

2. ねじ締付け

Bolt Tightening

2-1. 各種締付け方法

各種締付け方法 ————— 30

2-2. ねじとトルク

ねじとトルクの関係式 ————— 31

2-3. トルク係数

(1) トルク係数の公式 ————— 32

(2) トルク係数は一定ではない ————— 32

(3) トルクが一定でも軸力はバラツク ————— 33

2-4. 締付けトルクの決め方

(1) 適正締付けトルク ————— 34

(2) 締付けトルクの決め方 ————— 34

(3) 締付けトルクの標準化 ————— 35

(4) 標準締付けトルクと軸力 ————— 37

2-5. 締付けトルクの公差

締付けトルクの公差 ————— 38

2-6. 軸力安定の締付け(締付け手順)

(1) 千鳥締付け ————— 39

(2) 二段締め ————— 39

(3) 二度締め ————— 39

(4) 安定化締付け ————— 39

トルクと軸力

なぜねじを締付けるのか？

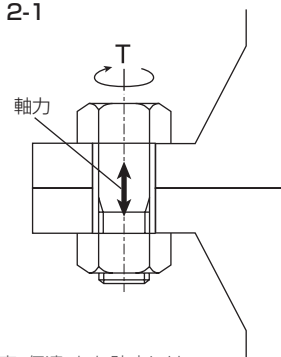
ねじを締付けるのは、物を動かなくする(固定する)ための手段である。
その目的は以下をはじめ多岐にわたる。

1. ワークの固定、締結
2. 駆動力の伝達、制動力の伝達
3. 気体・液体の密閉

この時の固定する力を、軸力(締付け力)と言い、「適切な軸力を与える」
ことがねじの締付けの目的となる。

本来は軸力管理を行いたいが、軸力を測定するのが困難なため、代用特
性として、締付け管理や作業が容易にできるトルク法で管理を行う。

図 2-1



固定、伝達、もれ防止には、
複数の手段により確実性
を向上させるものもある。

Chapter 2-1 ねじ締付け

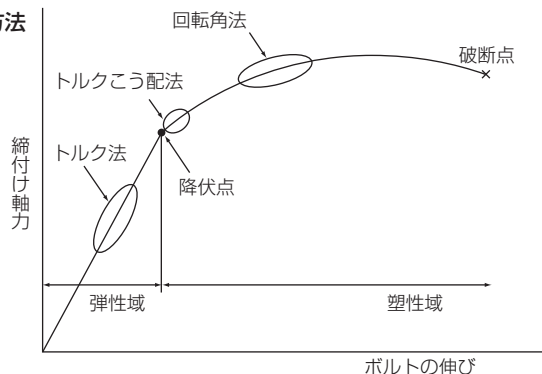
2-1. 各種締付け方法

各種締付け方法

表 2-1. 各種締付け方法

締付け名称	方法	特 失
トルク法	締付けの際、ねじを回すトルク値で締付けを管理する。 最も広く一般に用いられている方法。	締付けの管理や作業が容易。締付けコストが低い。 ボルトの長さによってトルク値が変化しないので標準化が容易。 軸力のバラツキ幅が大きくねじの効率が低くなる。
回転角法	ねじが着座してから、ねじを回す角度で締付けを管理する。 スナグトルクから規定角度まで締付けを行う。	塑性域での締付けを行うと軸力のバラツキが小さく作業が簡単に行える。 降伏点を越えて締付けるので、附加荷重や再締付けがあるねじ継手には限度あり。角度の決定が難しい。
トルクこう配法	ねじの締付け角度に対してのトルク上昇率の変化から降伏点に入った時点で締付けを管理する。 角度、トルク等の処理演算は電子回路で行う。	軸力のバラツキ幅が小さいのでねじ継手の効率大。 ボルト自身の検査も可。 締付けが降伏点を越える。締付け機が高価。 サービ分野で同じ締付けが不可能。
測伸法	ボルトの締付けによって生じたボルトの伸びで締付けを管理する。 伸びはマイクロメータ、超音波、心金を用いて測定する。	軸力のバラツキは最小、弾性限度内の締付けが可能。 ねじ継手の効率大。附加荷重や再締付けが可能。 ボルトは端面仕上げが必要。締付けコスト大。
加力法	ボルトに引っ張り荷重を与えてナットを締める荷重によって締付けを管理する。	軸力が直接管理できる。 ボルトのねじれ応力が生じない。 締付け機もボルトも特殊。高価。
加熱法	ボルトのみを加熱して伸びを与え、温度によって締付けを管理する。	締付けの際のスペース、力が不要。 軸力との関係が不意、温度の設定管理が困難。

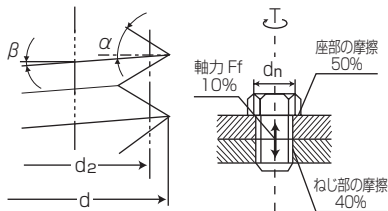
図 2-2. 締付け管理方法



2-2. ねじとトルク

ねじとトルクの関係式

図 2-3 詳細図



- T: 締付けトルク… [N・m]
 Ff: 軸力…………… [N]
 d₂: 有効径…………… [mm] (P.112表8-1参照)
 d_n: 座部有効径…………… [mm] (P.112表8-1参照)
 μ: ねじ部摩擦係数 (P.32表2-2参照)
 μ_n: 座部摩擦係数… (P.32表2-2参照)
 α: ねじ山の半角… ISOねじ30°
 β: リード角…………… tanβ (図2-3参照)
 (P.112表8-1参照)

ねじの公式①

$$T = Ff \left\{ \underbrace{\frac{d_2}{2} \left(\frac{\mu}{\cos \alpha} + \tan \beta \right)}_{\text{ねじ部の摩擦}} + \underbrace{\mu_n \frac{d_n}{2}}_{\text{座部の摩擦}} \right\} \div 1000$$

例) M8 Ff=8000[N]になる締付けトルクは

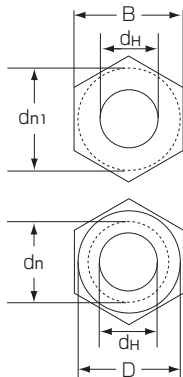
P.112表8-1より d₂=7.188[mm]
 d_n=11.96[mm] (六角ナットスタイル1)
 tanβ=0.0554

P.32表2-2より μ=μ_n=0.15
 α=30°

$$T = 8000 \left\{ \frac{7.188}{2} \left(\frac{0.15}{\cos 30^\circ} + 0.0554 \right) + 0.15 \left(\frac{11.96}{2} \right) \right\} \div 1000 = 13.75 [\text{N} \cdot \text{m}]$$

■座部有効径の公式 (d_{n1}、d_n)

図 2-4



a. 六角座部 (1種ナットボルト)

山本 晃 著
 「ねじ締結の原理と設計」P.78

$$d_{n1} = \frac{0.608B^3 - 0.524d_H^3}{0.866B^2 - 0.785d_H^2}$$

B: 六角対辺[mm] d_H: 座部内径[mm]

b. 円形座部 (2,3種ナット)

$$d_n = \frac{2}{3} \cdot \frac{D^3 - d_H^3}{D^2 - d_H^2}$$

D: 座部外径[mm] d_H: 座部内径[mm]

ねじの公式②

$$T = K \cdot d \cdot Ff \text{ または } Ff = \frac{T}{K \cdot d}$$

K: トルク係数 (P.32表2-2より) d: ねじの呼び径 [mm]

例) M20のねじを T=400[N・m]で締めた時の軸力

d=20[mm] K=0.2 (P.32表2-2参照)

$$Ff = \frac{400}{0.2 \times 20 \div 1000} = 100000 [\text{N}]$$

Chapter 2-3 ねじ締付け

2-3. トルク係数

(1) トルク係数の公式

$$K = \frac{1}{2d} \left[d_2 \left(\frac{\mu}{\cos \alpha} + \tan \beta \right) + \mu_n \cdot d_n \right]$$

dは、ねじの呼び径[mm]

(2) トルク係数は一定ではない

表 2-2. トルク係数と摩擦係数

潤滑	トルク係数 K 最小～平均～最大	摩擦係数 $\mu (= \mu_n)$ 最小～平均～最大
一般機械用油脂 スピンドル油 マシン油 タービン油 シリンダー油	0.14 ~ 0.20 ~ 0.26	0.10 ~ 0.15 ~ 0.20
低摩擦用油脂 二硫化モリブデン ワックス系油脂	0.10 ~ 0.15 ~ 0.20	0.067 ~ 0.10 ~ 0.14
Fcon 軸力安定化剤 P.394 参照	0.16 ~ 0.18 ~ 0.20	0.12 ~ 0.135 ~ 0.15

注：本表の数値は、一般的なねじ継ぎ手についての値であり、特殊条件の場合は、この限りではない。

$$K \approx 1.3\mu + 0.025$$

min, maxはバラツキ幅(±3σ)を意味する。条件(潤滑油、形状等)が限定すればバラツキ幅は小さくなる。

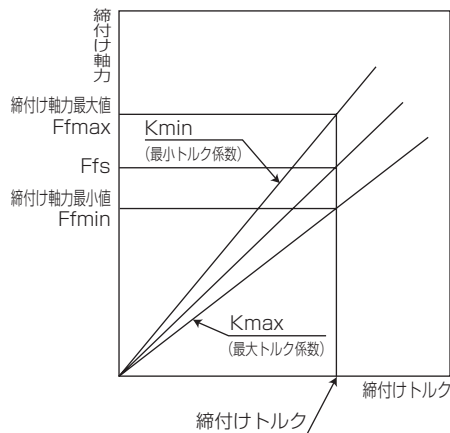
(3) トルクが一定でも軸力はバラツク

■ 軸力のバラツクの要因

- 潤滑剤
- 被締結体の機械的要因
- 環 境
- 締付け速度
- ねじの繰返し使用等

ねじ締付け

図 2-5. 締付けトルクと締付け軸力の関係



例) 締付けトルクを一定にして、トルク係数が変わると軸力がどう変化するか

$$F_f = T / (K \cdot d)$$

ボルト呼び径 : $d = 10$ [mm]

締付けトルク : $T = 24$ [N·m]

トルク係数 : $K_{min} = 0.14, K = 0.2, K_{max} = 0.26$

$K_{min} = 0.14$ の場合

$$F_{fmax} = 24 / (0.14 \times 0.01) = 17142$$
 [N]

$K_{max} = 0.26$ の場合

$$F_{fmin} = 24 / (0.26 \times 0.01) = 9230$$
 [N]

$K = 0.2$ の場合

$$F_{fs} = 24 / (0.2 \times 0.01) = 12000$$
 [N]

K_{min} と K_{max} では軸力が倍近く変わってしまう

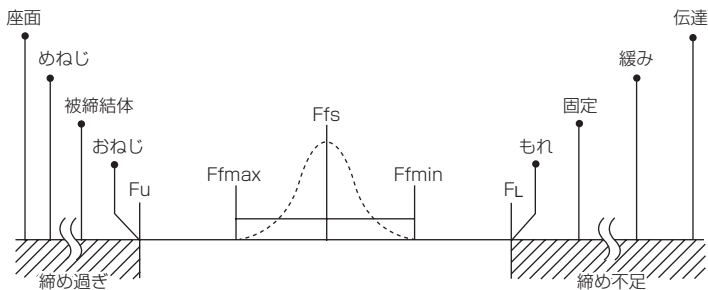
Chapter 2-4 ねじ締付け

2-4. 締付けトルクの決め方

(1) 適正締付けトルク

$$\left. \begin{array}{l} \text{おねじの強度} \\ \text{めねじの強度} \\ \text{被締結体の強度} \\ \text{座面の強度} \end{array} \right\} Fu > F_{fmax} \sim F_{fs} \sim F_{fmin} > FL \left\{ \begin{array}{l} \text{固定 限度} \\ \text{機密 伝達} \\ \text{緩み 緩み} \end{array} \right.$$

図 2-6. 適正締付けトルク

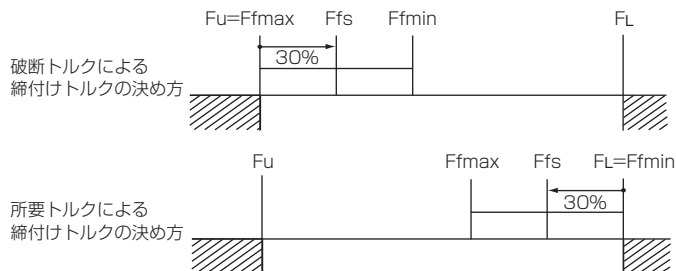


(2) 締付けトルクの決め方

表 2-3. 締付けトルクの決め方

1 標準化	締付けトルクを社内で標準化する。 (P.35図2-8参照)
2 現在の締付けの規格化	現在の締付けトルクを推定して規格化する。
3 破断トルク法(上限合わせ)	ねじ継ぎ手の破断トルクの70%を締付けトルクとする。(Ffmax=Fu)
4 所要軸力法	不都合の生じない最低のトルクの130%を締付けトルクとする。(Ffmin=FL)
5 軸力測定法	軸力計より最適軸力になる締付けトルクを推定する。

図 2-7. 破断トルク法、所要軸力法



(3) 締付けトルクの標準化

■ねじとトルクの関係図

計算式

$$T = K \cdot d \cdot F_f$$

$$A_s = \frac{\pi}{4} \left(\frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2$$

$$d_3 = d_1 - \frac{H}{6}$$

$$H = 0.866025P$$

$$\sigma = \frac{F_f}{A_s}$$

T: 締付けトルク [N・m]

K: トルク係数 0.2 ($\mu \doteq 0.15$)

d: ボルトの呼び径 [mm]

Ff: 軸力 [N]

As: ボルトの有効断面積 [mm²]
(JIS B 1082)

d2: ボルトの有効径 [mm]
(JIS B 0205)

d3: おねじ谷の径の基準寸法(d1)
からとがり山の高さHの $\frac{1}{6}$
を減じた値 [mm]

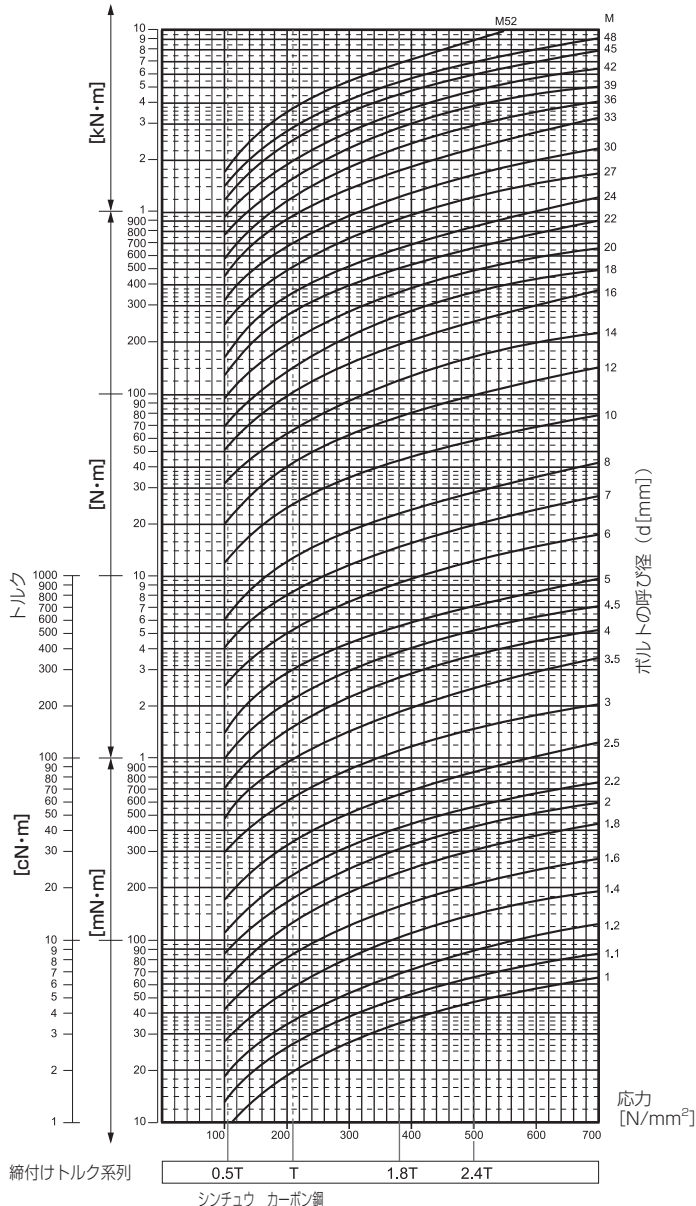
d1: ボルトの谷径 [mm]
(JIS B 0205)

H: とがり山の高さ [mm]

P: ピッチ [mm]

σ : ボルトの引張応力 [N/mm²]

図 2-8. ねじとトルクの関係図



ねじ締付け

Chapter 2-4 ねじ締付け

2-4. 締付けトルクの決め方

標準締付けトルク

表 2-4. 標準締付けトルク [N・m]

(参考値)

ねじの呼び径	T系列 [N・m]	0.5T系列 [N・m]	1.8T系列 [N・m]	2.4T系列 [N・m]
M1	0.0193	0.00966	0.0348	0.0464
(M1.1)	0.0272	0.0136	0.0489	0.0652
(M1.2)	0.0369	0.0184	0.0664	0.0885
(M1.4)	0.0578	0.0289	0.104	0.139
M1.6	0.0853	0.0427	0.154	0.205
(M1.8)	0.129	0.0643	0.231	0.308
M2	0.174	0.0869	0.313	0.417
(M2.2)	0.229	0.115	0.412	0.550
M2.5	0.356	0.178	0.641	0.854
M3	0.634	0.317	1.14	1.52
(M3.5)	0.997	0.498	1.79	2.39
M4	1.48	0.738	2.66	3.54
(M4.5)	2.14	1.07	3.84	5.13
M5	2.98	1.49	5.37	7.16
M6	5.07	2.53	9.12	12.2
(M7)	8.50	4.25	15.3	20.4
M8	12.3	6.15	22.1	29.5
M10	24.4	12.2	43.8	58.5
M12	42.5	21.2	76.5	102
M14	67.6	33.8	122	162
M16	106	52.8	190	253
(M18)	145	72.6	261	348
M20	206	103	370	494
(M22)	280	140	504	672
M24	356	178	640	854
(M27)	521	260	937	1250
M30	707	353	1270	1700
(M33)	962	481	1730	2310
M36	1240	618	2220	2960
(M39)	1600	799	2880	3840
M42	1980	988	3560	4740
(M45)	2480	1240	4460	5940
M48	2960	1480	5330	7110
(M52)	3840	1920	6920	9230
M56	4770	2390	8590	11500
(M60)	5950	2970	10700	14300
M64	7200	3600	13000	17300
(M68)	8740	4370	15700	21000

注: 基準軸応力: 210 [N/mm²] 有効断面積 (JIS B1082)
有効桁数3桁に丸めた換算値。

表 2-5. 標準締付けトルク [kgf・cm]

(参考値)

ねじの呼び径	T系列 [kgf・cm]	0.5T系列 [kgf・cm]	1.8T系列 [kgf・cm]	2.4T系列 [kgf・cm]
M1	0.197	0.0985	0.354	0.473
(M1.1)	0.277	0.138	0.498	0.665
(M1.2)	0.376	0.188	0.677	0.903
(M1.4)	0.589	0.295	1.06	1.41
M1.6	0.870	0.435	1.57	2.09
(M1.8)	1.31	0.655	2.36	3.14
M2	1.77	0.886	3.19	4.25
(M2.2)	2.34	1.17	4.20	5.61
M2.5	3.63	1.81	6.53	8.71
M3	6.46	3.23	11.6	15.5
(M3.5)	10.2	5.08	18.3	24.4
M4	15.0	7.52	27.1	36.1
(M4.5)	21.8	10.9	39.2	52.2
M5	30.4	15.2	54.7	73.0
M6	51.6	25.8	92.9	124
(M7)	86.6	43.3	156	208
M8	125	62.7	226	301
M10	248	124	447	596
M12	433	217	780	1040
M14	689	345	1240	1650
M16	1080	538	1940	2580
(M18)	1480	740	2660	3550
M20	2100	1050	3780	5030
(M22)	2850	1430	5140	6850
M24	3630	1810	6530	8710
(M27)	5310	2650	9550	12700
M30	7210	3600	12900	17300
(M33)	9810	4900	17600	23500
M36	12600	6300	22600	30200
(M39)	16300	8150	29400	39100
M42	20200	10100	36300	48300
(M45)	25300	12600	45500	60600
M48	30200	15100	54300	72500
(M52)	39100	19600	70500	94100
M56	48600	24400	87564	117000
(M60)	60700	30300	109000	146000
M64	73400	36700	133000	176000
(M68)	89100	44500	160000	214000

注: 左表 [N・m] の有効桁数3桁に丸めた換算値。

T系列の使用区分

表 2-6. T系列の使用区分

	基準T系列	0.5T系列	1.8T系列	2.4T系列
適用ねじ (強度区分) (材質)	4.6 ~ 6.8 SS, SC, SUS	— CR(黄銅), CB(銅), AB(アルミ)	8.8 ~ 12.9 SCr, SNC, SCM	10.9 ~ 12.9 SCr, SNC, SCM, SNCM
軸応力 [N/mm ²] 標準値 最大~最小	210 300 ~ 160	105 150 ~ 80	380 540 ~ 290	500 710 ~ 380
適用区分	一般の締付けトルク。できる限り、また断りのない限りこの系列を用いる。	ねじ、雌ねじ、締付け体に銅、アルミ、プラスチックなどを用いた時、ダイカスト部品、プラスチック部品。	特殊鋼を用いた強力ねじ継ぎ手、特にボルトに付加的な動加重のかかる場合。	特殊鋼を用いた強力ねじ継ぎ手、特にボルトに付加的な動加重のかかる場合。(摩擦接合)
用途	一般	電子部品	車両、エンジン	建設

* 軸応力の最大から最小はトルク係数のバラツキを考慮したもの
例 $\sigma_{max} = 210 \times (0.2 \div 0.14) = 300$ [N/mm²] トルク係数 0.14 (最小) ~ 0.2 (平均) ~ 0.26 (最大)

(4) 標準締付けトルクと軸力

表 2-7. 標準締付けトルク軸力

ねじの呼び径	有効断面積 [mm ²]	T系列				0.5T系列				1.8T系列				2.4T系列			
		標準締付けトルク	標準軸力	最大軸力	最小軸力	標準締付けトルク	標準軸力	最大軸力	最小軸力	標準締付けトルク	標準軸力	最大軸力	最小軸力	標準締付けトルク	標準軸力	最大軸力	最小軸力
		[N·m]	[N]	[N]	[N]	[N·m]	[N]	[N]	[N]	[N·m]	[N]	[N]	[N]	[N·m]	[N]	[N]	[N]
M1	0.460	0.0193	96.6	138	74.3	0.00966	48.3	69.0	37.2	0.0348	174	248	134	0.0464	232	331	178
(M1.1)	0.588	0.0272	123	176	95.0	0.0136	61.7	88.2	47.5	0.0489	222	318	171	0.0652	296	423	228
(M1.2)	0.732	0.0369	154	220	118	0.0184	76.9	110	59.1	0.0664	277	395	213	0.0885	369	527	284
(M1.4)	0.983	0.0578	206	295	159	0.0289	103	147	79.4	0.104	372	531	286	0.139	495	708	381
M1.6	1.27	0.0853	267	381	205	0.0427	133	191	103	0.154	480	686	369	0.205	640	914	492
(M1.8)	1.70	0.129	357	510	275	0.0643	179	255	137	0.231	643	918	494	0.308	857	1220	659
M2	2.07	0.174	435	621	334	0.0869	217	311	167	0.313	782	1120	602	0.417	1040	1490	803
(M2.2)	2.48	0.229	521	744	401	0.115	260	372	200	0.412	937	1340	721	0.550	1250	1790	961
M2.5	3.39	0.356	712	1020	548	0.178	356	509	274	0.641	1280	1830	986	0.854	1710	2440	1310
M3	5.03	0.634	1060	1510	813	0.317	528	755	406	1.14	1900	2720	1460	1.52	2540	3620	1950
(M3.5)	6.78	0.997	1420	2030	1100	0.498	712	1020	548	1.79	2560	3660	1970	2.39	3420	4880	2630
M4	8.78	1.48	1840	2630	1420	0.738	922	1320	709	2.66	3320	4740	2550	3.54	4430	6320	3400
(M4.5)	11.3	2.14	2370	3390	1830	1.07	1190	1700	913	3.84	4270	6100	3290	5.13	5700	8140	4380
M5	14.2	2.98	2980	4260	2290	1.49	1490	2130	1150	5.37	5370	7670	4130	7.16	7160	10200	5510
M6	20.1	5.07	4220	6030	3250	2.53	2110	3020	1620	9.12	7600	10900	5840	12.2	10100	14500	7790
(M7)	28.9	8.50	6070	8670	4670	4.25	3030	4340	2330	15.3	10900	15600	8400	20.4	14600	20800	11200
M8	36.6	12.3	7690	11000	5910	6.15	3840	5490	2960	22.1	13800	19800	10600	29.5	18400	26400	14200
M10	58.0	24.4	12200	17400	9370	12.2	6090	8700	4680	43.8	21900	31300	16900	58.5	29200	41800	22500
M12	84.3	42.5	17700	25300	13600	21.2	8850	12600	6810	76.5	31900	45500	24500	102	42500	60700	32700
M14	115	67.6	24200	34500	18600	33.8	12100	17300	9290	122	43500	62100	33400	162	58000	82800	44600
M16	157	106	33000	47100	25400	52.8	16500	23600	12700	190	59300	84800	45700	253	79100	113000	60900
(M18)	192	145	40300	57600	31000	72.6	20200	28800	15500	261	72600	104000	55800	348	96800	138000	74400
M20	245	206	51500	73500	39600	103	25700	36800	19800	370	92600	132000	71200	494	123000	176000	95000
(M22)	303	280	63600	90900	48900	140	31800	45500	24500	504	115000	164000	88100	672	153000	218000	117000
M24	353	356	74100	106000	57000	178	37100	53000	28500	640	133000	191000	103000	854	178000	254000	137000
(M27)	459	521	96400	138000	74100	260	48200	68900	37100	937	174000	248000	133000	1250	231000	330000	178000
M30	561	707	118000	168000	90600	353	58900	84200	45300	1270	212000	303000	163000	1700	283000	404000	217000
(M33)	694	962	146000	208000	112000	481	72900	104000	56100	1730	262000	375000	202000	2310	350000	500000	269000
M36	817	1240	172000	245000	132000	618	85800	123000	66000	2220	309000	441000	238000	2960	412000	588000	317000
(M39)	976	1600	205000	293000	158000	799	102000	146000	78800	2880	369000	527000	284000	3840	492000	703000	378000
M42	1120	1980	235000	336000	181000	988	118000	168000	90500	3560	423000	605000	326000	4740	564000	806000	434000
(M45)	1310	2480	275000	393000	212000	1240	138000	197000	106000	4460	495000	707000	381000	5940	660000	943000	508000
M48	1470	2960	309000	441000	237000	1480	154000	221000	119000	5330	556000	794000	427000	7110	741000	1060000	570000
(M52)	1760	3840	370000	528000	284000	1920	185000	264000	142000	6920	665000	950000	512000	9230	887000	1270000	682000
M56	2030	4770	426000	609000	328000	2390	213000	305000	164000	8590	767000	1100000	590000	11500	1020000	1460000	787000
(M60)	2360	5950	496000	708000	381000	2970	248000	354000	191000	10700	892000	1270000	686000	14300	1190000	1700000	915000
M64	2680	7200	563000	804000	433000	3600	281000	402000	216000	13000	1010000	1450000	779000	17300	1350000	1930000	1040000
(M68)	3060	8740	643000	918000	494000	4370	321000	459000	247000	15700	1160000	1650000	890000	21000	1540000	2200000	1190000

有効桁数3桁

ねじ締付け

Chapter 2-5 ねじ締付け

2-5. 締付けトルクの公差

締付けトルクの公差

ねじ継手には、厳密な締付け管理を行う必要がある場合もあれば、緩まなければよい程度の比較的ラフな管理でも問題のない場合もある。軸力はトルク係数のバラツキと締付けトルクの公差の影響を受ける。軸力のバラツキを押さえるためには、締付けトルクの公差だけを小さくしてもトルク係数のバラツキを小さくしなければ無意味である。

■ 締付けトルクの公差

表 2-8

等級	締付けトルク		トルク係数		軸力	
	トルク値	公差	係数値	公差	バラツキ幅	上下限比
特級	} 実測値	±5%	} 実測値	±15%	±15% 115~85%	0.75
1級		±10%		±20%	±20% 120~80%	0.65
2級	標準締付けトルク (実測値)		0.14~0.26 (0.10~0.20)	±30%	±35% 135~65%	0.50
3級	標準締付けトルク		0.12~0.28 (0.09~0.20)	±40%	±50% 150~50%	0.35

()内数値は潤滑に二硫化モリブデン、ワックスを使用した場合。

■ 標準偏差の関係式

厳密な締付け管理を必要とする場合、締付けトルクとトルク係数のバラツキの標準偏差(%)から関係式は次式で表される。

軸力(σ_n)、トルク係数(σ_K)、締付けトルク(σ_t)のバラツキ関係

$$\sigma_n = \sqrt{\sigma_K^2 + \sigma_t^2}$$

σ_n を小さくするためには、 σ_K 、 σ_t それぞれ小さくする必要がある。締付けトルクは管理しやすいので、 $\sigma_K = \frac{1}{3} \sigma_t$ 程度まで管理すれば $\sigma_K \approx \sigma_t$ となる。

例)

$$K = 0.2 \pm 0.06(3\sigma)$$

$$\sigma_K = \frac{0.06}{3 \times 0.2} \times 100(\%) = 10(\%)$$

$$\sigma_t = 3\%$$

$$\sigma_n = \sqrt{10^2 + 3^2} = 10.4\%$$

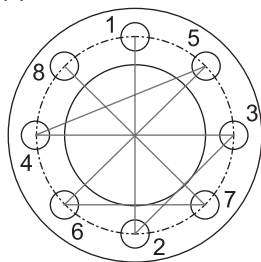
$$(3\sigma_n = 31.2\%)$$

2-6. 軸力安定の締付け(締付け手順)

初期軸力を安定させるために締付け方法が色々工夫されている。

(1) 千鳥締付け

図 2-9



左図のごとく対角線的順序で締付けることが推奨される。

1回目…規定トルクの50%程度で順番に締付ける

2回目…75%程度のトルクで順番に締付ける

3回目…規定トルクで順番に締付ける

全てのボルトを均一に締めるよう心がけ、1個のボルト、または同じ側の数個のボルトにトルクをかけることは避けるべきである。

(2) 二段締め

多軸の自動機などで締付けを行う時、締付け機の締付け順番が上記例のようにならない。そこで1段目に仮締め(締付けトルクの50%等)を行い、次に本締めで100%の締付けを行う。2段階で締付けを行う方法。

(3) 二度締め

被締結体にパッキンやゴムなど柔軟性の部材が介在し、軸力伝達が遅れて適正な初期軸力が得られない場合、一度100%の本締めを行い更にもう一度100%の締付けを行うことで、初期軸力を確保する方法。

(4) 安定化締付け

座面等が締付けにより変形(バリ、面粗度なども含む)する場合、一度100%の締付けを行った後、ねじを緩め更にもう一度100%の締付けを行うことで、初期軸力の低下が起こらないようにする方法。