

〔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TIAは(2)式で求められます。

$$TIA=0.35k(1+1/Q)\sigma_y \cdot A_s \cdot d \dots (2)$$

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、油潤滑の状態で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

$$\begin{aligned} TIA &= 0.35k(1+1/Q)\sigma_y \cdot A_s \cdot d \\ &= 0.35 \cdot 0.175(1+1/1.4)1098 \cdot 20.1 \cdot 0.6 \\ &= 1390 \text{ [N} \cdot \text{cm]} \{142 \text{ [kgf} \cdot \text{cm]}\} \end{aligned}$$

・軸力Ffは(1)式より

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

■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 | マンガン磷酸塩 | | 油潤滑又はMoS ₂ ペースト |
| 1.4 | トルクレンチ | 無処理又は磷酸塩 | 無処理又は磷酸塩 | |
| | トルク制限付きレンチ | | | |
| 1.6 | インパクトレンチ | | | 無潤滑 |
| 1.8 | トルクレンチ | 無処理又は磷酸塩 | 無処理 | |
| | トルク制限付きレンチ | | | |

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 | 120628 | 12309 | 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=0.175 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様のカタログから抜粋して編集したものです。