

[Technical Calculations] [การคำนวณทางเทคนิค]

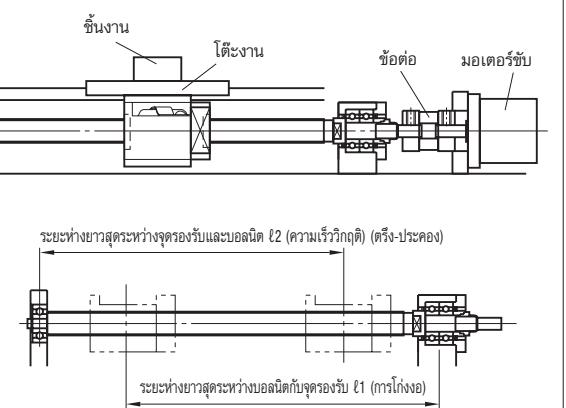
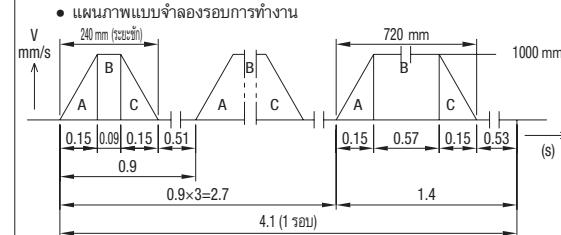
Selection of Ball Screws 2 (การเลือกบอลล์สกรู 1)

● ขออภัยสำหรับการคำนวณทางเทคนิคได้ที่ <http://efa.misumi.jp/> เพื่อให้คำนวณสูตรที่ซับซ้อนได้ง่ายขึ้น (ไม่เสียค่าใช้จ่าย)

ตัวอย่างของการเลือกบอลล์สกรู (สำหรับแกน X ของหุ่นยนต์แนวตั้งชาญ)

เงื่อนไขการใช้

- น้ำหนักงานไถ่งานและชิ้นงาน
- ระยะหักสูงคุด
- ความเร็วในการเคลื่อนที่
- ความเร็วในการทำงาน
- ความแม่นยำในการทำงานค่า翰ง
- ความแม่นยำของกากลับเมื่อยังด้าม翰ง
- อายุการใช้งาน
- สับเปลี่ยนเสียดทานการเคลื่อนที่โดยตรง
- มอเตอร์ชั้บ
- แผนภาพแบบจำลองของร่องการทำงาน



1. การคำนวณค่า (Lead) ของบอลล์สกรู (L)

กำหนดระยะลีด (Lead) (L) จากความเร็วของบอลล์สกรูและความเร็วของไถ่งานโดยใช้สูตรต่อไปนี้

$$L \geq \frac{V_{max} \times 60}{N_{max}} = 20 \text{ (mm)}$$

2. การคำนวณแรงผลัดประพันธ์ (basic dynamic load rating)

ตรวจสอบแรงผลัดประพันธ์ที่ต้องใช้ และความเร็วของที่ยอมให้ใช้ได้ (ค่า DmN)

A ขณะเร่ง

$$\text{อัตราเร่ง (a)} = \frac{V_{max}}{t} \times 10^{-3} = 6.7 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

$$\text{โหลดตามแนวแกน (P}_a\text{)} = W_0 + \mu W g = 343 \text{ (N)}$$

$$(g \cdot \text{อัตราเร่ง} \text{ เนื่องจากแรงดึงดูดของโลก } 9.8 \text{ m/s}^2)$$

$$\text{B ที่ความเร็วคงที่ } \text{ โหลดตามแนวแกน (P}_b\text{)} = \mu W g = 10 \text{ (N)}$$

C การลดความเร็ว

$$\text{โหลดตามแนวแกน (P}_c\text{)} = W a - \mu W g = 324 \text{ (N)}$$

เวลาการทำงานของแต่ละช่วงหัวการเคลื่อนที่ใน 1 รอบการทำงานของแกน

รูปแบบการทำงาน	(A)	(B)	(C)	เวลาการทำงานทั้งหมด (s)
เวลาในการทำงาน (s)	0.60	0.84	0.60	2.04

โหลดของแต่ละช่วงหัวการเคลื่อนที่ที่เกิดขึ้นบนบอลล์สกรู 20mm

รูปแบบการทำงาน	(A)	(B)	(C)
โหลดตามแนวแกน	343N	10N	324N
ความเร็วคงที่	1500 min ⁻¹	3000 min ⁻¹	1500 min ⁻¹
อัตราส่วนกำลังไถ่งาน	29.4%	41.2%	29.4%

การคำนวณค่าเฉลี่ยโหลดตามแนวแกน (Pm) ความเร็วของบอลล์สกรู (Nm) ตามสภาพโหลด (P.2800(1),(2))

$$P_m = 250 \text{ (N)} \quad N_m = 2118 \text{ (min}^{-1}\text{)}$$

การคำนวณแรงผลัดประพันธ์ (C) ที่ต้องการ
อายุการใช้งานจริงจะดีกว่าเดิม (Lho) ในร่วมเวลาที่ขาดเครื่อง เป็นต้นว่า

$$Lho = 30000 \left(\frac{2.04}{4.1} \right) = 14927 \text{ (hrs)}$$

ใส่ค่าปัจจัยการทำงาน fw = 1.2 ลงในสูตรคำนวณการยุบตัว (deformation) ที่กำหนดไว้ใน P.2800 เพื่อเลือกบอลล์สกรูที่เหมาะสมจาก P.554

$$C = \left(\frac{60 Lho N_m}{10^6} \right)^{\frac{1}{3}} \times P_m \times F_w = 3700 \text{ (N)}$$

บอลล์สกรูที่เหมาะสมควรเป็นรุ่น BSS1520

ตัดไป ค่า DmN (P.2800(4)) สำหรับค่าความเร็วของบอลล์สกรู

สำหรับ DmN = 70000, DmN = 15.8 \times 3000 = 47400 ค่าที่อยู่ในช่วงที่สามารถใช้ได้ ดังนั้น ทำการตรวจสอบตามขั้นตอนต่อไป โดยใช้บอลล์สกรูขนาดนี้

สูตรอ้างอิง

① ค่าเฉลี่ยโหลดตามแนวแกน (Pm) ② ความเร็วของเฉลี่ย (Nm)

(t1+t2+t3=100%)

โหลดตามแนวแกน	ความเร็วคงที่	อัตราส่วนเวลาในการทำงาน
P1N (สูงสุด)	N1 นาที ⁻¹	t1%
P2N (ปกติ)	N2 นาที ⁻¹	t2%
P3N (ต่ำสุด)	N3 นาที ⁻¹	t3%

$$P_m = \left(\frac{P_1^3 N_1 t_1 + P_2^3 N_2 t_2 + P_3^3 N_3 t_3}{N_1 t_1 + N_2 t_2 + N_3 t_3} \right)^{\frac{1}{3}} \text{ (N)} \quad ①$$

$$N_m = \frac{N_1 t_1 + N_2 t_2 + N_3 t_3}{t_1 + t_2 + t_3} \text{ (นาที}^{-1}\text{)} \quad ②$$

หากมีความต้องการใช้หัวกระแทกค่าสูงสุด (P1) กับค่าต่ำสุด (P3)
ของโหลดตามแนวแกน หรือหากไม่สามารถเปลี่ยนแปลงเก็บเป็นแม่นครง
สามารถหาค่าโดยประมาณได้จากสูตรต่อไปนี้

$$P_m \approx \frac{2P_1 + P_3}{3} \text{ (N)}$$

3. จำนวนชั่วโมงอย่างการใช้งาน

$$L_h = \frac{10^6}{60 N_m} \left(\frac{C}{P_m f_w} \right)^3 \text{ (ชั่วโมง)} \quad ③$$

โดยที่ :

Lh : จำนวนชั่วโมงอย่างการใช้งาน (ชั่วโมง)

C : แรงผลัดประพันธ์ (N)

Pm : ค่าเฉลี่ยโหลดตามแนวแกน (N)

Nm : ความเร็วของเฉลี่ย

f_w : ปัจจัยจากการทำงาน

ทำงานคงที่โดยไม่ได้รับแรงกระแทก

fw = 1.0~1.2

ทำงานปกติ

ทำงานโดยได้รับแรงกระแทก

fw = 1.2~1.5

แรงผลัดประพันธ์ที่เท่ากับสูงกับจำนวนชั่วโมงอย่างการใช้งาน

แสดงในสูตรต่อไปนี้

$$C = \left(\frac{60 L_h N_m}{10^6} \right)^{\frac{1}{3}} P_m f_w \text{ (N)}$$

การกำหนดค่าจำนวนชั่วโมงอย่างการใช้งานให้มากกว่าค่าจริง จะทำให้ต้องใช้บอลล์สกรูที่ใหญ่ขึ้น และยังเป็นการเพิ่มต้นทุนอีกด้วย

โดยที่ไป จะใช้ค่ามาตรฐานต่อไปนี้ล้วน然是ชั่วโมงอย่างการใช้งาน :

เคื่องถังสี, เครื่องกัด: 20,000 ชั่วโมง อุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัติ: 15,000 ชั่วโมง
เครื่องจักรอุตสาหกรรม: 10,000 ชั่วโมง เครื่องมือวัด: 15,000 ชั่วโมง

4. ความเร็วของที่ใช้ได้ (DmN)

$$DmN \leq 70000 \text{ (bold ลูกศูนย์กลางที่สูง)} \quad ④$$

$$DmN \leq 50000 \text{ (bold ลูกศูนย์กลางที่ต่ำ)}$$

โดยที่ :	เน้นผ่านศูนย์กลางของ	A Value
	1.5875	0.3
	2.3812	0.6
	3.175	0.8
	4.7625	1.0
N : ความเร็วของบอลล์สกรู (min ⁻¹)	6.35	1.8

5. ผลของการเลือกบอลล์สกรูและแท่นรอง

จากการคำนวณข้างต้น การเลือกบอลล์สกรูที่ต้องใช้หัวกระแทก

BSS1520-950 ชิ้นส่วนแท่นรองที่ต้องใช้หัวกระแทก คือ ชิ้นส่วนหมายเลขอารบิก 12

$$N_c = f_a \frac{60 \lambda^2}{2 \pi \ell^2} \sqrt{\frac{EI}{YA}} \times 10^3 \text{ (min}^{-1}\text{)} \quad ⑤$$

โดยที่ :

λ : ระยะห่างของจุดประคอง (mm)

f_a : ค่าความปลดภัย (0.8)

E : ค่าโมดูลล์สูงของบอลล์สกรู ($2.06 \times 10^6 \text{ N/mm}^2$)

I : โมเมนต์ความเรียงเมื่อยังด้ามหัวกระแทก (mm⁴)

$\lambda = \frac{\pi}{64} d^4$

d : เส้นผ่านศูนย์กลางของบอลล์สกรู (mm)

Y : ความต่ำเพี้ยนของวัสดุ ($7.8 \times 10^{-6} \text{ Kg/mm}^2$)

A : พื้นที่ภาคตัดขวางโคนบอลล์สกรู (mm²)

$A = \frac{\pi}{4} d^2$

λ : ค่าล้มเหลวที่ต้องใช้หัวกระแทก

รองรับ-ประคอง

คงที่-ศรีษะ

อิสระ-อิสระ

$\lambda = \frac{\pi}{4} d^2$

$\lambda = 3.927$

$\lambda = 1.875$

6. โหลดแบบゴ่งง (Pk) โดยการคำนวณจากผลการเคลื่อนที่ของ Euler

$$P_k = \frac{\pi k^2 EI}{\ell^2} \text{ (N)} \quad ⑥$$

โดยที่ :

Pk : โหลดแบบゴ่งง (N)

ℓ : ระยะห่างระหว่างจุดประคอง (mm)

E : โมดูลล์สูงของบอลล์สกรู ($2.06 \times 10^6 \text{ N/mm}^2$)

I : โมเมนต์ความเรียงเมื่อยังด้ามหัวกระแทก (mm⁴)

$I = \frac{\pi}{64} d^4$

d : เส้นผ่านศูนย์กลางโคนบอลล์สกรู (mm)

n : ค่าล้มเหลวที่ต้องใช้หัวกระแทก

รองรับ-ประคอง n=1

คงที่-ศรีษะ n=2

อิสระ-อิสระ n=0.25

7. โหลดตามแนวแกนที่รองรับได้ (P) สำหรับโหลดแบบゴ่งง

$$P = P_k(N) \quad ⑦$$

โดยที่ :

Pk : โหลดแบบゴ่งง (N)

a : ค่าความปลดภัย (a=0.5)

หากต้องการความปลอดภัยมากขึ้น ควรเลือกค่าความปลดภัยให้สูงขึ้น