

〔技術データ〕 ボルトの適正締付軸力/適正締付トルク

■ボルトで締結するときの締付軸力及び疲労限度

- ・ボルトを締付ける際の適正締付軸力の算出は、トルク法では規格耐力の70%を最大とする弾性域内であること
- ・繰返し荷重によるボルトの疲労強度が許容値を超えないこと
- ・ボルト及びナットの座面で被締付物を陥没させないこと
- ・締付によって被締付物を破損させないこと

ボルトの締付方法としては、トルク法・トルク勾配法・回転角法・伸び測定法等がありますが、トルク法が簡便であるため広く利用されています。

■締付軸力と締付トルクの計算

締付軸力Ffの関係は(1)式で示されます。

$$Ff = 0.7 \times \sigma_y \times A_s \dots (1)$$

締付トルクT_{IA}は(2)式で求められます。

$$T_{IA} = 0.35k(1+1/Q)\sigma_y \cdot A_s \cdot d \dots (2)$$

k : トルク係数

d : ボルトの呼び径 [cm]

Q : 締付係数

σ_y : 耐力(強度区分12.9のとき1098N/mm²{112kgf/mm²})

A_s : ボルトの有効断面積 [mm²]

■計算例

軟鋼と軟鋼を六角穴付きボルトM6(強度区分12.9)で、油潤滑の状態締付けるときの適正トルクと軸力を求めます。

・適正トルクは(2)式より

$$\begin{aligned} T_{IA} &= 0.35k(1+1/Q)\sigma_y \cdot A_s \cdot d \\ &= 0.35 \cdot 0.17(1+1/1.4)1098 \cdot 20.1 \cdot 0.6 \\ &= 1351 [N \cdot cm] \{138 [kgf \cdot cm]\} \end{aligned}$$

・軸力Ffは(1)式より

$$\begin{aligned} Ff &= 0.7 \times \sigma_y \times A_s \\ &= 0.7 \times 1098 \times 20.1 \\ &= 15449 [N] \{1576 [kgf]\} \end{aligned}$$

■ボルトの表面処理と被締付物及びめねじ材質の組合せによるトルク係数

ボルト表面処理	トルク係数 k	組合せ被締付物の材質-めねじ材質 (a) (b)
鋼ボルト 黒色酸化皮膜 油潤滑	0.145	SCM-FC FC-FC SUS-FC
	0.155	S10C-FC SCM-S10C SCM-SCM FC-S10C FC-SCM
	0.165	SCM-SUS FC-SUS AL-FC SUS-S10C SUS-SCM SUS-SUS
	0.175	S10C-S10C S10C-SCM S10C-SUS AL-S10C AL-SCM
	0.185	SCM-AL FC-AL AL-SUS
	0.195	S10C-AL SUS-AL
0.215	AL-AL	
鋼ボルト 黒色酸化皮膜 無潤滑	0.25	S10C-FC SCM-FC FC-FC
	0.35	S10C-SCM SCM-SCM FC-S10C FC-SCM AL-FC
	0.45	S10C-S10C SCM-S10C AL-S10C AL-SCM
	0.55	SCM-AL FC-AL AL-AL

S10C: 未調質軟鋼 SCM: 調質鋼(35HRC) FC: 鋳鉄(FC200) AL: アルミ SUS: ステンレス(SUS304)

■締付係数Qの標準値

締付係数 Q	締付方法	表面状態		潤滑状態
		ボルト	ナット	
1.25	トルクレンチ	マンガン燐酸塩		油潤滑又はMoS ₂ ペースト
1.4	トルクレンチ トルク制限付きレンチ	無処理又は燐酸塩	無処理又は燐酸塩	
1.6	インパクトレンチ			無潤滑
1.8	トルクレンチ トルク制限付きレンチ	無処理又は燐酸塩	無処理	

強度区分の表し方

例 12.9

— 耐力(降伏応力): 引張強さの最小値の90%
— 引張強さの最小値が1220N/mm²{124kgf/mm²}

10.9

— 耐力(降伏応力): 引張強さの最小値の90%
— 引張強さの最小値が1040N/mm²{106kgf/mm²}

■初期締付力と締付トルク

ねじの呼び	有効断面積 A _s mm ²	強度区分																	
		12.9			10.9			8.8											
		降伏荷重 N {kgf}	初期締付力 N {kgf}	締付トルク N·cm {kgf·cm}	降伏荷重 N {kgf}	初期締付力 N {kgf}	締付トルク N·cm {kgf·cm}	降伏荷重 N {kgf}	初期締付力 N {kgf}	締付トルク N·cm {kgf·cm}									
M3 ×0.5	5.03	5517	563	3861	394	167	17	4724	482	3312	338	147	15	3214	328	2254	230	98	10
M4 ×0.7	8.78	9633	983	6742	688	392	40	8252	842	5772	589	333	34	5615	573	3930	401	225	23
M5 ×0.8	14.2	15582	1590	10907	1113	794	81	13348	1362	9339	953	676	69	9085	927	6360	649	461	47
M6 ×1	20.1	22060	2251	15445	1576	1352	138	18894	1928	13220	1349	1156	118	12867	1313	9006	919	784	80
M8 ×1.25	36.6	40170	4099	28116	2869	3273	334	34398	3510	24079	2457	2803	286	23422	2390	16395	1673	1911	195
M10 ×1.5	58	63661	6496	44561	4547	6497	663	54508	5562	38161	3894	5557	567	37113	3787	25980	2651	3783	386
M12 ×1.75	84.3	92532	9442	64768	6609	11368	1160	79223	8084	55458	5659	9702	990	53949	5505	37759	3853	6605	674
M14 ×2	115	126224	12880	88357	9016	18032	1840	108084	11029	75656	7720	15484	1580	73598	7510	51519	5257	10486	1070
M16 ×2	157	172323	17584	117982	12039	28126	2870	147549	15056	103282	10539	24108	2460	100470	10252	70325	7176	16366	1670
M18 ×2.5	192	210739	21504	147519	15053	38710	3950	180447	18413	126312	12889	33124	3380	126636	12922	88641	9045	23226	2370
M20 ×2.5	245	268912	27440	188238	19208	54880	5600	230261	23496	161181	16447	46942	4790	161592	16489	113112	11542	32928	3360
M22 ×2.5	303	332573	33936	232799	23755	74676	7620	284768	29058	199332	20340	63896	6520	199842	20392	139885	14274	44884	4580
M24 ×3	353	387453	39536	271215	27675	94864	9680	331759	33853	232231	23697	81242	8290	232819	23757	162974	16630	57036	5820

(注)・締付条件:トルクレンチ使用(表面油潤滑 トルク係数k=0.17 締付係数Q=1.4)

- ・トルク係数は使用条件によって変わりますから、本表はおよその目安としてご利用ください。
- ・本表は株式会社極東製作所のカタログから抜粋して編集したものです。