン工業株式会社
	金 枝 新 太	株式会社鉦定本店
	中 村 智 男	日本ねじ研究協会
(事 務 局)	花 谷 年 夫	工業技術院標準部機械規格課