

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	1
3. 試験装置	2
4. 供試体	3
4.1 ボルト・ナット・基準座面板のセット（供試体 A）	3
4.2 ボルト・ナット・実用座面板のセット（供試体 B）	3
4.3 座 面 板	3
4.3.1 基準座面板	3
4.3.2 実用座面板	3
5. 試験条件	4
6. 締付け特性値の求め方	4
6.1 トルク係数の求め方	4
6.2 ねじ面摩擦係数の求め方	5
6.3 座面摩擦係数の求め方	5
6.4 降伏締付け軸力の求め方	5
6.5 降伏締付けトルクの求め方	6
6.6 極限締付け軸力の求め方	6
7. 試験結果の報告	6

ねじ部品の締付け試験方法

Method of Tightening Test for 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に対する特性値（以下、締付け特性値という。）を求めるための試験方法について規定する。この規格で対象とする締付け特性値は、トルク係数、ねじ面摩擦係数、座面摩擦係数、降伏締付け軸力、降伏締付けトルク、及び極限締付け軸力とする。

なお、この規格は、ボルト・ナット以外のねじ部品の締付け特性値及びねじ部品と構造体のねじとの組合せの締付け特性値を求める場合に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特性値を求める場合には適用できない。

引用規格：7ページに示す。

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の意味は、JIS B 1083（ねじの締付け通則）によるほか JIS B 0101（ねじ用語）による。

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 1 による。

なお、表 1 の記号とその意味は、JIS B 1083 によっている。

表 1 記号とその意味

記 号	意 味
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	締付け軸力
F_{fu}	極限締付け軸力
F_{fy}	降伏締付け軸力
K	トルク係数
P	ねじのピッチ
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_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 [$\tan \beta = P / (\pi \cdot d_2)$]
θ_f	締付け回転角

記 号	意 味
μ_s	ねじ面摩擦係数
μ_w	座面摩擦係数

3. 試験装置 試験装置は、次の条件を備えたものとする。

- (1) 試験装置は、表 2 に示した“求めようとする締付け特性値”それぞれに対する必要な測定項目のデータが連続記録⁽¹⁾又は指示計⁽²⁾の読取りによって検出できるものとする。

注⁽¹⁾ レコーダなどによる連続記録又はごく短いサンプリング間隔による測定を指す。

⁽²⁾ トルクメータなどの指針計器を指す。

表 2 締付け特性値と必要な測定項目

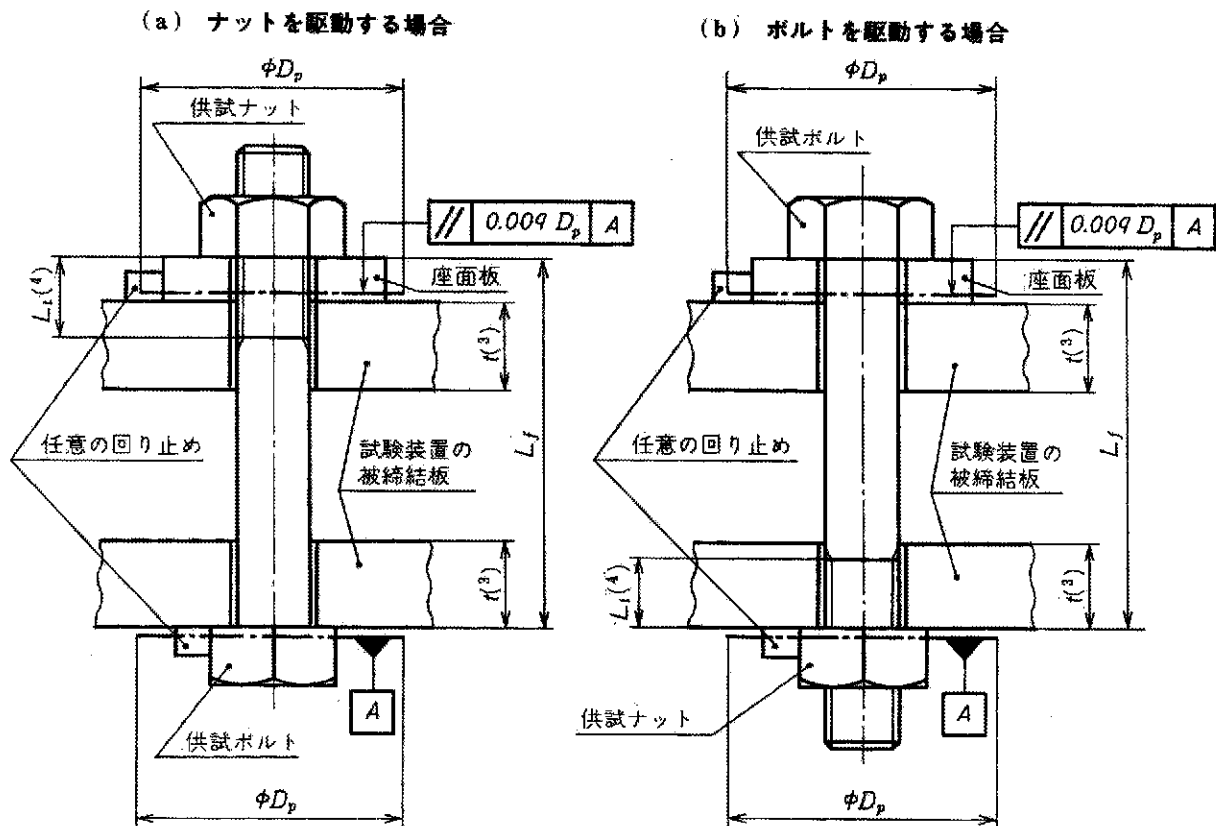
求めようとする 締付け特性値	必要な測定項目					特性値の求 め方の規定 項目番号
	締付け 軸力 (F_p)	締付け トルク (T_p)	ねじ部 トルク (T_s)	座面ト ルク (T_w)	締付け 回転角 (θ_p)	
トルク係数 (K)	○	○	—	—	—	6.1
ねじ面摩擦係数 (μ_s)	○	—	○	—	—	6.2
座面摩擦係数 (μ_w)	○	—	—	○	—	6.3
降伏締付け軸力 (F_{lv})	○	—	—	—	△	6.4
降伏締付けトルク (T_{lv})	○	○	—	—	△	6.5
極限締付け軸力 (F_{lv})	○	—	—	—	△	6.6

備考1. トルク係数、ねじ面摩擦係数及び座面摩擦係数を求める場合には、○印の値を同時測定する。

2. 降伏締付け軸力、降伏締付けトルク及び極限締付け軸力を求める場合には、△印及び○印の値を連続記録する。ただし、極限締付け軸力だけを求める場合には、締付け回転角に関係なく締付け軸力の最大値が測定できればよい。

- (2) 試験装置は、自動又は手動によって、ボルト頭部又はナットに締付けトルクを加えることができるものとする。
- (3) 締付けトルク、ねじ部トルク、座面トルク及び締付け軸力の測定精度（誤差率）は、特別な指定がない限り測定しようとする値に対し、±2%とする。
- (4) 降伏締付け軸力及び降伏締付けトルクを求める際、締付け回転角の検出値は、測定しようとする範囲内でその真の値に対して直線性をもつものとする。
- (5) 試験装置の締結部のばね特性は、試験を行う締付け軸力の範囲で線形でなければならない。
- (6) 試験装置の被締結部（供試ボルト・供試ナットの座面に挟まれる部分）の仕様及び供試体のセットは、原則として図 1 による。

図1 試験装置の被締結部の仕様及び供試体のセット状態



D_p : 座面板外接円の直径 (図2 参照)

L_f : ボルト・ナットの座面間距離

L_t : ボルト・ナットの座面間の完全ねじ部の長さ

注^(*) $t \geq 1d$ (d はねじの呼び径) とするのが望ましい。

(*) 降伏締付け軸力, 降伏締付けトルク及び極限締付け軸力を求める場合は, $L_t \geq 6P$ (P はねじのピッチ) とするのが望ましい。

4. 供試体

4.1 ボルト・ナット・基準座面板のセット (供試体 A) 供試体 A は, 実用するボルト・ナットそのものについて, 座面の状態を統一して締付け特性値を調べるために行う試験に用いるもので, 試験しようとするボルト・ナットと 4.3.1 で規定する基準座面板とをセットにしたものである。

4.2 ボルト・ナット・実用座面板のセット (供試体 B) 供試体 B は, 実用するボルト・ナット及び座金^(*)と実際に締め付けられる部材とを組み合わせたものについて, 締付け特性値を調べるために行う試験に用いるもので, 試験しようとするボルト・ナット及び座金^(*)と 4.3.2 で規定する実用座面板とをセットにしたものである。

注^(*) 座金の有無は実際の使用状態による。

4.3 座面板

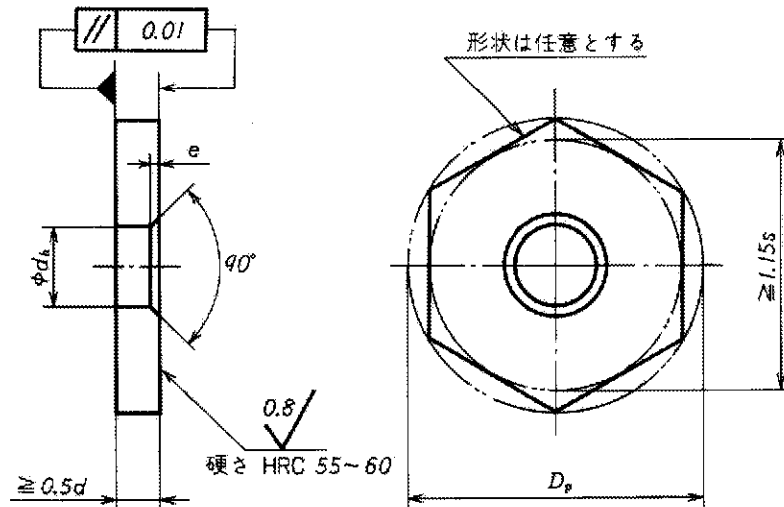
4.3.1 基準座面板 供試体 A に用いる基準座面板の仕様は, 図2 による。

4.3.2 実用座面板 供試体 B に用いる実用座面板は, 実際に締め付けられる被締結部材と同等の要件^(*)を備えたものとし, その形状・寸法について特別な指定がない場合には図2 による。

なお、実用状態での締付け特性値をより正確に求めるには、実際の被締結部材から座面が当たる部分を切り出して座面板を製作するのがよい。

注(6) 要件には、材料、加工条件、硬さ、表面粗さ、表面処理などを含む。

図 2 基準座面板の仕様



d : ねじの呼び径

s : ボルト、ナットの二面幅

D_p : 座面板外換円の直径

d_h : ボルト穴径 [JIS B 1001 (ボルト穴径及びざぐり径) の 1 級による。]

e : 面取り寸法 (JIS B 1001 参照)

5. 試験条件 試験条件は次による。

- (1) 4.1 及び 4.2 の供試体は、特別な理由がない限り未使用のものをを用い、原則として再使用はしない。

繰返し使用の締付け特性値を求める試験の場合には、個々の供試体の前歴を明確にしておかなければならない。

- (2) ボルト頭部又はナットのうち一方を回転しないように試験装置に取り付け、他方に締付けトルクを加える。その際、座面板は被締結部材の一部とみなし、共回りしないよう試験装置本体に固定しなければならない。4.2 の供試体 B においてボルト頭部又はナットと座面板との間に座金を入れて試験を行う場合には、座金を故意に固定してはならない。

- (3) 試験は、ボルト、ナット、座金及び座面板の仕様、試験装置の仕様、供試体のセット状態、潤滑条件、締付け回転速度並びに試験の環境を明確にして行わなければならない [7.の(1)~(10)参照]。

なお、締付け回転速度について指定がない場合には、毎分 4 回転程度にするのがよい。

6. 締付け特性値の求め方

6.1 トルク係数の求め方 トルク係数の求め方は、次による。

- (1) ボルトの規定降伏点又は規格耐力に対応するボルト軸力(7)の 50~80%の範囲における任意の 1 点で、締付け軸力と締付けトルク(8)の値を測定する。ただし、締付け軸力の値の範囲及び測定点の数が別に

定められている場合には、その規定に従う。

注(7) 鋼製ボルトの場合には、**JIS B 1051**（鋼製ボルト・小ねじの機械的性質）で強度区分ごとに規定する降伏点又は耐力の最小値に **JIS B 1082**（ねじの有効断面積及び座面の負荷面積）で規定する有効断面積を乗じた値とする。

(8) ねじ部トルク及び座面トルクを測定し、その和を締付けトルクの値としてもよい。

- (2) (1)に規定する方法によって測定した締付け軸力 F_f 及び締付けトルク T_f の値を式(1)に代入して求めた計算値（測定点が2点以上の場合には計算値の平均値）を、その供試体のトルク係数 K とする。

$$K = \frac{T_f}{F_f d} \dots\dots\dots (1)$$

6.2 ねじ面摩擦係数の求め方

ねじ面摩擦係数の求め方は次による。

- (1) ボルトの規格降伏点又は規格耐力に対応するボルト軸力(7)の50～80%の範囲における任意の1点で、締付け軸力及びねじ部トルク(8)の値を測定する。ただし、締付け軸力の値の範囲及び測定点の数が別に定められている場合には、その規定に従う。

注(9) 締付けトルク及び座面トルクを測定し、その差をねじ部トルクの値としてもよい。

- (2) (1)に規定する方法によって測定した締付け軸力 F_f 及びねじ部トルク T_s の値を式(2)に代入して求めた計算値（測定点が2点以上の場合には計算値の平均値）を、その供試体のねじ面摩擦係数 μ_s とする。

$$\mu_s = \frac{2T_s \cos \alpha'}{d_2 F_f} - \cos \alpha' \tan \beta \dots\dots\dots (2)$$

6.3 座面摩擦係数の求め方

座面摩擦係数の求め方は、次による。

- (1) ボルトの規格降伏点又は規格耐力に対応するボルト軸力(7)の50～80%の範囲における任意の1点で、締付け軸力及び座面トルク(10)の値を測定する。ただし、締付け軸力の値の範囲及び測定点の数が別に定められている場合には、その規定に従う。

注(10) 締付けトルク及びねじ部トルクを測定し、その差を座面トルクの値としてもよい。

- (2) (1)に規定する方法によって測定した締付け軸力 F_f 及び座面トルク T_w の値を式(3)に代入して求めた計算値（測定点が2点以上の場合には計算値の平均値）を、その供試体の座面摩擦係数 μ_w とする。

$$\mu_w = \frac{2T_w}{D_w F_f} \dots\dots\dots (3)$$

ここに、 D_w は座面における摩擦トルクの等価直径で、接触する座面が円環状の場合には式(4)で計算する。

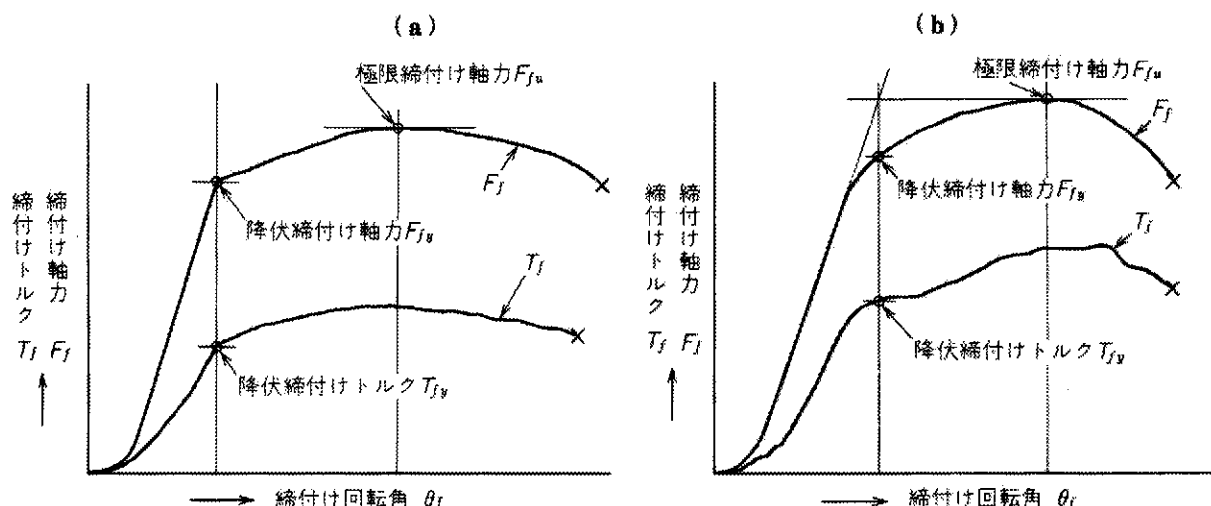
$$D_w = \frac{2}{3} \times \frac{D_o^3 - D_i^3}{D_o^2 - D_i^2} \dots\dots\dots (4)$$

6.4 降伏締付け軸力の求め方

降伏締付け軸力の求め方は、次による。

- (1) 図3に示すような締付け回転角と締付け軸力との関係曲線を記録する。
- (2) 図3(a)のように曲線のこう配が急変する場合には、その点の軸力の値を降伏締付け軸力 F_{fy} とする。
- (3) 図3(b)のようになだらかに変化する場合には、締付け回転角と締付け軸力とがほぼ比例する部分に直線を当てはめ、これと極限締付け軸力の点（6.6参照）から水平に伸ばした直線との交点の締付け回転角に対応する軸力の値を降伏締付け軸力 F_{fy} とする。

図3 締付け回転角－締付け軸力・締付けトルク曲線



6.5 降伏締付けトルクの求め方 降伏締付けトルクの求め方は、次による。

- (1) 図3に示すような、締付け回転角と締付け軸力・締付けトルクとの関係曲線を記録する。
- (2) 6.4で規定する方法によって降伏締付け軸力を求め、そのときの締付け回転角における締付けトルクの値を降伏締付けトルク T_{fy} とする。

6.6 極限締付け軸力の求め方 締付け試験において、ボルトが破断するまでに発生した最大の締付け軸力を締付け回転角と締付け軸力との関係曲線⁽¹⁾から読み取り、その値を極限締付け軸力 F_{fu} とする（図3参照）。

注⁽¹⁾ 極限締付け軸力だけを求める場合には、締付け軸力だけの連続した記録でもよい。

7. 試験結果の報告 締付け試験のデータを報告するときには、試験結果報告書に次の項目を記載する。

- (1) **供試体の区分** 供試体 A であるか供試体 B であるかの区分、供試体 B については座金の有無及び挿入位置を記載する。
- (2) **ボルトの仕様** 供試ボルトについて、次のことを記載する。
 - (a) ボルトの種類及び要目（種類、部品等級、頭部の形状、ねじの呼び、呼び長さ、ねじ部長さなど）
 - (b) 材料及び製造方法（材料、熱処理、ねじ部の加工方法など）
 - (c) 表面状態（座面の表面粗さ、表面処理の有無とその種類など）
 - (d) 機械的性質（強度区分、実測した引張強さ、降伏点又は耐力、硬さなど）
- (3) **ナット仕様** 供試ナットについて、次のことを記載する。
 - (a) ナットの種類及び要目（種類、形式、形状、部品等級、ねじの呼び、高さなど）
 - (b) 材料及び製造方法（材料、熱処理、ねじ部の加工方法など）
 - (c) 表面状態（座面の表面粗さ、表面処理の有無とその種類など）
 - (d) 機械的性質（強度区分、保証荷重応力、実測した座面の硬さなど）
- (4) **座金の仕様** 供試体 B で座金を用いた場合には、その座金について次のことを記載する。
 - (a) 座金の種類及び要目（種類、形状、内径、外径、厚さなど）
 - (b) 材料及び製造方法
 - (c) 表面状態（表面粗さ、表面処理の有無とその種類など）

(d) 機械的性質（硬さ区分，硬さの実測値など）

(5) **座面板の仕様** 供試座面板について，次のことを記載する。

(a) 形状及び寸法

(b) 材料及び製造方法（材料，熱処理，座面の加工方法など）

(c) 表面状態（表面粗さ，表面処理の有無とその種類など）

(d) 機械的性質（硬さの実測値）

(6) **試験装置の仕様**

(a) 装置の形式及び容量（軸力，トルクの検出方法及びその最大容量，締付け回転速度の範囲など）

(b) 駆動方法（自動，手動の別）

(c) 記録の形式（連続記録，指示計読取りの別）

(7) **供試体のセット状態**

(a) ボルト・ナットの座面間距離

(b) ボルト・ナットの座面間の完全ねじ部の長さ

(c) ボルト駆動，ナット駆動の別

(8) **供試体の潤滑** 供試体の潤滑について，次のことを記載する。

(a) 潤滑剤の種類又は銘柄

(b) 潤滑剤の塗布方法（前処理，塗布箇所など）

(9) **締付け回転速度**

(10) **試験の環境** 気温，湿度などを記載する。

(11) **試験結果** 供試体の締付け特性値，特性値の分布などを記載する。

(12) **試験の生データ** 供試体の締付け特性曲線，特性値のヒストグラムなどを必要に応じて添付する。

(13) **その他** 特性値を求めるために，別に規定される締付け軸力の範囲及び測定点の数，同一供試体の試験回数（締付け前歴），試験場所などを記載する。

引用規格：

JIS B 0101 ねじ用語

JIS B 1001 ボルト穴径及びざぐり径

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 1083 ねじの締付け通則

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	株式会社フセラシ
	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
(事務局)	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
	花 谷 年 夫	工業技術院標準部機械規格課