

## 滾珠螺桿的特徵

### 驅動扭力僅為滑動螺桿的三分之一

滾珠螺桿中的滾珠沿著螺桿與螺帽間滾動，以獲得高效率。與過去的滑動螺桿相比，所要求的驅動扭力僅為三分之一（參閱圖1和圖2）。因此，不僅可以將回轉運動變為直線運動，而且可將直線運動變為回轉運動。

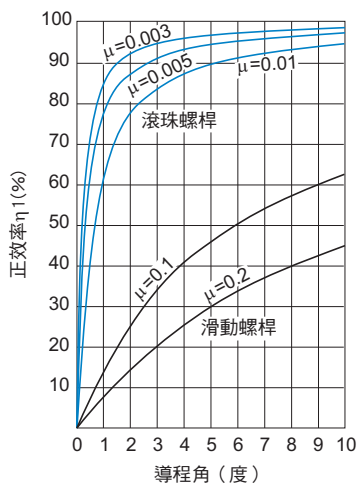


圖1 正效率 (回轉→直線)

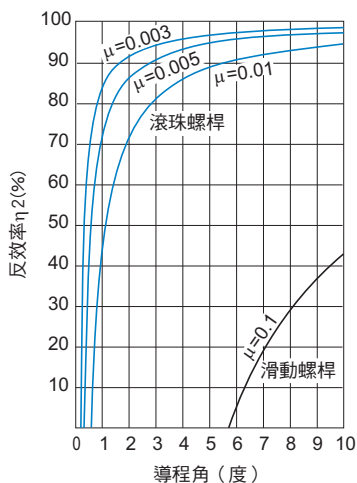


圖2 反效率 (直線→回轉)

### 【計算導程角】

$$\tan\beta = \frac{Ph}{\pi \cdot d_p}$$

- β : 導程角 (度)  
 d<sub>p</sub> : 滾珠中心直徑 (mm)  
 Ph : 螺桿的導程 (mm)

## 【推力與扭力的關係】

當施加推力或扭力時，所發生的扭力或推力可用(1)~(3)式計算。

### ●獲得所需推力的驅動扭力

$$T = \frac{F_a \cdot Ph}{2\pi \cdot \eta_1} \dots\dots(1)$$

T : 驅動扭力 (N-mm)

F<sub>a</sub> : 導向面上的摩擦阻力 (N)

F<sub>a</sub> = μ × mg

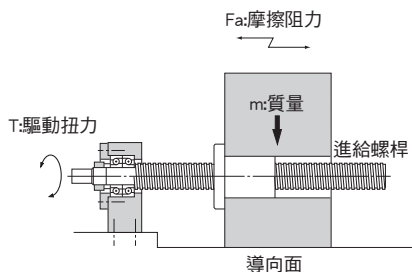
μ : 導向面上的摩擦係數

g : 重力加速度 (9.8m/s<sup>2</sup>)

m : 運送物的質量 (kg)

Ph : 進給螺桿的導程 (mm)

η<sub>1</sub> : 進給螺桿的正效率 (參閱B15-6上的圖1)



### ●施加扭力時產生的推力

$$F_a = \frac{2\pi \cdot \eta_1 \cdot T}{Ph} \dots\dots(2)$$

F<sub>a</sub> : 產生的推力 (N)

T : 驅動扭力 (N-mm)

Ph : 進給螺桿的導程 (mm)

η<sub>1</sub> : 進給螺桿的正效率 (參閱B15-6上的圖1)

### ●施加推力時產生的扭力

$$T = \frac{Ph \cdot \eta_2 \cdot F_a}{2\pi} \dots\dots(3)$$

T : 產生的扭力 (N-mm)

F<sub>a</sub> : 產生的推力 (N)

Ph : 進給螺桿的導程 (mm)

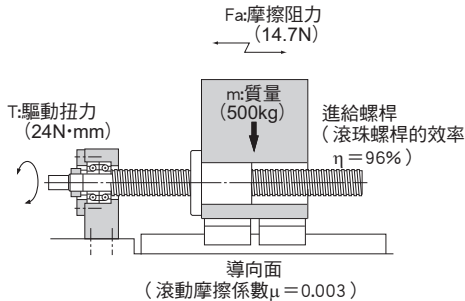
η<sub>2</sub> : 進給螺桿的反效率 (參閱B15-6上的圖2)

## 驅動扭力的計算例

用有效直徑33mm、導程10mm（導程角:5°30'）的螺桿，運送質量為500kg的物體，其所需的扭力如下。

滾動導向（ $\mu = 0.003$ ）

滾珠螺桿（由於 $\mu = 0.003$ ,  $\eta = 0.96$ ）



導向面的摩擦阻力

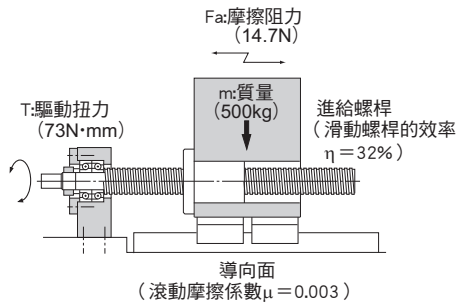
$$F_a = 0.003 \times 500 \times 9.8 = 14.7\text{N}$$

驅動扭力

$$T = \frac{14.7 \times 10}{2\pi \times 0.96} = 24 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

滾動導向（ $\mu = 0.003$ ）

滑動螺桿（由於 $\mu = 0.2$ ,  $\eta = 0.32$ ）



導向面的摩擦阻力

$$F_a = 0.003 \times 500 \times 9.8 = 14.7\text{N}$$

驅動扭力

$$T = \frac{14.7 \times 10}{2\pi \times 0.32} = 73 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

## 保證高精度

滾珠螺桿在被恆溫控制的工廠裏，用最高水準的機器設備進行研磨，直到組裝、檢查，實行徹底的質量管理體系，以保證其精度。



鐳射自動導程測試儀

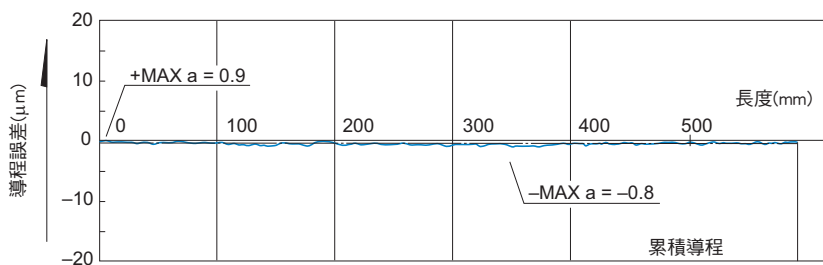


圖3 導程精度測量

〔使用條件〕

型號:BIF3205-10RRG0+903LC2

表1 導程精度測量 單位:mm

項目	標準值	實測值
方向性目標值	0	—
代表運行距離誤差	±0.011	-0.0012
變動	0.008	0.0017

## 能微量進給

滾珠螺桿由於滾珠做滾動運動，起動扭力極小，不產生如滑動運動中易出現的黏滑現象(stick & slip)，所以能進行正確的微量進給。

圖4表示滾珠螺桿每1脈衝進給 $0.1\mu\text{m}$ 時的移動量。(導向面使用的是LM導軌。)

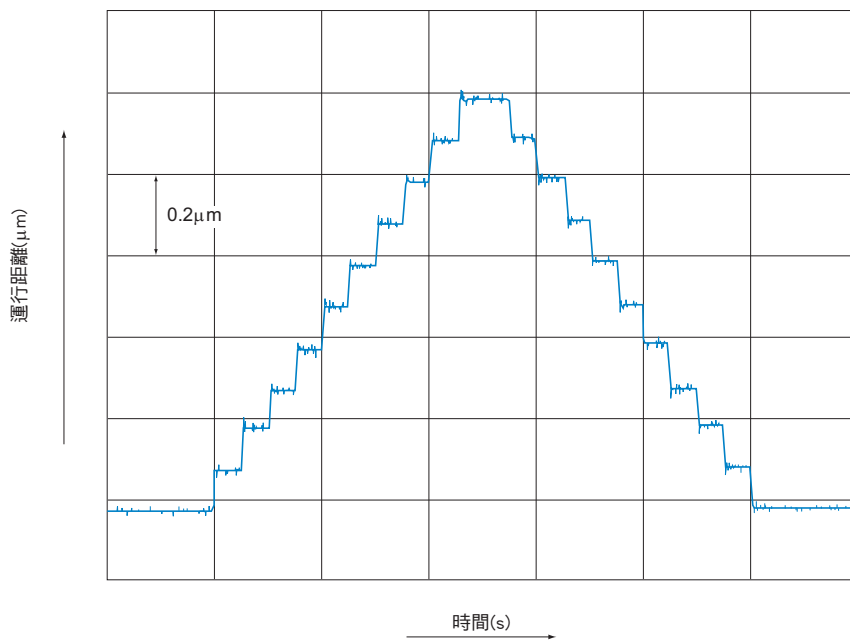


圖4 進給 $0.1\mu\text{m}$ 時的移動資料

## 無間隙高剛性

由於滾珠螺桿能夠接受預壓，軸向間隙能降為零以下，從而因預壓而獲得高剛性。在圖 5 中，如往正 (+) 方向上施加軸向負荷，工作臺向 (+) 側位移。反之，往負 (-) 方向上施加軸向負荷，工作臺向 (-) 側位移。軸向負荷與軸向位移量的關係如圖 6 所示。由圖 6 可知，如果改變軸向負荷的方向，位移量中就會包括軸向間隙。另外，如果對滾珠螺桿施加預壓，與軸向零間隙相比則剛性變大，軸向位移量變小。

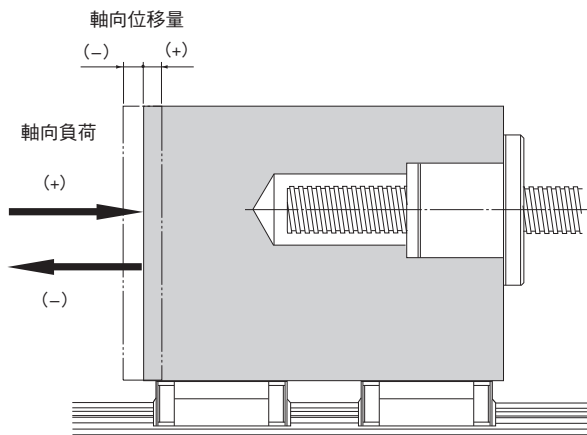


圖5

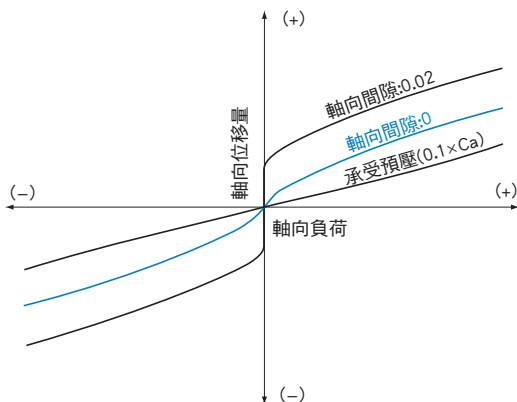


圖6 由於軸向負荷引起的軸向位移量

## 能高速進給

因滾珠螺桿效率高，發熱低，從而能進行高速進給。

### 【高速例】

圖7表示使用大導程滾珠螺桿以2m/s的速度使用時的速度線圖。

〔使用條件〕

項目	描述
樣本	大導程轉造滾珠螺桿 WTF3060 (軸徑:30mm;導程:60mm)
最高速度	2m/s (滾珠螺桿轉速:2,000 min <sup>-1</sup> )
導向面	LM導軌SR25W型

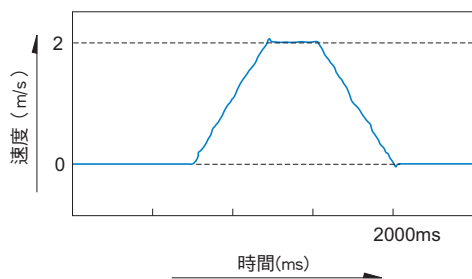


圖7 速度線圖

## 特徵與類型

滾珠螺桿的特徵