回轉扭力的探討

將滾珠螺桿的旋轉運動轉換成直線運動所需要的回轉扭力，可由以下(43)式算出。

【等速時】

$$(T_1 + T_2 + T_4) \cdot A \quad \cdots\cdots\cdots(43)$$

T_t ：等速時需要的回轉扭力 (N-mm)
T_1 ：由外部負荷引起的摩擦扭力 (N-mm)
T_2 ：滾珠螺桿的預壓扭力 (N-mm)
T_4 ：其他預壓 (N-mm)
（支撐軸承或油密封墊片等的摩擦扭力）
A ：折減率

【加速時】

$$T_K = T_t + T_3 \quad \cdots\cdots\cdots(44)$$

T_K ：等速時需要的回轉扭力 (N-mm)
T_3 ：加速時需要的扭力 (N-mm)

【減速時】

$$T_g = T_t - T_3 \quad \cdots\cdots\cdots(45)$$

T_g ：減速時需要的回轉扭力 (N-mm)

由外部負荷產生的摩擦扭力

滾珠螺桿所需的回轉扭力之中，對外部負荷（導向面的阻力或外力）所需的回轉扭力，可根據以下（46）式算出。

$$T_1 = \frac{Fa \cdot Ph}{2\pi \cdot \eta} \quad \cdots\cdots\cdots(46)$$

T_1 ：由外部負荷引起的摩擦扭力 (N-mm)
Fa ：軸向負荷 (N)
Ph ：滾珠螺桿的導程 (mm)
η ：滾珠螺桿效率(0.9～0.95)

滾珠螺桿

由滾珠螺桿的預壓產生的扭力

關於滾珠螺桿的預壓，參閱A**15-22**上的“預壓扭力”。

加速時所需要的扭力

$$T_3 = J \times \omega' \times 10^3 \quad \cdots\cdots\cdots(47)$$

T_3 ：加速時需要的扭力 (N-mm)
J ：慣性力矩 (kg•m²)
ω' ：角加速度 (rad/s²)

$$J = m\left(\frac{Ph}{2\pi}\right)^2 \cdot A^2 \cdot 10^{-6} + J_S \cdot A^2 + J_A \cdot A^2 + J_B$$

m ：運送質量 (kg)
Ph ：滾珠螺桿的導程 (mm)
J_S ：螺桿軸的慣性力矩 (kg•m²)
（記載在各型號的尺寸表中）
A ：折減率
J_A ：螺桿軸側齒輪等的慣性力矩 (kg•m²)
J_B ：馬達側齒輪等的慣性力矩 (kg•m²)

$$\omega' = \frac{2\pi \cdot Nm}{60t}$$

Nm ：馬達每分鐘轉數 (min⁻¹)
t ：加速時間 (s)

〔參考〕圓形物的慣性力矩

$$J = \frac{m \cdot D^2}{8 \cdot 10^6}$$

J ：慣性力矩 (kg•m²)
m ：圓形物的質量 (kg)
D ：螺桿軸外徑 (mm)

研究滾珠螺桿軸軸端強度

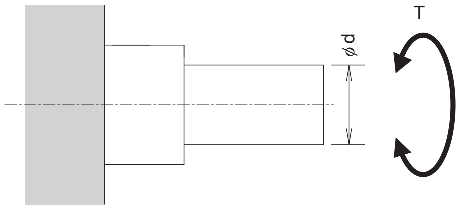
滾珠螺桿的螺桿軸在傳遞扭力時，接受扭曲負荷、撓曲負荷，因此必須考慮螺桿軸的強度。

【受到扭曲的螺桿軸】

滾珠螺桿軸軸端有扭曲負荷作用時，按照(48)式來求出螺桿軸軸端軸徑。

$$\mathbf{T = \tau_a \cdot Z_P} \quad 及 \quad \mathbf{Z_P = \frac{T}{\tau_a}} \quad \cdots\cdots\cdots(48)$$

T：扭轉力矩



T	：	最大扭矩	(N-mm)
τ_a	：	螺桿軸的容許扭轉應力	(49N/mm^2)
Z_P	：	截面係數	(mm^3)

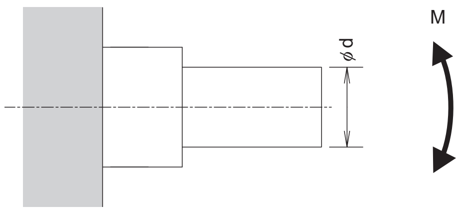
$$Z_P = \frac{\pi \cdot d^3}{16}$$

【受到撓曲的螺桿軸】

滾珠螺桿軸軸端有撓曲負荷作用時，按照(49)式來求出螺桿軸軸端軸徑。

$$\mathbf{M = \sigma \cdot Z} \quad 及 \quad \mathbf{Z = \frac{M}{\sigma}} \quad \cdots\cdots\cdots(49)$$

M：撓曲力矩



M	：	撓曲力矩	(N-mm)
σ	：	螺桿軸的容許彎曲應力	(98N/mm^2)
Z	：	截面係數	(mm^3)

$$Z = \frac{\pi \cdot d^3}{32}$$

【受到扭曲和撓曲時】

滾珠螺桿軸軸端有扭曲負荷和撓曲負荷同時作用時，應考慮到相當撓曲力矩（M_e）和相當扭曲力矩（T_e），分別計算螺桿軸的直徑，並計算螺桿軸的粗細，取其較大的值。

相當撓曲力矩

$$M_e = \frac{M + \sqrt{M^2 + T^2}}{2} = \frac{M}{2}\left\{1 + \sqrt{1 + \left(\frac{T}{M}\right)^2}\right\}$$

$M_e = \sigma \cdot Z$

相當扭轉力矩

$$T_e = \sqrt{M^2 + T^2} = M \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{T}{M}\right)^2}$$

$T_e = \tau_a \cdot Z_P$