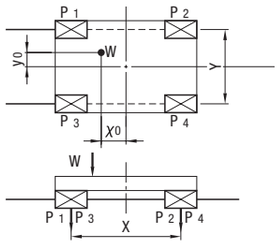
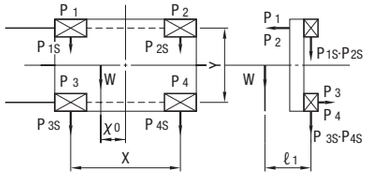
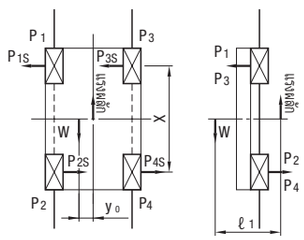
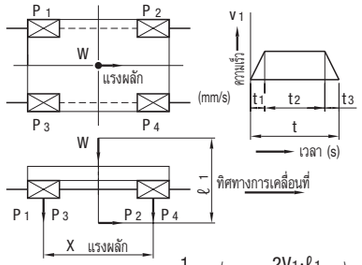
# Calculation of Life Span of Linear Systems 2 (การคำนวณอายุการใช้งานของชุดรางเลื่อนเชิงเส้น 2)

## • การคำนวณโหลด

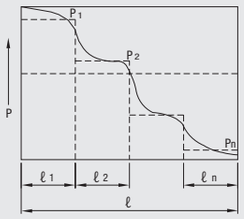
เนื่องจากชุดรางเลื่อนเชิงเส้นทำหน้าที่แบกรับน้ำหนักของชิ้นงาน ขณะที่เคลื่อนที่ไปกลับในแนวเส้นตรง โหลดที่กระทำต่อระบบสามารถเปลี่ยนแปลงได้ขึ้นกับจุดศูนย์ถ่วงของชิ้นงาน การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของแรงต้านในแนวแกน การเปลี่ยนความเร็วในการออกตัวและการหน่วงเพื่อการหยุด อันเนื่องจากการเริ่มการหยุด การเร่ง และการหน่วง จึงมีความจำเป็นที่ต้องนำเงื่อนไขเหล่านี้มาพิจารณา เมื่อต้องการเลือกชุดรางเลื่อนเชิงเส้น

ตาราง-5 เงื่อนไขการใช้งาน และสูตรการคำนวณโหลด

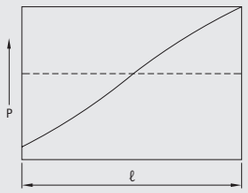
| ประเภท | เงื่อนไขการใช้ และโหลด | ประเภท | เงื่อนไขการใช้ และโหลด |
|---|---|---|---|
| 1 | แกนนอน  $P_1=\frac{1}{4}W+\frac{x_0}{2X}W+\frac{y_0}{2Y}W$ <br> $P_2=\frac{1}{4}W-\frac{x_0}{2X}W+\frac{y_0}{2Y}W$ <br> $P_3=\frac{1}{4}W+\frac{x_0}{2X}W-\frac{y_0}{2Y}W$ <br> $P_4=\frac{1}{4}W-\frac{x_0}{2X}W-\frac{y_0}{2Y}W$ | 3 | ตั้งฉากกับแกนนอน  $P_1=P_2=P_3=P_4=\frac{\ell_1}{2X}W$ <br> $P_{1S}=P_{3S}=\frac{1}{4}W+\frac{x_0}{2X}W$ <br> $P_{2S}=P_{4S}=\frac{1}{4}W-\frac{x_0}{2X}W$ |
| 2 | แกนตั้ง  $P_1=P_2=P_3=P_4=\frac{\ell_1}{2X}W$ <br> $P_{1S}=P_{2S}=P_{3S}=P_{4S}=\frac{y_0}{2X}W$ | 4 | เมื่อมีการเร่ง, การหน่วง  • การเร่งขณะกำลังเริ่มต้น $P_1=P_3=\frac{1}{4}W\left(1+\frac{2V_1\cdot\ell_1}{g\cdot t_1\cdot X}\right)$ <br> $P_2=P_4=\frac{1}{4}W\left(1-\frac{2V_1\cdot\ell_1}{g\cdot t_1\cdot X}\right)$ <br> • การหน่วงขณะกำลังหยุด $P_1=P_3=\frac{1}{4}W\left(1-\frac{2V_1\cdot\ell_1}{g\cdot t_3\cdot X}\right)$ <br> $P_2=P_4=\frac{1}{4}W\left(1+\frac{2V_1\cdot\ell_1}{g\cdot t_3\cdot X}\right)$ <br> • ความเร็วคงที่ $P_1=P_2=P_3=P_4=\frac{1}{4}W$ <br> g: อัตราเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก = $9.8\times10^3$ (mm/s²) |

W : โหลดที่ต้องรับจริง (N)
X,Y : ระยะห่างของตัวนำเลื่อน (mm)
t1 : เวลาในการเร่ง (s)
P1,P2,P3,P4 : โหลดที่กระทำต่อชุดรางเลื่อนเชิงเส้น (N)
V : ความเร็วขณะเคลื่อนที่ (mm/s)
t3 : เวลาในการหน่วง (s)

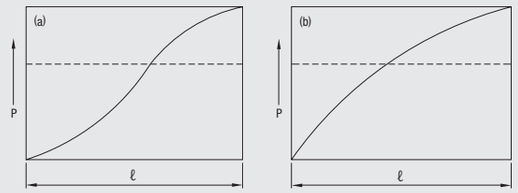
(รูป-3) การแกว่งของโหลดแบบขั้นบันได (Stepped Load Fluctuation)



(รูป-4) การแกว่งของโหลดแบบแบนระนาบ (Flat Fluctuation Load)



(รูป-5) การแกว่งของโหลดแบบคลื่นรูปไซน์ (Sinusoidal Load Fluctuation)





## • วิธีการคำนวณโหลดเฉลี่ยแบบแกว่ง

โดยทั่วไป โหลดที่กระทำต่อชุดรางเลื่อนเชิงเส้นสามารถเปลี่ยนได้ตามการใช้งานระบบ ตัวอย่างเช่น ขณะการเคลื่อนที่แบบไปกลับกำลังเริ่มต้น หรือหยุด เทียบกับขณะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ และการมี หรือไม่มีชิ้นงานในระหว่างการส่งต่อ ฯลฯ ดังนั้นเพื่อให้สามารถออกแบบอายุการใช้งานได้อย่างถูกต้องภายใต้เงื่อนไขและโหลดที่มีการแกว่ง ที่แตกต่างกัน จึงมีความจำเป็นต้องหาค่าเฉลี่ยโหลด และใช้ค่าดังกล่าวในการคำนวณอายุการใช้งาน

① เมื่อโหลดเปลี่ยนแปลงแบบขั้นบันได ตามระยะทางการเคลื่อนที่ (รูป-3)
ระยะทางการเคลื่อนที่ ℓ1 รับโหลด P1
ระยะทางการเคลื่อนที่ ℓ2 รับโหลด P2
⋮ ⋮
ระยะทางการเคลื่อนที่ ℓn รับโหลด Pn
ค่าเฉลี่ยโหลด Pm สามารถหาได้จากสูตรต่อไปนี้ :

$$P_m=\sqrt[3]{\frac{1}{\ell}\left(P_1^3\ell_1+P_2^3\ell_2\cdots+P_n^3\ell_n\right)}$$

Pm : ค่าเฉลี่ยโหลดที่คำนวณจากโหลดที่มีการแกว่ง (N)
ℓ: ระยะทางการเคลื่อนที่ทั้งหมด (m)

② เมื่อโหลดมีการเปลี่ยนแปลงเกือบเป็นแนวเส้นตรง (รูป-4)
ค่าเฉลี่ยโหลด Pm สามารถประมาณได้จากสูตรต่อไปนี้ :

$$P_m\fallingdotseq\frac{1}{3}\left(P_{min}+2\cdot P_{max}\right)$$

Pmin : โหลดในขณะที่แกว่งน้อยที่สุด (N)
Pmax : โหลดในขณะที่แกว่งมากที่สุด (N)

③ เมื่อโหลดมีการเปลี่ยนแปลงคล้ายคลื่นรูปไซน์ ดังแสดงในรูป-5(a),(b) ค่าเฉลี่ยโหลดสามารถประมาณได้จากสูตรต่อไปนี้ :

รูป-5(a) $P_m\fallingdotseq0.65P_{max}$
รูป-5(b) $P_m\fallingdotseq0.75P_{max}$

## Slide Guides

อายุประเมิน คือ การทดสอบหาระยะทางการเคลื่อนที่ทั้งหมดรวมกันของชุดรางเลื่อนขณะที่ทำการทดสอบจะต้องอยู่ภายใต้เงื่อนไขเดียวกัน โดยจำนวนของชุดรางเลื่อนจะต้องไม่เกิดสะเก็ดแตกล่อน (Flaking) เกินกว่า 90% ของจำนวนชุดรางเลื่อนทั้งหมดที่นำมาทดสอบ

$$L=\left(\frac{f_T}{f_w}\cdot\frac{C}{P}\right)^3\cdot50 \qquad (1)$$

L : อายุประเมิน (km)
C : แรงพลวัตประเมิน (N)
fT : สัมประสิทธิ์อุณหภูมิ (ดู รูป-2)
P : โหลดที่ต้องรับจริง (N)
fw : สัมประสิทธิ์โหลด (ดู รูป-4)

จำนวนชั่วโมงอายุการใช้งานสามารถคำนวณได้ โดยใช้ระยะทางการเคลื่อนที่ต่อหนึ่งหน่วยเวลา ซึ่งสามารถคำนวณได้โดยใช้สูตรต่อไปนี้ โดยถือว่าความยาวของระยะการวิ่ง (stroke length) และรอบวัฐจักรการทำงาน (stroke cycles) เป็นค่าคงที่

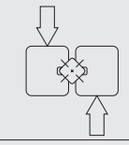
$$L_H=\frac{L\cdot10^3}{2\cdot\ell_s\cdot n_1\cdot60} \qquad (2)$$

LH : จำนวนชั่วโมงอายุการใช้งาน (hr)
ℓs : ความยาวของระยะชัก
L : อายุประเมิน (km)
n1 : จำนวนครั้งที่เคลื่อนไปกลับต่อนาที (cpm)

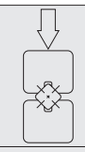
## Slide Ways

ค่าโหลดประเมินสำหรับแนวสไลด์หาได้จากส่วนประกอบที่มีการกลิ้ง (จำนวนลูกกลิ้ง) ซึ่งสามารถคำนวณได้โดยใช้สูตรต่อไปนี้ :

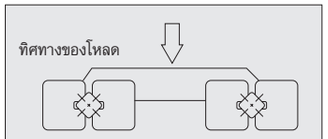
เมื่อใช้หนึ่งราง

| | |
|---|---|
| ทิศทางของโหลด |  |
| แรงพลวัตประเมิน (N) | $C=\left(\frac{Z}{2}\right)^{3/4}\cdot C_1$ |
| แรงสถิตประเมิน (N) | $C_0=\left(\frac{Z}{2}\right)\cdot C_{01}$ |

เมื่อใช้หนึ่งรางในแนวตั้ง

| | |
|---|---|
| ทิศทางของโหลด |  |
| แรงพลวัตประเมิน (N) | $C=\left(\frac{Z}{2}\right)^{3/4}\cdot C_1\cdot2^{7/9}$ |
| แรงสถิตประเมิน (N) | $C_0=\left(\frac{Z}{2}\right)\cdot C_{01}\cdot2$ |

เมื่อใช้สองชุดขนานกัน

| | |
|---|---|
| ทิศทางของโหลด |  |
| แรงพลวัตประเมิน (N) | $C=\left(\frac{Z}{2}\right)^{3/4}\cdot C_1\cdot2^{7/9}$ |
| แรงสถิตประเมิน (N) | $C_0=\left(\frac{Z}{2}\right)\cdot C_{01}\cdot2$ |

C1 : แรงพลวัตประเมินต่อลูกกลิ้ง (N)
C01 : แรงสถิตประเมินต่อลูกกลิ้ง (N)
Z : จำนวนลูกกลิ้ง

อายุการใช้งานสำหรับ Slide Ways คำนวณได้โดยใช้สูตรต่อไปนี้

$$L=\left(\frac{f_T\cdot C}{f_w\cdot P}\right)^{10/3}\cdot50$$

L : อายุประเมิน (km)
C : แรงพลวัตประเมิน (N)
fT : สัมประสิทธิ์อุณหภูมิ (ดู รูป-2)
P : โหลดที่ต้องรับจริง (N)
fw : สัมประสิทธิ์โหลด (ดู รูป-4)

จำนวนชั่วโมงอายุการใช้งาน

$$L_h=\frac{L\cdot10^3}{2\cdot\ell_s\cdot n_1\cdot60}$$

Lh : จำนวนชั่วโมงอายุการใช้งาน (hr)
ℓs : ความยาวของระยะวิ่ง
L : อายุประเมิน (km)
n1 : จำนวนครั้งที่เคลื่อนไปกลับต่อนาที (cpm)