

# SLIDE SCREW

# スライドスクリュー

NBスライドスクリューはラジアルボールベアリングと軸の摩擦を効果的に利用して回転運動を直線運動に変換するユニークな駆動装置です。単純な機構のため、メンテナンスが容易で取付も簡単です。正確な位置決め追求は困難と思われませんが、スライドスクリューの持っている特性を十分に生かすことにより、各種装置の搬送部に利用できます。

## 構造と特長

NBスライドスクリューは、2個のアルミ製ブロックの両端面に、リードにあわせて一定角度をつけたベアリングを各3個組込んだもので、2個のブロックの間に丸シャフトを挿入し、シャフトを回転させることにより、シャフトとベアリング外輪の接触角に従って、直線運動を実現します。また、負荷の大小に対しては、スプリングを組込んだ六角穴付きボルトにより調整ができます。

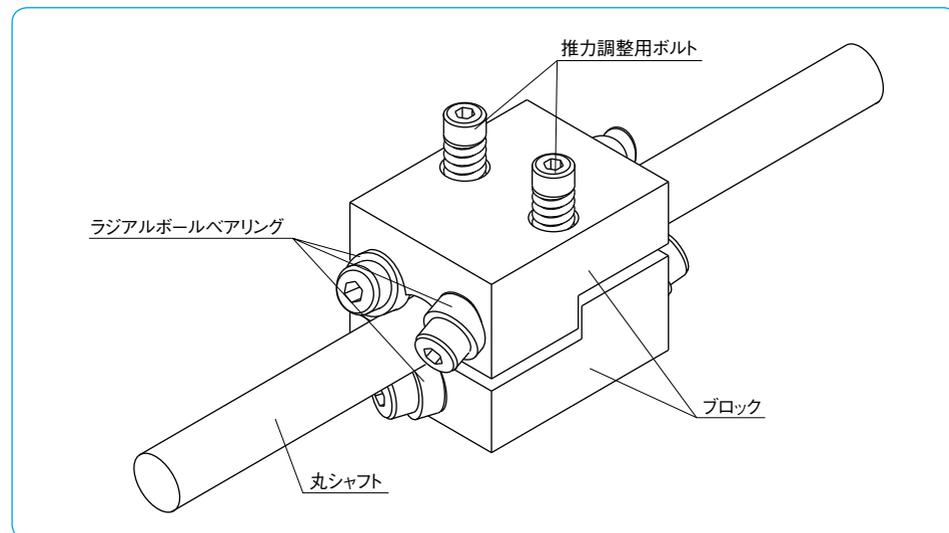
### 丸シャフトで直線駆動が可能

NBスライドスクリューは丸シャフトを使用しているため、ロングストロークに容易に対応できます。

### 機械効率が低い

スライドスクリューは、両サイドのベアリングとドライブシャフトの転がり運動を利用した機構のため、機械効率は90%と高い数値を示します。

図J-1 SS形の構造



## 選定方法

### 必要推力

スライドスクリューは、ブロック上部のボルトを締付けることでベアリングをシャフトに押し付け、推力を発生させます。従って、負荷の有無にかかわらず、ベアリングには一定の力が常時かかりますので、必要以上の推力を与えないことが重要になります。

ワークを水平に移動する場合のリニアシステムの摩擦抵抗は次式で求めます。

$$F_1 = \mu \cdot g \cdot W \dots \dots \dots (1)$$

$F_1$ : 摩擦抵抗 (N)  $\mu$ : 摩擦係数  $W$ : ワーク質量 (kg)  
 $g$ : 重力加速度 (9.8m/sec<sup>2</sup>)

この場合の摩擦係数は安全率を見て $\mu=0.01$ とします。また、起動・停止時の慣性力も考慮に入れる必要があり、その場合の慣性力は

$$F_2 = W \frac{dv}{dt} \dots \dots \dots (2)$$

$F_2$ : 慣性力 (N)  $W$ : ワーク質量 (kg)  
 $dv/dt$ : 加速度 (m/sec<sup>2</sup>)

となります。したがって、起動時には摩擦抵抗と慣性力がかかり、必要推力が最大となります。

$$F = F_1 + F_2 \dots \dots \dots (3)$$

$F$ : 推力 (N)  $F_1$ : 摩擦抵抗 (N)  $F_2$ : 慣性力 (N)

### 寿命

定格寿命はドライブシャフトの回転数で表わされ式(4)になります。またその場合の総走行距離と寿命時間はそれぞれ、式(5)、式(6)で表わされます。

$$L = \left(\frac{C}{F}\right)^3 10^6 \dots \dots \dots (4)$$

$$L_s = \frac{L \cdot \ell}{10^6} \dots \dots \dots (5)$$

$$L_h = \frac{L}{60 \cdot n} \dots \dots \dots (6)$$

$L$ : 定格寿命 (rev)  $C$ : 基本動定格荷重 (N)  $F$ : 推力 (N)  
 $L_s$ : 走行寿命 (km)  $\ell$ : リード (mm)  $L_h$ : 寿命時間 (h)  
 $n$ : 毎分回転数 (rev/min)

表J-1 基本動定格荷重

| 呼び番号 | 基本動定格荷重 (N) |
|------|-------------|
| SS 6 | 98          |
| SS 8 | 294         |
| SS10 | 441         |
| SS12 | 588         |
| SS13 | 588         |
| SS16 | 784         |
| SS20 | 1,080       |
| SS25 | 1,470       |
| SS30 | 2,160       |

許容回転数

軸は高速回転になると固有振動数に近づき共振を起こし、運動不能になります。この時の回転数を危険速度と呼び、次式で求めます。なお、使用にあたっては、安全のため、計算値の80%以内を最高回転数とします。

$$N_c = \frac{60\lambda^2}{2\pi L^2} \cdot \sqrt{\frac{EI \times 10^3}{\gamma A}} \dots\dots\dots (7)$$

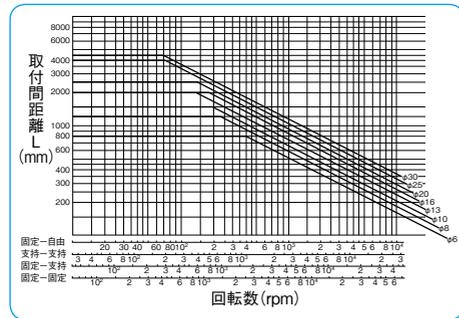
Nc: 危険速度 (rpm) L: 取付間距離 (mm)  
 E: 縦弾性係数 (N/mm<sup>2</sup>) I: 断面二次モーメント (mm<sup>4</sup>)  
 γ: 密度 (kg/mm<sup>3</sup>) A: 軸断面積 (mm<sup>2</sup>)  
 λ: 取付方法による係数 (図J-3参照)

中実シャフトでは、縦弾性係数E=2.06×10<sup>5</sup>N/mm<sup>2</sup>、密度γ=7.85×10<sup>-6</sup>kg/mm<sup>3</sup>としたとき、式(7)は次式になります。

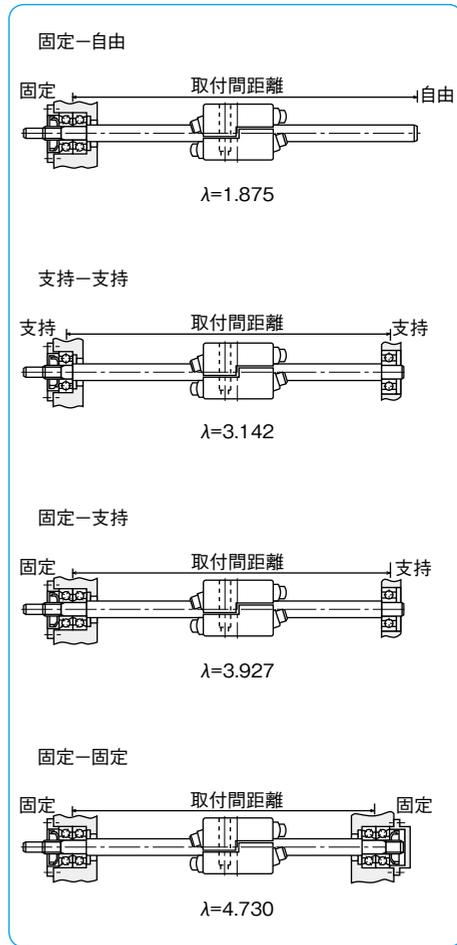
$$N_c = 12.2 \cdot \frac{\lambda^2}{L^2} \cdot D \times 10^6 \dots\dots\dots (8)$$

Nc: 危険速度 (rpm) L: 取付間距離 (mm)  
 λ: 取付方法による係数 (図J-3参照) D: 軸径 (mm)

図J-2 危険速度と取付間距離



図J-3 取付方法



計算例

1. 下記条件を満たすスライドスクリューの選定  
 支持方法: 固定-支持  
 取付間距離: 1,500mm  
 外力: 98N  
 テーブル質量: 50kg  
 ストローク長さ: 1,200mm  
 摩擦係数: 0.01  
 最大移動速度: 12m/min  
 毎分往復回数: 4回

●必要推力の決定  
 $F = 98 + (0.01 \times 50 \times 9.8) = 102.9 \text{ N}$   
 従って寸法表の最大推力より、SS10以上が必要になります。

●許容回転数  
 条件より危険速度Ncは式(8)より  
 $N_c = 12.2 \cdot \frac{\lambda^2}{L^2} \cdot D \times 10^6 \left[ \begin{matrix} \lambda = 3.927 \\ L = 1500\text{mm} \end{matrix} \right]$   
 $= 83.6 \text{ D rev}$   
 となります。

最高速度Vmaxは安全率を0.8とすると  
 $V_{max} = \frac{0.8 \cdot N_c \cdot \ell}{1000} \text{ m/min}$   
 (ℓ: リードmm)

となります。以上の計算をSS10から16まで行った結果が下表になります。

| 呼び番号    | 軸径 D mm | リード ℓ mm | 危険速度 Nc rpm | 最高速度 Vmax m/min |
|---------|---------|----------|-------------|-----------------|
| SS10-10 | 10      | 10       | 836         | 6.68            |
| SS10-15 | 10      | 15       |             | 10.0            |
| SS13-13 | 13      | 13       | 1,086       | 11.2            |
| SS13-15 | 13      | 15       |             | 13.0            |
| SS16-16 | 16      | 16       | 1,337       | 17.1            |

従って、条件の最大速度を満たすスライドスクリューはSS13-15またはSS16-16になります。

●寿命計算  
 SS13-15の寿命計算を行います。定格寿命は式(4)より

$$L = \left[ \frac{C}{F} \right]^3 10^6 = 186 \times 10^6 \text{ rev}$$

条件を満たす毎分の平均回転数nは  
 $n = \frac{1,200 \times 2 \times 4}{15} = 640 \text{ rev}$

となり、寿命時間は  
 $L_h = \frac{L}{60 \times n} = 4,840 \text{ (h)}$   
 となります。

また、SS16-16ではそれぞれ  
 $L = 4.40 \times 10^6 \text{ rev}$   
 $n = 600 \text{ rev}$   
 $L_h = 12,200 \text{ (h)}$   
 となります。

2. 下記条件における最大移動速度を求める  
 支持方法: 固定-支持  
 取付間距離: 2,000mm  
 使用スライドスクリュー: SS16-16  
 危険速度は式(8)より

$$N_c = 12.2 \cdot \frac{\lambda^2}{L^2} \cdot D \times 10^6 \left[ \begin{matrix} \lambda = 3.927 \\ L = 2000\text{mm} \\ D = 16\text{mm} \end{matrix} \right]$$

$$= 752 \text{ rpm}$$

従って最大移動速度は安全率を0.8として  
 $V_{max} = \frac{0.8 \cdot N_c \cdot \ell}{1000} \text{ m/min (ℓ: リードmm)}$   
 $= 9.6 \text{ m/min}$

取付方法

1. ドライブシャフトのごみほり等を取り除きます。
2. 上下のブロックでシャフトを挟みこみ、シャフトとベアリングの間のすきまがなくなる程度に推力調整用ボルトを軽く締付けます。
3. スライドスクリューをテーブルに仮に取付けます。
4. テーブルを前後に移動してスライドスクリューと案内部の平行度をだした後、固定します。
5. テーブル進行方向に必要な推力と同等の負荷を与え、スリップがなくなるまで推力調整用ボルトを徐々に締付けます。このとき、左右のボルトは均等なトルクで締付けてください。また、寿命の低下の原因にもなりますので、推力調整用ボルトは必要以上のトルクで締付けないでください。

使用上の注意

- ドライブシャフトは、摩擦防止やスムーズな運転をするために、焼入れ研削加工されたシャフトを使用してください。(NBシャフトP.F-1参照)
- スライドスクリューはベアリングとシャフトの摩擦を利用しているので、負荷の変動、進行方向、シャフトの状態などの影響でリードが変化します。高精度の位置決めが必要な場合には、外部にリニアスケールなどの測定機を取付けて制御してください。
- スライドスクリューと案内部が平行でない場合には、スライドスクリューに偏荷重がかかりますので、平行度には十分注意してください。
- スライドスクリューは過負荷時にスリップを起し機器を保護します。しかし、頻繁にスリップを繰り返すと寿命が短くなりますので注意してください。
- スライドスクリューにラジアル方向の荷重がかかった場合、寿命が短くなります。ラジアル方向の荷重は案内部で受け、スライドスクリューにかからないようにしてください。なお、ロングストロークで使用する場合、スライドスクリューの近傍にスライドロータリーブッシュ (P.E-8参照) などの直線・回転運動機器を取付ると効果的です。

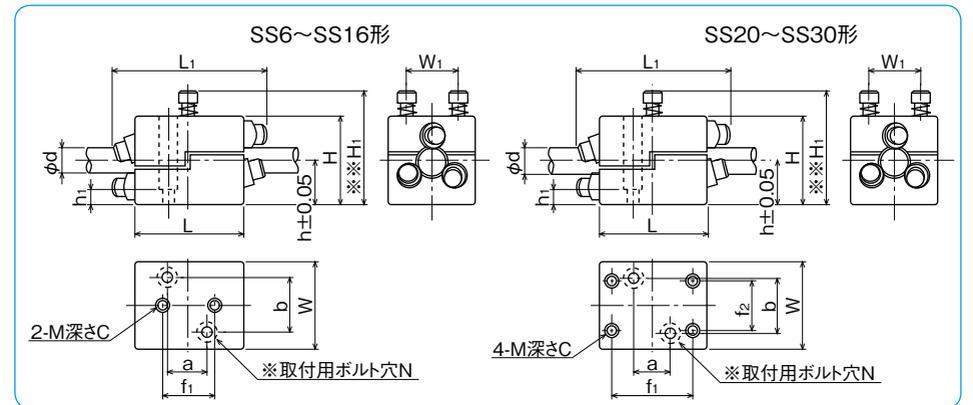
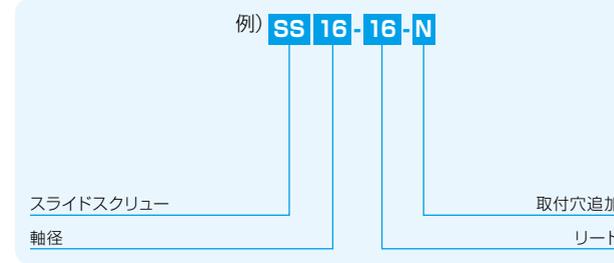
特殊仕様

NBでは特殊リード、逆リードなど特殊仕様も承ります。詳細はNBまでお問い合わせください。

SS形



呼び番号の構成



| 呼び番号 | 軸径 |      | 主要寸法 |    |    |                |                |                |                |                |    |    |    |      |    |                | 標準リード  | 最大推力 | 最大締付けトルク | 質量   |
|------|----|------|------|----|----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----|----|----|------|----|----------------|--------|------|----------|------|
|      | d  | H    | W    | L  | h  | H <sub>1</sub> | L <sub>1</sub> | W <sub>1</sub> | f <sub>1</sub> | f <sub>2</sub> | a  | b  | M  | C    | N  | h <sub>1</sub> |        |      |          |      |
| SS 6 | 6  | 20.5 | 20   | 25 | 10 | 28             | 36             | 12             | 10             | -              | -  | -  | M3 | 6.5  | -  | -              | 6, 9   | 24.5 | 0.03     | 0.03 |
| SS 8 | 8  | 28.5 | 28   | 40 | 14 | 40             | 56             | 18             | 18             | -              | -  | -  | M4 | 9    | -  | -              | 8, 12  | 73.5 | 0.14     | 0.09 |
| SS10 | 10 | 36.5 | 36   | 46 | 18 | 51             | 62             | 24             | 20             | -              | 20 | 24 | M4 | 12   | M4 | 8              | 10, 15 | 118  | 0.25     | 0.17 |
| SS12 | 12 | 40.5 | 40   | 50 | 20 | 54             | 72             | 25             | 25             | -              | 20 | 25 | M5 | 12.5 | M4 | 10             | 12, 18 | 147  | 0.31     | 0.22 |
| SS13 | 13 | 40.5 | 40   | 50 | 20 | 54             | 72             | 25             | 25             | -              | 20 | 25 | M5 | 12.5 | M4 | 10             | 13, 15 | 147  | 0.31     | 0.22 |
| SS16 | 16 | 50.5 | 50   | 60 | 25 | 62             | 86             | 32             | 30             | -              | 25 | 32 | M5 | 16   | M5 | 10             | 16, 24 | 196  | 0.41     | 0.39 |
| SS20 | 20 | 60.5 | 60   | 70 | 30 | 71             | 97             | 40             | 50             | 40             | 30 | 40 | M6 | 12   | M6 | 10             | 20, 30 | 265  | 0.56     | 0.57 |
| SS25 | 25 | 76.5 | 76   | 80 | 38 | 82             | 110            | 50             | 60             | 50             | 32 | 50 | M8 | 12   | M8 | 15             | 25     | 392  | 1.1      | 1.05 |
| SS30 | 30 | 89   | 90   | 88 | 44 | 92             | 127            | 60             | 60             | 70             | 36 | 60 | M8 | 15   | M8 | 15             | 30, 45 | 539  | 1.4      | 1.65 |

※取付用ボルト穴Nは要求ある場合のみ加工いたします。

1N≒0.102kgf 1N・m≒0.102kgf・m

※※H<sub>1</sub>寸法は最大推力時の寸法です。