

締付トルクの計算式、実例等を基に適正值を求める。

1. 締付トルク計算式 「機械工学便覧」

$$T_f = (F/2) \{ d_2 \tan(\rho + \beta) + \mu_w d_w \}$$

ここで F = 締付力 (軸力) β = ネジのリード角
 d_2 = 有効径 μ_w = ナット座面のマサツ係数
 ρ = 相当マサツ角 $\mu = 0.15$ (塗油)
 $= \tan^{-1} \mu / \cos \alpha'$ α' = フランク角 (山直角断面) d = 呼び径
 $\approx 30^\circ$

簡便化して、

$$T_f = (F/2) \{ (1.15 \mu + \tan \beta) d_2 + \mu_w d_w \}$$

$$= Fd \left\{ \underbrace{0.575 \mu d_2/d}_{\text{ネジ山面のマサツ}} + \underbrace{\tan \beta d_2/2d}_{\text{リード角}} + \underbrace{\mu_w d_w/2d}_{\text{ナット座面マサツ}} \right\}$$

各サイズで求めると、

M10: $T_f = Fd (0.078 + 0.0239 + 0.111) = 0.212 Fd$
M16: $= Fd (0.079 + 0.0199 + 0.103) = 0.202 Fd$
M20: $= Fd (0.08 + 0.019 + 0.102) = 0.201 Fd$
39.3% + 10% + 50% $\downarrow$ $K \cdot Fd$

となり、座面マサツが 50% を占めている。

上式の K が **トルク係数** であり、各種テストで求められているが、バラツキが多い。(ボルト強度、塗油の状態等による)

2. 締付力 & 締付応力

締付時の締付力(軸力)に対する応力は次のようになっている。

σ_f	機. 便覧	ねじカタログ	北郷氏	佐賀鉄工	案
最大締付応力	0.75 σ_y		0.75 σ_y	σ_p	
最少 "	0.5 σ_y		0.6 σ_y	0.5 σ_p	
目標 "	0.6 σ_y	0.8 σ_p ($\approx 0.75\sigma_y$)		0.75 σ_p ($\approx 0.7\sigma_y$)	0.7 σ_p ($\approx 0.66\sigma_y$)

ここで σ_y = 降伏点, σ_p = 保証荷重応力 (JISによる)

3. トルクの比較 (強度 4.8 について検討)

$$T = K F d = \sigma_f A_s \cdot K d$$

σ_f = 締付時応力 (4.8 では例えば $= 0.7 \times 29.1 = 20.37 \text{ kg/mm}^2$)
 A_s = 有効断面積 $0.8 \times \dots = 23.3$

	$A_s \text{ mm}^2$	ねじカタログ	旧 JNR	鉄道メーカ	締付力
σ_f K		0.8 σ_p 0.17	(4T)	(4T)	F kg 0.7 $\sigma_p d$
M10	58.0	230 kg cm	140-210 kg cm	240	1180
12	84.3	400	250-360	420	1720
16	157	994	620-870	1200	3200
20	245	1940	1250-1855	2300	4990
24	353	3353	2130-3210	4000	7190
30	561	6660	4250-6415	7000	11430

注. 1) ねじカタログで妥当と考えられる。鉄道メーカのもの下、やや強い。

トルク係数 $K=0.2$ とすると $\sigma_f = 0.68 \times 29.1 = 0.68 \sigma_p$ 相当となる。

2) トルクが少なすぎると SW がつかない場合もある。

3) 岩成の語では、一般に指定ないボルトは 4T (4.8) のこと。他に 8T, 11T とかは入手可、5T は時間がかかる。8T とかはトルクも変わってくる。

参考) 「ねじの適正締付力について」 北郷氏