

LCM
LCR
LCG
LCW
LCX
STM
STG
STS·STL
STR2
UCA2
ULK※
JSK/M2
JSG
JSC3·JSC4
USSD
UFCD
USC
UB
JSB3
LMB
LML
HCM
HCA
LBC
CAC4
UCAC2
CAC-N
UCAC-N
RCS2
RCC2
PCC
SHC
MCP
GLC
MFC
BBS
RRC
GRC
RV3※
NHS
HRL
LN
卡爪
卡盘
机械卡爪·卡盘
缓冲器
FJ
FK
速度控制器
卷末

STEP-1

确认负荷率后确定缸径。

$$\alpha = \frac{F_o}{F} \times 100 [\%]$$

α : 负荷率

F_o : 移动工件所需的力 (N)

F : 气缸理论推力 (N)
[表1]

水平动作时	垂直动作时
$F_o = F_w$	$F_o = W + F_w$
$F_w : W \times 0.2$ 注 (N)	
W : 负荷 (N)	

注：摩擦系数

[表1] 理论推力表 (单位：N)

缸径	动作方向	使用压力MPa						
		0.15	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
相当于 $\phi 25$	伸出	74	99	148	197	246	296	345
	缩回	57	76	114	152	190	228	266
相当于 $\phi 32$	伸出	116	155	233	310	388	466	543
	缩回	99	133	199	265	332	398	464

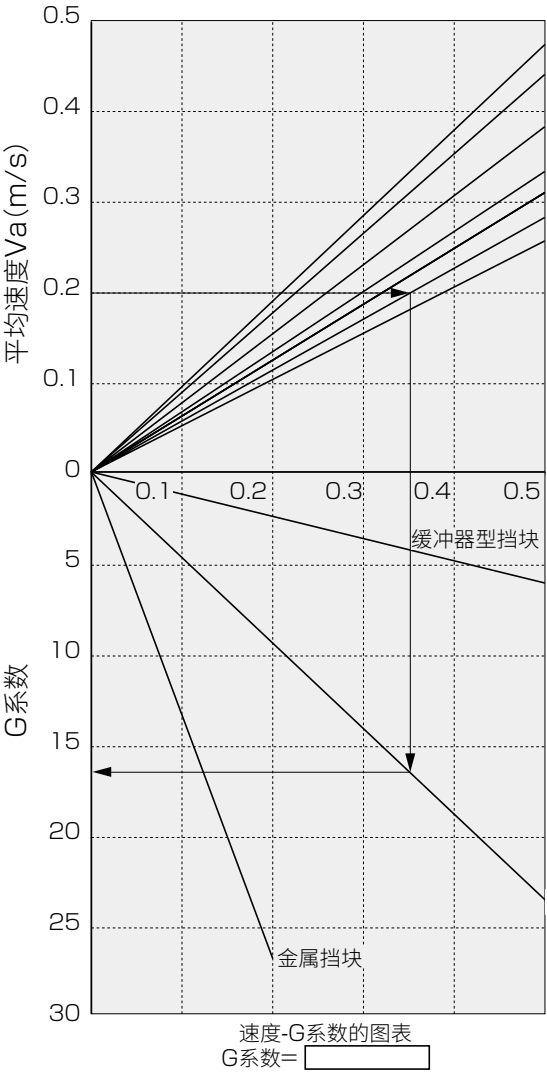
[表2] 负荷率的参考标准

使用压力MPa	负荷率 (%)
0.2~0.3	$\alpha \leq 40$
0.3~0.6	$\alpha \leq 50$
0.6~0.7	$\alpha \leq 60$

STEP-2

计算行程末端速度 (Vm) 和 G 系数。

通过平均速度 (Va) 和在 STEP-1 中计算出的负荷率，来计算行程末端速度 (Vm) 和 G 系数。



负荷率 5%
负荷率 10%
负荷率 20%
负荷率 30%
负荷率 40%
负荷率 50%
负荷率 60%

行程末端速度 Vm

图中的箭头 (→) 表示
平均速度：0.20m/s
负荷率：50%
下的
行程末端速度：0.35m/s
G系数：16.8
的计算示例。

标准型橡胶缓冲型挡块

STEP-3

确认允许吸收能量。

$$E = \frac{1}{2} \times (m + m_{\alpha}) \times Vm^2$$

- E : 工件末端的动能(J)
 m : 负荷的重量(kg) ($m \approx \frac{W(N)}{9.8}$)
 m_{α} : 滑台的重量(根据表4)
 Vm : 行程末端速度(m/s)
 E_{max} : E_0 的最大允许值(根据表3)

[表3] LCX的允许吸收能量(E_0)

缸径	标准型 (J)	橡胶缓冲型挡块 (J)	金属挡块 (J)	缓冲器型挡块 (J)
$\phi 25$	0.34	0.14	0.07	1.3
$\phi 32$				

[表4] 滑台重量 (单位: kg)

缸径	行程(mm)							
	10	20	30	40	50	75	100	125 150
$\phi 25$	0.030				0.035			
$\phi 32$	0.030				0.035			

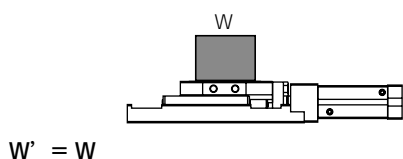
确认 $E \leq E_{max}$ 。

STEP-4

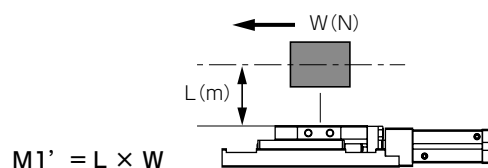
确认静止时的力矩的合成 $M' T$ 。

计算行程末端产生的静态负荷(力矩)及冲击力矩, 确认静止时的力矩的合成 $M' T$ 。

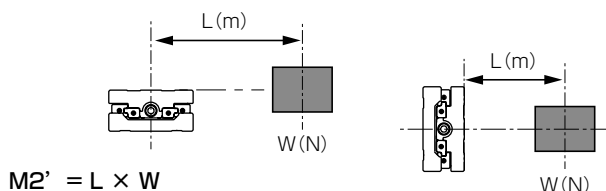
● 垂直负荷: W' (N)



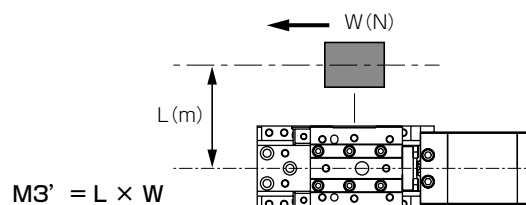
● 弯曲力矩: $M1'$ (N·m)



● 横向弯曲力矩: $M2'$ (N·m)



● 扭转力矩: $M3'$ (N·m)



$$W' = \text{ } (N)$$

$$M1' \times G = \text{ } (N \cdot m)$$

$$M2' = \text{ } (N \cdot m)$$

$$M3' \times G = \text{ } (N \cdot m)$$

$$M' T = \frac{W'}{W'_{max}} + \frac{M1' \times G}{M1'_{max}} + \frac{M2'}{M2'_{max}} + \frac{M3' \times G}{M3'_{max}} = \text{ }$$

$M' T$: 力矩的合成

G : G系数

W'_{max} : W' 的最大允许值(根据表5)

$M1'_{max}$: $M1'$ 的最大允许值(根据表5)

$M2'_{max}$: $M2'$ 的最大允许值(根据表5)

$M3'_{max}$: $M3'$ 的最大允许值(根据表5)

[表5] 静止负荷允许值

缸径	行程	垂直负荷 $W'_{max}(N)$	弯曲力矩 $M1'_{max}(N \cdot m)$	横向弯曲力矩 $M2'_{max}(N \cdot m)$	扭转力矩 $M3'_{max}(N \cdot m)$
$\phi 25$	10、20、30、 40、50	670	52	110	52
$\phi 32$					
$\phi 25$	75、100、 125、150	970	128	116	128
$\phi 32$					

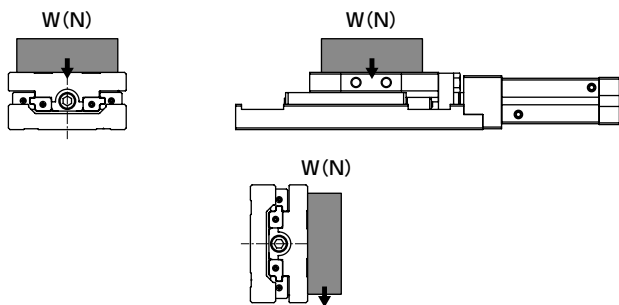
确认 $M' T \leq 1$ 。

LCM
LCR
LCG
LCW
LCX
STM
STG
STS·STL
STR2
UCA2
ULK※
JSK/M2
JSG
JSC3·JSC4
USSD
UFCD
USC
UB
JSB3
LMB
LML
HCM
HCA
LBC
CAC4
UCAC2
CAC-N
UCAC-N
RCS2
RCC2
PCC
SHC
MCP
GLC
MFC
BBS
RRC
GRC
RV3※
NHS
HRL
LN
卡爪
卡盘
机械卡爪·
卡盘
缓冲器
FJ
FK
速度
控制器
卷末

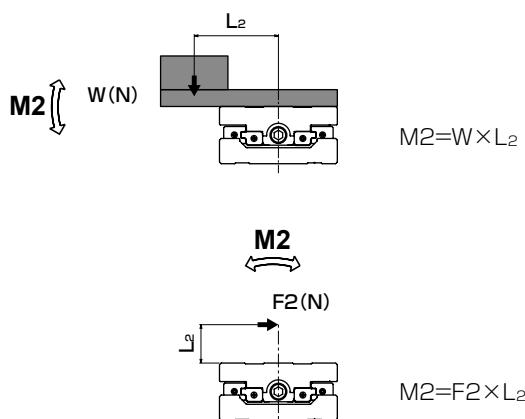
STEP-5

确认移动时的力矩的合成 M_T 。(与STEP-4中的计算结果不同, 请务必引起注意。)

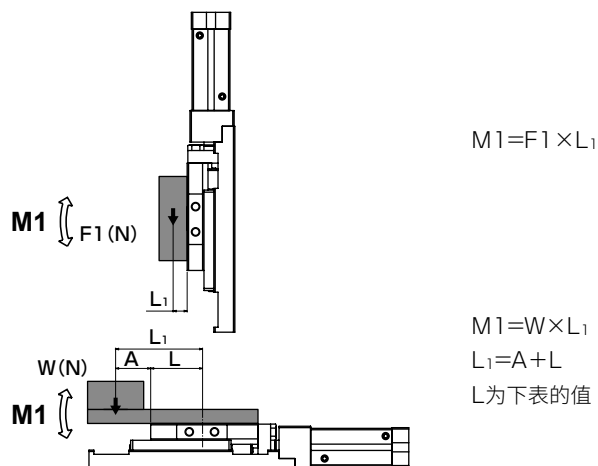
● 垂直负荷: $W(N)$



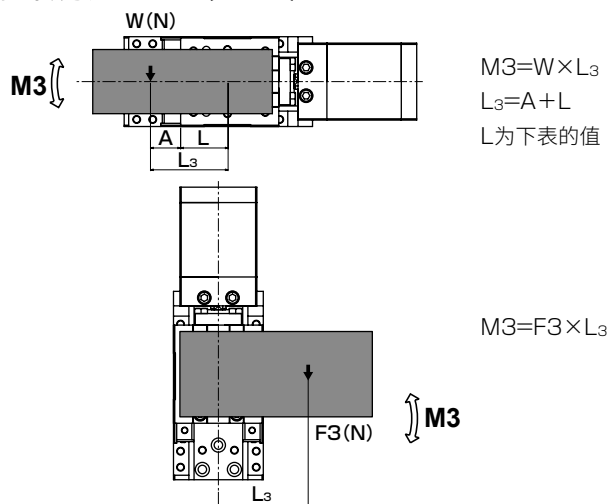
● 横向弯曲力矩: $M_2(N \cdot m)$



● 弯曲力矩: $M_1(N \cdot m)$



● 扭转力矩: $M_3(N \cdot m)$



L值(滑台末端至轴承部中心的距离)

单位(m)

缸径	行程								
	10	20	30	40	50	75	100	125	150
φ25	0.037			0.042		0.0535			
φ32									

$$W=W = \text{ } (N)$$

$$M_1=M_1 = \text{ } (N \cdot m)$$

$$M_2=M_2 = \text{ } (N \cdot m)$$

$$M_3=M_3 = \text{ } (N \cdot m)$$

$$M_T = \frac{W}{W_{\max}} + \frac{M_1}{M_{1\max}} + \frac{M_2}{M_{2\max}} + \frac{M_3}{M_{3\max}} = \text{ }$$

[表7] 移动负荷允许值

缸径	行程	垂直负荷 $W_{\max}(N)$	弯曲力矩 $M_{1\max}(N \cdot m)$	横向弯曲力矩 $M_{2\max}(N \cdot m)$	扭转力矩 $M_{3\max}(N \cdot m)$
$\phi 25$	10、20、30、 40、50	97	7	15	7
$\phi 32$					
$\phi 25$	75、100、 125、150	130	17	16.5	17
$\phi 32$					

$M_T \leq 1$ 时可以使用。

M_T : 力矩的合成

$W_{\max}$: W 的最大允许值(根据表7)

$M_{1\max}$: M_1 的最大允许值(根据表7)

$M_{2\max}$: M_2 的最大允许值(根据表7)

$M_{3\max}$: M_3 的最大允许值(根据表7)

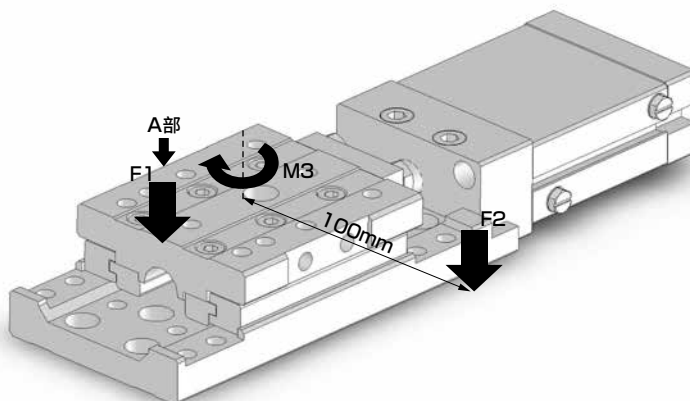
A点处的位移

【M1、M2、M3力矩导致的滑台位移量】

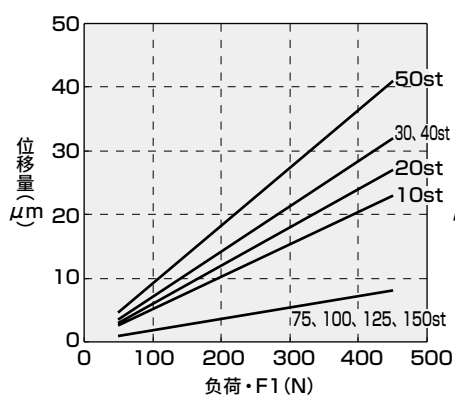
M1力矩：滑台前端承受负荷(F1)时，滑台前端的位移量

M2力矩：在离开气缸中心100mm的位置承受负荷(F2)时，滑台末端(A部)的位移量

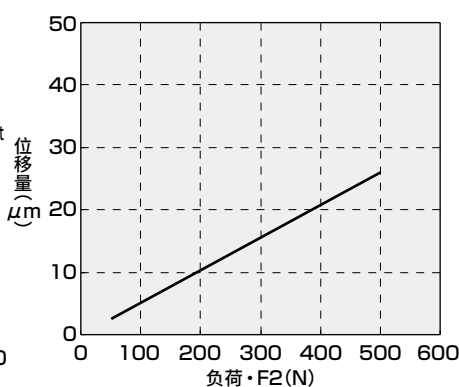
M3力矩：对气缸施加旋转力矩(M3)时，滑台的位移角度



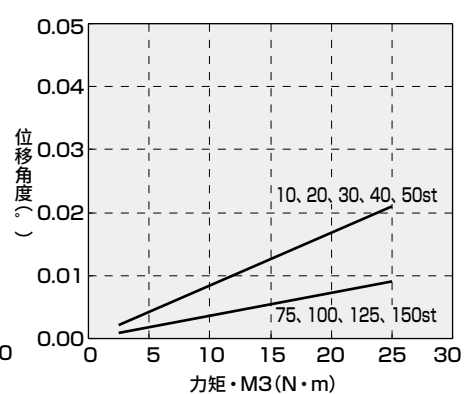
M1力矩的滑台位移量



M2力矩的滑台位移量

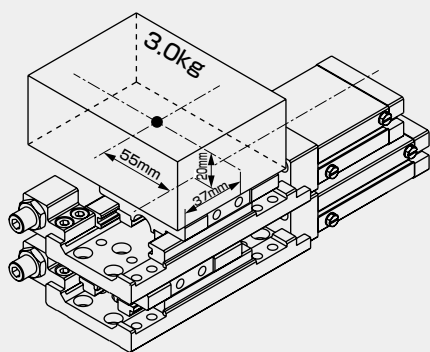


M3力矩的滑台位移角度



LCM
LCR
LCG
LCW
LCX
STM
STG
STS-STL
STR2
UCA2
ULK※
JSK/M2
JSG
JSC3・JSC4
USSD
UFCD
USC
UB
JSB3
LMB
LML
HCM
HCA
LBC
CAC4
UCAC2
CAC-N
UCAC-N
RCS2
RCC2
PCC
SHC
MCP
GLC
MFC
BBS
RRC
GRC
RV3※
NHS
HRL
LN
卡爪
卡盘
机械卡爪・卡盘
缓冲器
FJ
FK
速度控制器
卷末

选型指南：选型示例①



〈动作条件〉

使用机种(上侧)：LCX-25-30-M6(产品重量：1,270(g))

(下侧)：LCX-32-30-S6(产品重量：1,440(g))

压力：0.5(MPa)

工件重量：3.0(kg)

动作方向：水平

平均速度(上侧)：100(mm/s)

(下侧)：230(mm/s)

工件形状：左图

STEP-1 负荷率的确认与缸径的确定 (详细计算方法, 请参阅第298页)

计算公式

$$\alpha = \frac{F_0}{F} \times 100[\%]$$

α ：负荷率

F_0 ：移动工件所需的力(N)

F ：气缸理论推力(N)

选型示例

〈上部的气缸〉

$$\alpha_1 = \frac{(3.0 \times 9.8) \times 0.2}{190} \times 100 = 3.1\%$$

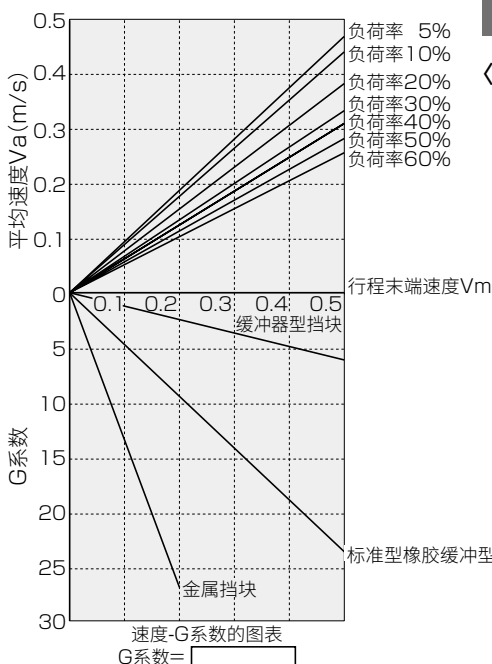
〈下部的气缸〉

$$\alpha_2 = \frac{\{(3.0 + 1.27 + 0.01) \times 9.8\} \times 0.2}{332} \times 100 = 2.5\%$$

负荷率的参考标准为0.5MPa时

“ $\alpha \leq 50$ ”，因此可以使用

STEP-2 行程末端速度与G系数的确认 (详细计算方法, 请参阅第298页)



选型示例

〈上部的气缸〉

平均速度：100mm/s

负荷率：5%以下(3.1%)

挡块：金属型挡块

行程末端速度：110mm/s

G系数：14

〈下部的气缸〉

平均速度：230mm/s

负荷率：5%以下(2.5%)

挡块：橡胶缓冲型挡块

行程末端速度：240mm/s

G系数：12

STEP-3 允许吸收能量的确认 (详细计算方法, 请参阅第299页)

计算公式

$$E = \frac{1}{2} \times (m + m_\alpha) \times V_m^2$$

E ：工件末端的动能(J)

m ：负荷的重量(kg)

m_α ：滑台的重量(kg)

V_m ：行程末端速度(m/s)

选型示例

〈上部的气缸〉

$$E = \frac{1}{2} \times (3.0 + 0.03) \times 0.11^2 = 0.02(J)$$

金属型挡块的允许吸收能量为“0.07J”，因此可以使用

〈下部的气缸〉

$$E = \frac{1}{2} \times (3.0 + 1.27 + 0.01 + 0.035) \times 0.24^2 = 0.124(J)$$

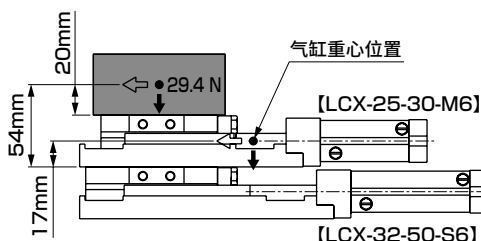
橡胶缓冲型挡块的允许吸收能量为“0.14J”，因此可以使用

STEP-4 静止允许负荷的确认 (详细计算方法, 请参阅第299页)

计算公式

- 垂直负荷
 $W' = W$
- 弯曲力矩：M1' (N·m)
 $M1' = L_1 \times W$
- 横向弯曲力矩：M2' (N·m)
 $M2' = L_2 \times W$
- 扭转力矩：M3' (N·m)
 $M3' = L_3 \times W$
- ◎ 力矩的合成

$$M'_{\tau} = \frac{W'}{W'_{\max}} + \frac{M1' \times G}{M1'_{\max}} + \frac{M2'}{M2'_{\max}} + \frac{M3' \times G}{M3'_{\max}}$$



【负荷·力矩的计算】

〈上部的气缸〉

$$\begin{aligned} W' &= 3.0 \times 9.8 = 29.4(\text{N}) \\ M1' &= 0.02 \times 29.4 = 0.6(\text{N} \cdot \text{m}) \\ M2' &= 0.055 \times 29.4 = 1.6(\text{N} \cdot \text{m}) \\ M3' &= 0.055 \times 29.4 = 1.6(\text{N} \cdot \text{m}) \end{aligned}$$

〈下部的气缸〉

$$\begin{aligned} W' &= 3.0 \times 9.8 + 1.27 \times 9.8 \\ &= 41.8(\text{N}) \\ M1' &= 0.054 \times 29.4 \\ &\quad + 0.017 \times 1.27 \times 9.8 \\ &= 1.8(\text{N} \cdot \text{m}) \\ &\text{(上侧的气缸不作为冲击力矩作用时, 不加下划线部分)} \\ M2' &= 0.055 \times 29.4 = 1.6(\text{N} \cdot \text{m}) \\ M3' &= 0.055 \times 29.4 = 1.6(\text{N} \cdot \text{m}) \end{aligned}$$

【上侧的气缸作用时的力矩的合成】

行程末端速度：110mm/s G系数：14

〈上部的气缸〉

$$M'_{\tau} = \frac{29.4}{670} + \frac{0.6 \times 14}{52} + \frac{1.6}{110} + \frac{1.6 \times 14}{52} = 0.7$$

力矩的合成(M'_{\tau})为“1以下”，因此可以使用

〈下部的气缸〉

$$M'_{\tau} = \frac{41.8}{670} + \frac{1.6 \times 14}{52} + \frac{1.6}{110} + \frac{1.6 \times 14}{52} = 1.0$$

力矩的合成(M'_{\tau})为“1以下”，因此可以使用

【下侧的气缸作用时的力矩的合成】

行程末端速度：240mm/s G系数：12

〈上部的气缸〉

$$M'_{\tau} = \frac{29.4}{670} + \frac{0.6 \times 12}{52} + \frac{1.6}{110} + \frac{1.6 \times 12}{52} = 0.6$$

力矩的合成(M'_{\tau})为“1以下”，因此可以使用

〈下部的气缸〉

$$M'_{\tau} = \frac{41.8}{670} + \frac{1.8 \times 12}{52} + \frac{1.6}{110} + \frac{1.6 \times 12}{52} = 0.9$$

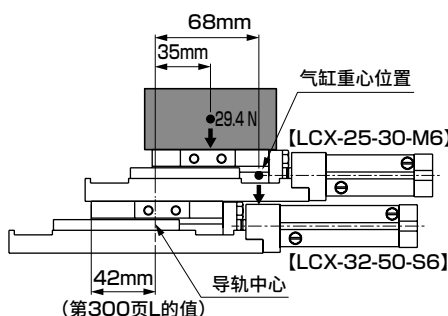
力矩的合成(M'_{\tau})为“1以下”，因此可以使用

STEP-5 移动允许负荷的确认 (详细计算方法, 请参阅第300页)

计算公式

- 垂直负荷
 $W = W$
- 弯曲力矩：M1 (N·m)
 $M1 = L_1 \times W$
- 横向弯曲力矩：M2 (N·m)
 $M2 = L_2 \times W$
- 扭转力矩：M3 (N·m)
 $M3 = L_3 \times W$
- ◎ 力矩的合成

$$M_{\tau} = \frac{W}{W_{\max}} + \frac{M1}{M1_{\max}} + \frac{M2}{M2_{\max}} + \frac{M3}{M3_{\max}}$$



(第300页L的值)

选型示例

〈上部的气缸〉

$$\begin{aligned} W &= 3.0 \times 9.8 = 29.4(\text{N}) \\ M1 &= 0(\text{N} \cdot \text{m}) \\ M2 &= 0.055 \times 29.4 = 1.6(\text{N} \cdot \text{m}) \\ M3 &= 0(\text{N} \cdot \text{m}) \\ M_{\tau} &= \frac{29.4}{97} + \frac{0}{7} + \frac{1.6}{15} + \frac{0}{7} \\ &= 0.4 \end{aligned}$$

力矩的合成(M'_{\tau})为“1以下”，因此可以使用

〈下部的气缸〉

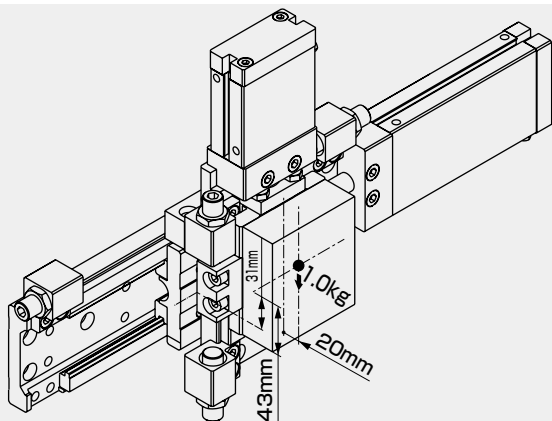
$$\begin{aligned} W &= 3.0 \times 9.8 + 1.27 \times 9.8 \\ &= 41.8(\text{N}) \\ M1 &= 0.035 \times 29.4 + 0.068 \times 1.27 \times 9.8 \\ &= 1.9(\text{N} \cdot \text{m}) \end{aligned}$$

(上侧的气缸作为力矩作用, 因此需加上。气缸重心以外形尺寸的中心为重心进行计算)

$$\begin{aligned} M2 &= 0.055 \times 29.4 = 1.6(\text{N} \cdot \text{m}) \\ M3 &= 0(\text{N} \cdot \text{m}) \\ M_{\tau} &= \frac{41.8}{97} + \frac{1.9}{7} + \frac{1.6}{15} + \frac{0}{7} \\ &= 0.8 \end{aligned}$$

力矩的合成(M'_{\tau})为“1以下”，因此可以使用

选型指南：选型示例②



〈动作条件〉

使用机种(X轴)：LCX-32-150-A6(产品重量：2,450(g))

(Z轴)：LCX-32-30-S6(产品重量：1,440(g))

压力：0.5(MPa)

工件重量：1.0(kg)

动作方向：水平+垂直

平均速度(X轴)：300(mm/s)

(Z轴)：50(mm/s)

工件形状：左图

STEP-1 负荷率的确认与缸径的确定 (详细计算方法, 请参阅第298页)

计算公式

$$\alpha = \frac{F_0}{F} \times 100 [\%]$$

α ：负荷率

F_0 ：移动工件所需的力(N)

F ：气缸理论推力(N)

选型示例

〈X轴的气缸〉

$$\alpha_1 = \frac{\{(1.0 + 1.29 + 0.01) \times 9.8\} \times 0.2}{332} \times 100 = 1.4\%$$

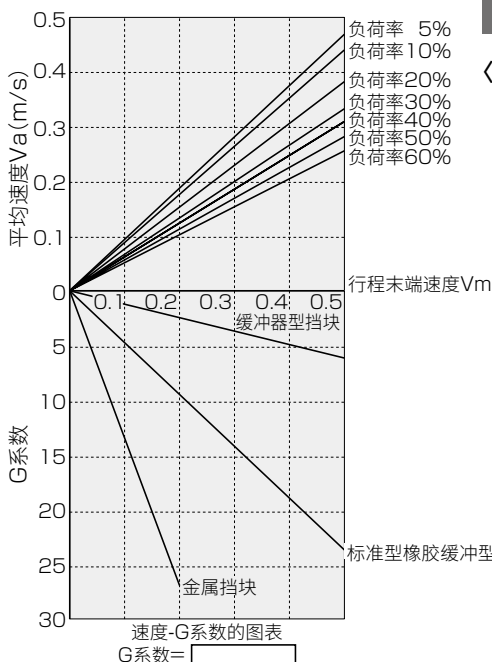
〈Z轴的气缸〉

$$\alpha_2 = \frac{(1.0 \times 9.8) + 0.2 \times (1.0 \times 9.8)}{332} \times 100 = 3.5\%$$

负荷率的参考标准为0.5MPa时

“ $\alpha \leq 50$ ”，因此可以使用

STEP-2 行程末端速度与G系数的确认 (详细计算方法, 请参阅第298页)



〈X轴的气缸〉

平均速度：300mm/s

负荷率：5%以下(1.4%)

挡块：缓冲器型挡块

行程末端速度：310mm/s

G系数：4

〈Z轴的气缸〉

平均速度：50mm/s

负荷率：5%以下(3.5%)

挡块：橡胶缓冲型挡块

行程末端速度：55mm/s

G系数：3

STEP-3 允许吸收能量的确认 (详细计算方法, 请参阅第299页)

计算公式

$$E = \frac{1}{2} \times (m + m_\alpha) \times V_m^2$$

E ：工件末端的动能(J)

m ：负荷的重量(kg)

m_α ：滑台的重量(kg)

V_m ：行程末端速度(m/s)

选型示例

〈X轴的气缸〉

$$E = \frac{1}{2} \times (1.0 + 1.29 + 0.01 + 0.035) \times 0.31^2 = 0.11(J)$$

缓冲型挡块的允许吸收能量为“1.3J”，因此可以使用

〈Z轴的气缸〉

$$E = \frac{1}{2} \times (1.0 + 0.035) \times 0.055^2 = 0.002(J)$$

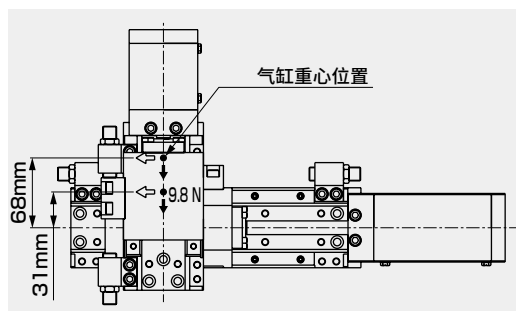
橡胶缓冲型挡块的允许吸收能量为“0.14J”，因此可以使用

STEP-4 静止允许负荷的确认 (详细计算方法, 请参阅第299页)

计算公式

- 垂直负荷
 $W' = W$
- 弯曲力矩：M1' (N·m)
 $M1' = L_1 \times W$
- 横向弯曲力矩：M2' (N·m)
 $M2' = L_2 \times W$
- 扭转力矩：M3' (N·m)
 $M3' = L_3 \times W$
- ◎ 力矩的合成
 $M' \tau = \frac{W'}{W'_{\max}} + \frac{M1' \times G}{M1'_{\max}} + \frac{M2'}{M2'_{\max}} + \frac{M3' \times G}{M3'_{\max}}$

注)交叉单元在M2方向的冲击力矩作用时存在。
请根据使用条件, 将G系数乘以M2' 的值。



选型示例

【负荷・力矩的计算】

- 〈X轴的气缸〉
 $W' = 1.0 \times 9.8 + 1.44 \times 9.8 = 23.9(N)$
 $M1' = 0.054 \times 9.8 + 0.017 \times 1.44 \times 9.8 = 0.8(N \cdot m)$
 (Z轴的气缸也作为力矩作用, 因此需加上)
 $M2' = 0.054 \times 9.8 + 0.017 \times 1.44 \times 9.8 = 0.8(N \cdot m)$
 $M3' = 0.031 \times 9.8 + 0.068 \times 1.44 \times 9.8 = 1.3(N \cdot m)$
- 〈Z轴的气缸〉
 $W' = 0(N)$
 $M1' = 0.02 \times 9.8 = 0.2(N \cdot m)$
 $M2' = 0.02 \times 9.8 = 0.2(N \cdot m)$
 $M3' = 0.001 \times 9.8 = 0.01(N \cdot m)$

【X轴的气缸作用时的力矩的合成】

行程末端速度：310mm/s G系数：4

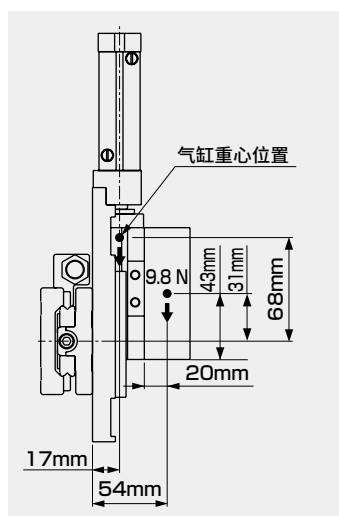
- 〈X轴的气缸〉
 $M' \tau = \frac{23.9}{970} + \frac{0.8 \times 4}{128} + \frac{0.8}{116} + \frac{1.3 \times 4}{128} = 0.1$
 力矩的合成(M' τ)为“1以下”, 因此可以使用
- 〈Z轴的气缸〉
 $M' \tau = \frac{0}{670} + \frac{0.2}{52} + \frac{0.2 \times 4}{110} + \frac{0.01 \times 4}{52} = 0.01$
 (由于X轴的气缸动作, 对Z轴气缸在M2方向作用的冲击力矩需乘以G系数)
 力矩的合成(M' τ)为“1以下”, 因此可以使用

【Z轴的气缸作用时的力矩的合成】

行程末端速度：55mm/s G系数：3

- 〈X轴的气缸〉
 $M' \tau = \frac{23.9}{970} + \frac{0}{128} + \frac{0.5 \times 3 + 0.2}{116} + \frac{0}{128} = 0.04$
 (由于Z轴的气缸动作, 对X轴气缸在M2方向作用的冲击力矩需乘以G系数)
 力矩的合成(M' τ)为“1以下”, 因此可以使用
- 〈Z轴的气缸〉
 $M' \tau = \frac{0}{670} + \frac{0.2 \times 3}{52} + \frac{0}{110} + \frac{0}{52} = 0.01$
 力矩的合成(M' τ)为“1以下”, 因此可以使用

STEP-5 移动允许负荷的确认 (详细计算方法, 请参阅第300页)



计算公式

- 垂直负荷
 $W = W$
- 弯曲力矩：M1 (N·m)
 $M1 = L_1 \times W$
- 横向弯曲力矩：M2 (N·m)
 $M2 = L_2 \times W$
- 扭转力矩：M3 (N·m)
 $M3 = L_3 \times W$
- ◎ 力矩的合成
 $M\tau = \frac{W}{W_{\max}} + \frac{M1}{M1_{\max}} + \frac{M2}{M2_{\max}} + \frac{M3}{M3_{\max}}$

选型示例

- 〈X轴的气缸〉
 $W = 1.0 \times 9.8 + 1.44 \times 9.8 = 23.9(N)$
 $M1 = 0(N \cdot m)$
 $M2 = 0.054 \times 9.8 + 0.017 \times 1.44 \times 9.8 = 0.8(N \cdot m)$
 $M3 = 0(N \cdot m)$
 $M\tau = \frac{23.9}{130} + \frac{0}{17} + \frac{0.8}{16.5} + \frac{0}{17} = 0.2$
 力矩的合成(M' τ)为“1以下”, 因此可以使用
- 〈Z轴的气缸〉
 $W = 0(N)$
 $M1 = 0.02 \times 9.8 = 0.2(N \cdot m)$
 $M2 = 0(N \cdot m)$
 $M3 = 0(N \cdot m)$
 $M\tau = \frac{0}{97} + \frac{0.2}{7} + \frac{0}{15} + \frac{0}{7} = 0.03$
 力矩的合成(M' τ)为“1以下”, 因此可以使用

LCM
LCR
LCG
LCW
LCX
STM
STG
STS-STL
STR2
UCA2
ULK※
JSK/M2
JSG
JSC3-JSC4
USSD
UFCD
USC
UB
JSB3
LMB
LML
HCM
HCA
LBC
CAC4
UCAC2
CAC-N
UCAC-N
RCS2
RCC2
PCC
SHC
MCP
GLC
MFC
BBS
RRC
GRC
RV3※
NHS
HRL
LN
卡爪
卡盘
机械卡爪・卡盘
缓冲器
FJ
FK
速度控制器
卷末