

10 寿命

ボールねじの寿命

ボールねじが荷重を受けて往復運動をすると、転動面とボールは繰り返し応力をたえず受け、長時間続けると疲れによるフレーキングと呼ばれるうろこ状の損傷が転動面に表れます。このフレーキングが最初に発生するまでの総回転数をボールねじの寿命といいます。総回転時間または総走行距離で表すこともあります。

●定格寿命（総回転数）：L

一群の同じボールねじを同じ条件で回転させた時、そのうち 90%がフレーキング現象を起こすことなく到達可能な総回転数をいいます。総回転時間、または総走行距離で表すこともあります。

●基本動定格荷重：Ca(KN)

一群の同じボールねじを同じ条件で回転させた時、そのうちの 90%がフレーキング現象を起こすことなく 100 万回転（10⁶ rev）まで回転できるような軸方向荷重を言います。

●基本静定格荷重：Coa(KN)

最大応力を受ける接触部において、ボールの永久変形量と軸転動面の永久変形量の和がボール径の 0.0001 倍となるような方向と大きさが一定な静止荷重（ボールねじの軸方向の荷重）を基本静定格荷重と定めます。

●静的安全係数

ボールねじは作動中、衝撃や起動停止による慣性により予想外の荷重、外力が作用することもありますので静的安全係数 fs 対し安全を確認する必要があります。

$$Fa \max = \frac{Coa}{f_s}$$

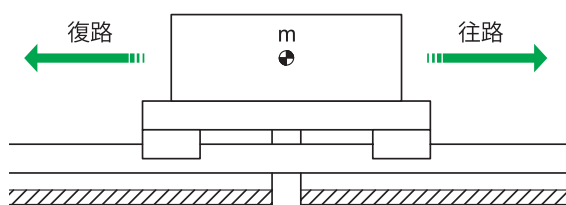
Fa max：許容軸方向荷重（N）
Coa：基本静定格荷重（N）
fs：静的安全係数

静的安全係数

適用機械	荷重条件	fs 下限
一般産業機械	振動・衝撃のない作動の場合	1.0～1.3
	振動・衝撃を伴う作動の場合	2.0～3.0
工作機械	振動・衝撃のない作動の場合	1.0～1.5
	振動・衝撃を伴う作動の場合	2.5～7.0

軸方向の負荷荷重計算

[水平使用の場合]



- m : 質量 (kg)
- g : 重力加速度 (m/s^2)
- a : 加速度 (m/s^2)
- μ : 案内面の摩擦係数
- f : 案内面の抵抗 (無負荷時) (N)

往路移動時の軸方向荷重

$$F_{a1}(\text{加速 : N}) = \mu \cdot mg + f + ma$$

$$F_{a2}(\text{等速 : N}) = \mu \cdot mg + f$$

$$F_{a3}(\text{減速 : N}) = \mu \cdot mg + f - ma$$

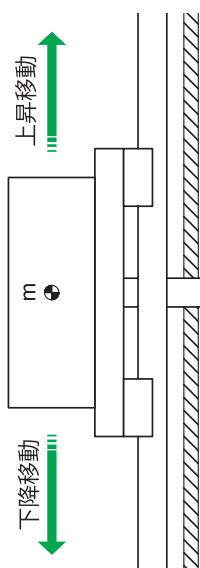
復路移動時の軸方向荷重

$$F_{a4}(\text{加速 : N}) = -\mu \cdot mg - f - ma$$

$$F_{a5}(\text{等速 : N}) = -\mu \cdot mg - f$$

$$F_{a6}(\text{減速 : N}) = -\mu \cdot mg - f + ma$$

[垂直使用の場合]



上昇移動時の軸方向荷重

$$F_{a1}(\text{加速 : N}) = mg + f + ma$$

$$F_{a2}(\text{等速 : N}) = mg + f$$

$$F_{a3}(\text{減速 : N}) = mg + f - ma$$

下降移動時の軸方向荷重

$$F_{a4}(\text{加速 : N}) = mg - f - ma$$

$$F_{a5}(\text{等速 : N}) = mg - f$$

$$F_{a6}(\text{減速 : N}) = mg - f + ma$$

- m : 質量 (kg)
- g : 重力加速度 (m/s^2)
- a : 加速度 (m/s^2)
- μ : 案内面の摩擦係数
- f : 案内面の抵抗 (無負荷時) (N)

寿命計算

希望寿命を長くとりすぎると、ボールねじが大きくなり機械コストが高くなります。一般的に産業機械の寿命値は 10000 時間、工作機械は 20000 時間を目標値とします。寿命計算は以下の式により計算できます。

定格寿命検討

$$L = \left(\frac{C_a}{F_a \cdot f_w} \right)^3 \times 10^6$$

L : 定格寿命 (総回転数) (rev)

Ca : 基本動定格荷重 (N)

Fa : 軸方向負荷荷重 (N)

fw : 荷重係数

荷重係数 (fw)

振動・衝撃	速度(V)	fw
微	微速の場合 $V \leq 0.25 \text{ m/s}$	1~1.2
小	低速の場合 $0.25 < V \leq 1 \text{ m/s}$	1.2~1.5
中	中速の場合 $1 < V \leq 2 \text{ m/s}$	1.5~2
大	高速の場合 $V > 2 \text{ m/s}$	2~3.5

寿命時間

$$L_h = \frac{L}{60 \cdot N} = \frac{L \cdot Ph}{2 \cdot 60 \cdot n \cdot S}$$

Lh : 寿命時間 (h)

L : 定格寿命 (総回転数) (rev)

N : 毎分回転数 (min⁻¹)

n : 毎分往復数 (min⁻¹)

Ph : ボールねじのリード (mm⁻¹)

S : ストローク長さ (mm)

走行距離

$$L_s = \frac{L \cdot Ph}{10^6}$$

LS : 走行距離 (km)

L : 定格寿命 (総回転数) (rev)

Ph : ボールねじのリード (mm)

軸方向の平均荷重

軸方向の荷重が変動する場合、その変動荷重条件における寿命と等しい寿命となるような平均荷重を求め、寿命計算をする必要があります。

荷重が段階的に変化する場合

$$F_m = \sqrt{\frac{(F_{a1}^3 L_1 + F_{a2}^3 L_2 + \dots + F_{an}^3 L_n)}{L}}$$

Fm : 軸方向平均荷重 (N)

Fan : 変動荷重 (N)

L : 総走行距離 (mm)

Ln : 変動荷重を受けて走行した距離 (mm)