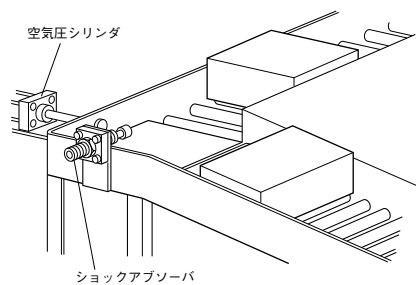
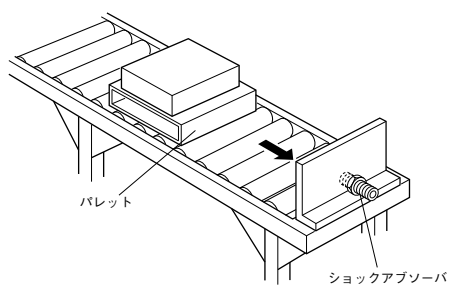


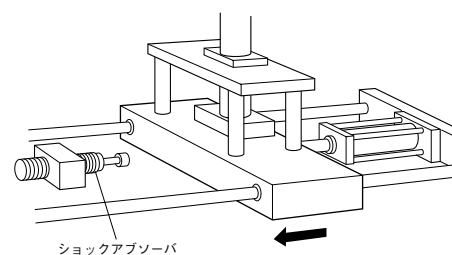
用途例



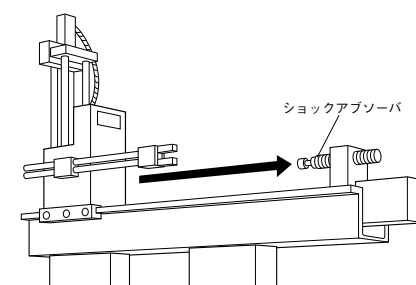
●コンベアの方向転換部



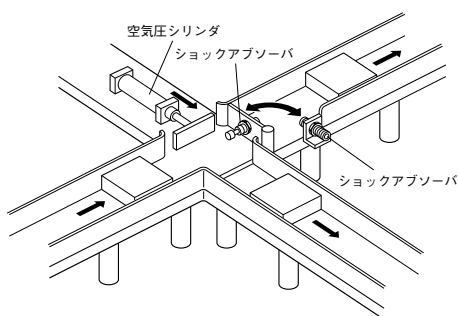
●コンベアの終端部



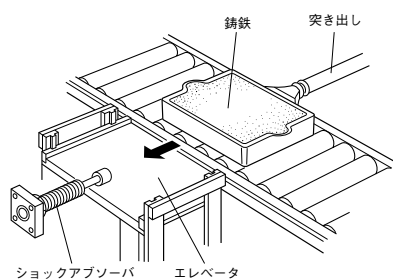
●スライドユニット



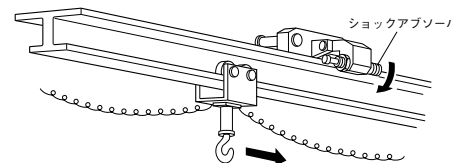
●移載装置



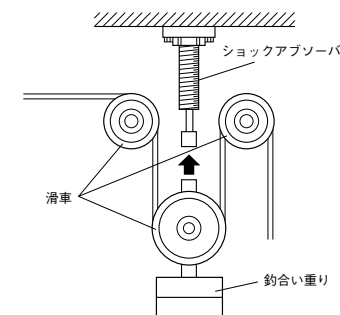
●コンベアの方向切換部



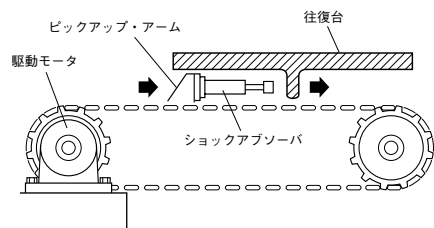
●突出し装置



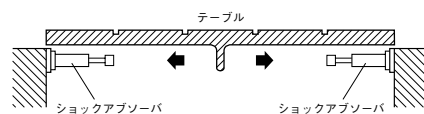
●搬送リフト停止



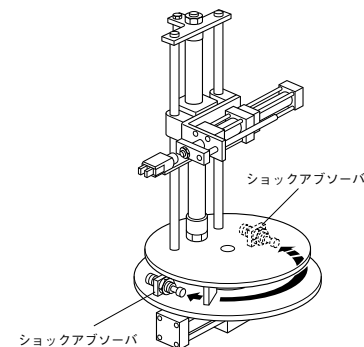
●ベルト張り装置で上ってくる釣合い重りのショックを吸収



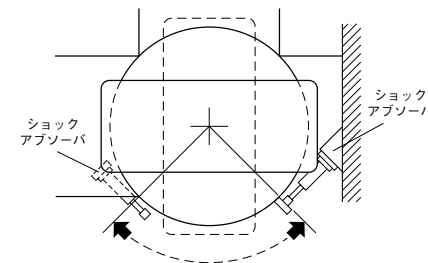
●ピックアップ・アームに取付け、静かに往復台を動作しモータの過負荷を防ぐ



●スライド又はレシプロ(往復する)テーブル



●ロボットの旋回部



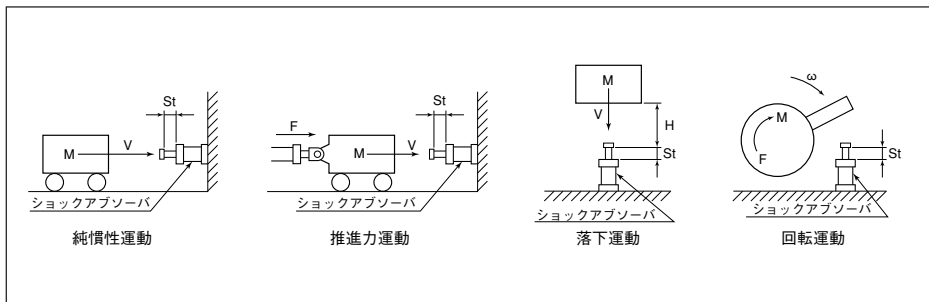
●トランスファーテーブル

運動の種類

種々の運動を分類すると、下記の通りになります。従って、その分類によって、エネルギー計算及び取り付け方法を考慮する必要があります。

運動

- 直線運動
 - 純慣性運動……慣性のみにて運動している場合
 - 推進運動……シリンダ、モータ等の推進力が働く場合
 - 落下運動……自由落下や傾斜落下等の重力にて運動する場合
- 回転運動



エネルギー計算

●直線運動

a. 必要仕様

運動物質量	: M (kg)	
衝突速度	: V (m/s)	
推進力	: F (N)	} シリンダ、モータまたは摩擦力、重力、付加力等の推進力を伴う場合
ショックアブソーバ受け本数	: N	
落下高さ	: H (m)	} 落下運動の場合
ショックアブソーバストローク	: St (m)	

b. 計算式

純慣性運動	$E_T = 0.5M \cdot V^2 \cdot \frac{1}{N}$ (J)
推進運動	$E_T = (0.5M \cdot V^2 + F \cdot St) \cdot \frac{1}{N}$ (J)
落下運動	$E_T = (Mg \cdot H + Mg \cdot St) \cdot \frac{1}{N} = Mg(H + St) \cdot \frac{1}{N}$ (J)

●回転運動

a. 必要仕様

運動物質量	: M (kg)
衝突角速度	: ω (rad/s)
トルク	: T (N · m)
慣性モーメント	: I (kg · m ²)
停止角度	: θ (rad)……ショックアブソーバストロークに関係します。

b. 計算式

$$E_T = \left(\frac{1}{2} \cdot I \cdot \omega^2 + T \cdot \theta \right) \text{ (J)}$$

●その他計算式

a. 一般仕様

停止時間: t (s)……負荷がショックアブソーバに衝突してから、停止するまでに要する時間。
 減速度: G ……G値とは、減速度が重力加速度の何倍であるかを意味します。したがって、G値が小さいとゆるやかな減速となり、大きいと急減速となります。
 抗力: S_F (N)……エネルギー吸収時に生ずる油圧による抵抗力であり、抗力に対して支持物の強度を十分とる必要があります。

使用頻度: C (回/min)
 周囲温度: T₁ (°C)
 最大エネルギー容量: E_{max} (J)
 最大毎分エネルギー容量: E₂ (J/min)
 毎分当りのエネルギー: E_T/M (J/min) = E_T · C

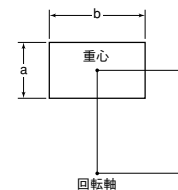
b. 計算式

停止時間	$t = \frac{2St}{V}$ (s)	} 一定効力となるショックアブソーバのみ適用します。
減速度	$G = \frac{0.051V^2}{St}$	
停止力	$S_F = \frac{E_T}{St}$ (N)	

c. 慣性モーメントについて

平行軸の定理 (回転軸が重心からずれている場合に用います。)

回転軸に関する慣性モーメントを I
 重心に関する慣性モーメントを I_G
 とすると $I = I_G + M \cdot \eta^2$ の関係があります。
 回転軸から重心までの距離を η
 例)



$$I_G = M \cdot \frac{a^2 + b^2}{12} \text{ であるから}$$

$$I = M \cdot \frac{a^2 + b^2}{12} + M \cdot \eta^2 \text{ となります。}$$

用語説明

●毎分最大エネルギー容量とは

ショックアブソーバは1回の衝突エネルギーが吸収可能な最大吸収エネルギー以下であることが絶対条件であるが、このほかに頻度によって決まる毎分あたりのエネルギーが容量以下にあることが必要です。これを毎分最大エネルギー容量といいます。もし、許容値を超えるとショックアブソーバの油温上昇となり、ショックの吸収効率が悪くなり、機器の損傷につながります。仕様欄の毎分最大エネルギー容量は、周囲温度26.7°C時を表しています。

周囲温度T (°C) における毎分最大エネルギー容量を

$$E_2 = \frac{(82.2 - T)}{55.5} \times (\text{表中の毎分最大エネルギー容量}) \text{ で表します。}$$

●相当(等価)質量とは

相当(等価)質量とは、ショックアブソーバに衝突する物体だけの質量ではなく、総エネルギーをE_Tとすると次式で与えられます。

$$M_{eq} = \frac{2E_T}{V^2}$$

M_{eq}: 相当(等価)質量 (kg)
 E_T: 総エネルギー (J)

尚、純慣性運動の場合は、M_{eq} = M となります。 V: 衝突速度 (m/s)

●ショックアブソーバのストロークとは

ショックアブソーバのストローク(St)は、総エネルギー(E_T)、停止時間(t)、減速度(G)、停止力(S_F)に影響を与えますので、これらの値を考慮してストロークを決定する必要があります。

選定計算式例

例題では、総ストロークSt(m)で計算しているが、外部ストッパを設置して全ストロークを使用しない場合は、吸収ストロークS(m)で計算してください。

衝突例	水平衝突の場合			
	単純な水平衝突	シリンダで押している場合	モータで台車を駆動している場合	摩擦伝導により台車を駆動している場合
衝突例				
衝突物質量 (kg)	M	M	M	M
衝突速度 (m/s)	V	V	V	V
運動エネルギー (J)	$E_k=0.5 \cdot M \cdot V^2$	$E_k=0.5 \cdot M \cdot V^2$	$E_k=0.5 \cdot M \cdot V^2$	$E_k=0.5 \cdot M \cdot V^2$
推進力 (N)	—	シリンダ出力 $F=F_1=\frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot P \cdot 10^6$	$F=F_1=\frac{Kw \cdot 2.5^{(注)}}{V} \times 10^3$	$F=F_1=0.25^{(注1)} \cdot Mg \cdot \frac{N_2}{N_1}$ どちらか小さい方 $F=F_1=\frac{Kw \cdot 2.5^{(注2)}}{V} \times 10^3$
推進力によるエネルギー (J)	—	$E_1=F \cdot St$	$E_1=F \cdot St$	$E_1=F_1 \cdot St$
総エネルギー (J)	$E_T=\frac{E_k}{N}$	$E_T=\frac{(E_k+E_1)}{N}$	$E_T=\frac{(E_k+E_1)}{N}$	$E_T=\frac{(E_k+E_1)}{N}$

衝突例	上下方向の場合		斜面上にそって運動する場合	
	自由落下	駆動力(シリンダ等)により昇降する場合	自由落下	駆動力(シリンダ等)により昇降する場合
衝突例				
衝突物質量 (kg)	M	M	M	M
衝突速度 (m/s)	$V=\sqrt{19.6 \cdot H}$	V	$V=\sqrt{19.6 \cdot L \cdot \sin\alpha}$	V
運動エネルギー (J)	$E_k=M \cdot g \cdot H$	$E_k=0.5 \cdot M \cdot V^2$	$E_k=M \cdot g \cdot L \cdot \sin\alpha$	$E_k=0.5 \cdot M \cdot V^2$
推進力 (N)	$F=M \cdot g$	$F=F_1+M \cdot g$ (下降時) $F=F_1-M \cdot g$ (上昇時)	$F=M \cdot g \cdot \sin\alpha$	$F=F_1+M \cdot g \cdot \sin\alpha$ (下降時) $F=F_1-M \cdot g \cdot \sin\alpha$ (上昇時)
推進力によるエネルギー (J)	$E_1=M \cdot g \cdot St$	$E_1=F \cdot St$	$E_1=F \cdot St$	$E_1=F \cdot St$
総エネルギー (J)	$E_T=\frac{(E_k+E_1)}{N}$	$E_T=\frac{(E_k+E_1)}{N}$	$E_T=\frac{(E_k+E_1)}{N}$	$E_T=\frac{(E_k+E_1)}{N}$

衝突例	揺動運動の場合		
	自由落下 (上下方向)	モータ等で駆動 (上下方向)	ターンテーブル (水平方向)
衝突例			
衝突物質量 (kg)	M	M	$M=M_1+M_2$
衝突速度 (m/s)	$V=R \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot M \cdot g \cdot h(\sin\beta_1+\sin\beta_2)}{I}}$	$V=R \cdot \omega$	$V=R \cdot \omega$
運動エネルギー (J)	$E_k=M \cdot g \cdot H$	$E_k=\frac{1}{2} \cdot I \cdot \omega^2$	$E_k=\frac{1}{2} \cdot \left[\frac{M_1 \cdot r^2}{2} + I_G + M_2 \cdot h^2 \right] \cdot \omega^2$
推進力 (N)	$F=M \cdot g \cdot \frac{h}{R} \cdot \cos\beta_2$	$F=\frac{T_1}{R} + \frac{M \cdot g \cdot h}{R} \cdot \cos\beta$ (下降時) $F=\frac{T_1}{R} - \frac{M \cdot g \cdot h}{R} \cdot \cos\beta$ (上昇時)	$F=\frac{T_1}{R}$
推進力によるエネルギー (J)	$E_1=F \cdot St$	$E_1=F \cdot St$	$E_1=F \cdot St$
総エネルギー (J)	$E_T=\frac{(E_k+E_1)}{N}$	$E_T=\frac{(E_k+E_1)}{N}$	$E_T=\frac{(E_k+E_1)}{N}$

記号説明

記号	単位	説明	記号	単位	説明
E	J	許容吸収エネルギー	α	rad	斜面の角度
E_T	J	総エネルギー (ショックアブソーバ1本当り)	β	rad	回転体の角度
E_k	J	運動エネルギー	θ	rad	$\theta=\frac{S_1}{R}$ ショックアブソーバストローク中の揺動角度
E_1	J	推進力またはトルクによるエネルギー	R	m	回転中心から衝突点までの距離
E_2	J/min	毎分最大エネルギー容量	r	m	ターンテーブル半径
P	MPa	駆動シリンダ制御圧力	h	m	回転中心から重心までの距離
D	m	駆動シリンダ径	T	N・m	ショックアブソーバにかかるトルク (Tが変化する場合は最大値で計算のこと)
M	kg	衝突物質量 (Mが変化する場合は最大値で計算のこと)	T_1	N・m	駆動トルク (モータの場合は停止トルクで計算する)
V	m/s	衝突速度 (Vが変化する場合は最大値で計算のこと)	ω	rad/s	角速度 (ω が変化する場合は最大値で計算のこと)
F	N	ショックアブソーバにかかる推進力 (Fが変化する場合は最大値で計算のこと)	I	kg・m ²	回転軸回りの慣性モーメント
F_1	N	駆動力 (F_1 が変化する場合は最大値で計算のこと)	I_G	kg・m ²	重心回りの慣性モーメント
S	m	ショックアブソーバ吸収ストローク	N	本数	ショックアブソーバの受け本数
St	m	ショックアブソーバ総ストローク	kw	kw	モータ容量
H	m	落下高さ	N_1		総車輪数
L	m	斜面を落下するときの移動距離	N_2		駆動車輪数
g	m/s ²	重力加速度9.8m/s ²	G		重心位置を表わす。

※1 シリンダ等の外力・自重を含む。
 ※2 モータ等によるトルク・自重によるトルクを含む。

計算例

	1. CYL推力による推進運動	2. フリーフローコンベヤによる推進運動
事例	<p>内径φ63 圧力0.4MPa ショックアブソーバ エアシリンダ V=0.64m/s M=650kg</p>	<p>M=15kg V=1m/s ショックアブソーバ</p>
仕様	<p>マシニングセンターのA. T. CのストッパにS/Aを使用します。</p> <p>衝突物総質量 M=650kg 衝突速度 V=0.64m/s 使用頻度 C=1回/min 周囲温度 T=0℃~25℃ 推力 F=AIR CYLによる。[CYLサイズ φ63×780St] 受け本数 N=1本 [AIR圧力 0.4MPa]</p>	<p>コンベヤ上をながれてくるワークのストッパにS/Aを使用します。</p> <p>衝突物総質量 M=15kg 衝突速度 V=0.7m/s コンベヤ駆動力 F=49.0N 使用頻度 C=10回/min 周囲温度 T=25℃ 受け本数 N=1本</p>
計算例	<p>AIR CYLによる推進運動であるから、運動エネルギーと推進エネルギーよりS/Aの選定を行います。</p> <p>1) 運動エネルギーを求めます。 $E_k=0.5MV^2=0.5 \times 650 \times 0.64^2=133J$</p> <p>2) 推進エネルギーを求めます。 $E_1=F \cdot St$ ここで推進エネルギーを求めるには、使用するS/Aの形式を暫定的に選定し、Stを決める必要があります。選定条件としては、1)で求めた運動エネルギーより大きい吸収エネルギー容量をもつことが必要であるから、カタログよりASE-06-24を仮選定します。従ってStは、63.5mmであるから、 $E_1=\frac{\pi \cdot D^2}{4} \times P \times St$ $=\frac{3.14 \times 0.063^2}{4} \times 0.4 \times 10^6 \times 0.0635$ $=79.1J$</p> <p>3) 総エネルギーを求めます。 $E_T=E_k+E_1=133+79.1=212J$</p> <p>4) 使用可否のチェック 2)で選定した、S/Aが使用できるかどうかの確認を行います。</p> <p>4) -1 吸収エネルギー量による確認 AS*-06-24最大吸収エネルギーは353Jであるから $E_T < 353J$であり使用可となります。</p> <p>4) -2 等価質量による確認 $Meq=\frac{2E_T}{V^2}=\frac{2 \times 212}{0.64^2}=1040kg$ AS*-06-24の相当質量範囲は、11kg~11000kgであるから、使用可となります。</p> <p>4) -3 毎分最大エネルギー容量の確認 $E_2=\frac{82.2-T}{55.5} \times \left\{ \text{表中の毎分最大エネルギー} \right\}$ より $E_2 \geq E_T \cdot C$ $E_2=\frac{82.2-25}{55.5} \times 1330=1370J/min$ $E_T \cdot C=212 \times 1=212 < E_2$ 従って使用可となります。 但し、頻度が1min⁻¹ということで補助オイルタンクの使用を推奨します。</p>	<p>コンベヤ駆動による推進運動であるから運動エネルギーと推進エネルギーよりS/Aを選定します。</p> <p>1) 運動エネルギーを求めます。 $E_k=0.5MV^2=0.5 \times 15 \times 0.7^2=3.68J$</p> <p>2) 推進エネルギーを求めます。 摩擦力にて負荷を動かしている場合は、摩擦力とコンベヤ駆動力の両方を求め、小さい方を推力として計算します。摩擦係数を0.2とすると、摩擦力=15×9.8×0.2=29.4N<49N よって摩擦力を推力として採用します。従って推力によるエネルギーは $E_1=F \cdot St$ ここで、1)で求めた運動エネルギーを参考にして、S/Aを仮選定し、Stを決定します。カタログより吸収エネルギー4.90JのW-A2M12を選定します。 従ってStは10mmとなるから $E_1=29.4 \times 0.01=0.294J$</p> <p>3) 総エネルギーを求めます。 $E_T=E_k+E_1=3.68+0.294=3.97J$</p> <p>4) 使用可否のチェック 2)で選定した、S/Aが使用できるかどうかの確認を行います。</p> <p>4) -1 吸収エネルギー量による確認 W-A2M12の吸収エネルギーは4.90Jであるから $E_T=3.97 < 4.90J$ よって使用可となります。</p> <p>4) -2 等価質量による確認 $Meq=\frac{2E_T}{V^2}=\frac{2 \times 3.97}{0.7^2}=16.2 < 30kg$ よって使用可となります。</p> <p>4) -3 毎分最大エネルギー量による確認 $E_2=\frac{82.2-T}{55.5} \times \left\{ \text{表中の毎分最大エネルギー} \right\}$ より $E_2 \geq E_T \cdot C$ $E_2=\frac{82.2-25}{55.5} \times 98.1=101J/min$ $E_T \cdot C=3.97 \times 10=39.7J/min < E_2$ 従って使用可となります。</p>

	3. 回転運動
事例	<p>AIR CYLとラックピニオンの組み合わせによるターンテーブルのストッパにS/Aを使用します。</p> <p>M=50kg Ri=0.6m r=0.1m F=620N Vc=0.2m/s R=0.7m C=12回/min T=25℃ N=1本</p>
仕様	<p>1) 運動エネルギーを求めます。 $E_k=\frac{1}{2} \omega^2=\frac{1}{2} M \cdot \frac{R_i^2}{2} \cdot \left(\frac{V_c}{r} \right)^2$ $=\frac{1}{2} \times 50 \times \frac{0.6^2}{2} \times \left(\frac{0.2}{0.1} \right)^2=18J$ $\left[I=M \cdot \frac{R_i^2}{2} \right]$ $\omega=\frac{V_c}{r}$</p> <p>2) 推進エネルギーを求めます。 $E_1=T \cdot \theta$ $=F \cdot r \cdot \frac{St}{R}$ ここで1)で求めた運動エネルギーを参考にしてS/Aの仮選定を行い、Stを決定します。カタログより吸収エネルギー29.4JのW-A2M20を選定します。 従ってStは16mmとなります。 $E_1=620 \times 0.1 \times \frac{0.016}{0.7}=1.42J$</p> <p>3) 総エネルギーを求めます。 $E_T=E_k+E_1=18.0+1.42=19.4J$</p> <p>4) 使用可否のチェック 2)で仮選定したS/Aが使用できるかどうかの確認を行います。</p> <p>4) -1 吸収エネルギー量による確認 W-A2M20の吸収エネルギーは29.4Jであるから $E_T=19.4 < 29.4$ 従って使用可となります。</p> <p>4) -2 等価質量による確認 $Meq=\frac{2E_T}{V^2}=\frac{2 \times 19.4}{1.4^2} \left[S/Aへの衝撃速度Vは \right]$ $V=0.2 \times \frac{R}{r}=0.2 \times \frac{0.7}{0.1}=1.4m/s$ $=19.8kg < 200kg$ 従って使用可となります。</p> <p>4) -3 $E_2=\frac{82.2-T}{55.5} \times \left\{ \text{表中の毎分最大エネルギー} \right\}$ より $E_2 \geq E_T \cdot C$ $E_2=\frac{82.2-25}{55.5} \times 343=354J/min$ $E_T \cdot C=19.4 \times 12=233J/min < E_2$ 従って使用可となります。</p>

慣性モーメント

形状	細い棒 	薄い円板 	薄い正方形
回転軸	棒に垂直、重心を通る	面に平行重心を通る	重心を通り対角を通る軸
慣性モーメント	$M \cdot \frac{l^2}{12}$	$M \cdot \frac{r^2}{4}$	$M \cdot \frac{a^2}{12}$
形状	細い棒 	薄い円板 	薄い長方形
回転軸	棒に垂直、一端	面に垂直、重心を通る	面に平行、重心を通る軸
慣性モーメント	$M \cdot \frac{l^2}{3}$	$M \cdot \frac{r^2}{2}$	$M \cdot \frac{b^2 a^2}{6(b^2 + a^2)}$
形状	薄い長方形 	円柱 	薄いドーナツ形
回転軸	辺bに平行、重心を通る	重心を通る中心軸	面に平行、中心軸を通る軸
慣性モーメント	$M \cdot \frac{a^2}{12}$	$M \cdot \frac{r^2}{2}$	$M \cdot \frac{(a_1^2 + a_2^2)}{16}$
形状	薄い長方形 	中空円柱 	角ワケ形(i)
回転軸	辺bに平行、端面	同心を通る中心軸	面に平行、中心軸を通る軸
慣性モーメント	$M \cdot \frac{a^2}{3}$	$M \cdot \frac{r_1^2 + r_2^2}{2}$	$M \cdot \frac{(a_1^2 + a_2^2)}{12}$
形状	長方形 	球(充実したもの) 	角ワケ形(ii)
回転軸	面に垂直、重心を通る	重心を通る軸	面に平行、対角を通る
慣性モーメント	$M \cdot \frac{a^2 + b^2}{12}$	$M \cdot \frac{2r^2}{5}$	$M \cdot \frac{(a_1^2 + a_2^2)}{12}$

空気圧シリンダの推進力および推進エネルギー表

シリンダ内径 D (mm)	押側 シリンダ推進力 F (N)	圧力 P (MPa)	推進力によるエネルギーE ₁ (J) = F · St						
			ミニフター吸収ストロークSt						
			8 (mm)	10 (mm)	12 (mm)	15 (mm)	16 (mm)	25 (mm)	25.4 (mm)
φ 12	33.9	0.3	0.271	0.339	0.407	0.509	0.542	0.848	0.861
	56.5	0.5	0.452	0.565	0.678	0.848	0.904	1.41	1.44
	79.2	0.7	0.634	0.792	0.950	1.19	1.27	1.98	2.01
φ 16	60.3	0.3	0.482	0.603	0.724	0.905	0.965	1.51	1.53
	101	0.5	0.808	1.01	1.21	1.52	1.62	2.53	2.57
	141	0.7	1.13	1.41	1.69	2.12	2.26	3.53	3.58
φ 20	94.2	0.3	0.754	0.942	1.13	1.41	1.51	2.36	2.39
	157	0.5	1.26	1.57	1.88	2.36	2.51	3.93	3.99
	220	0.7	1.76	2.20	2.64	3.30	3.52	5.50	5.59
φ 25	147	0.3	1.18	1.47	1.76	2.21	2.35	3.68	3.73
	245	0.5	1.96	2.45	2.94	3.68	3.92	6.13	6.22
	344	0.7	2.75	3.44	4.13	5.16	5.50	8.60	8.74
φ 32	241	0.3	1.93	2.41	2.88	3.60	3.84	6.00	6.10
	402	0.5	3.21	4.01	4.81	6.02	6.42	10.0	10.2
	563	0.7	4.49	5.61	6.73	8.42	8.98	14.0	14.2
φ 40	377	0.3	3.02	3.78	4.54	5.67	6.05	9.45	9.60
	628	0.5	5.04	6.30	7.56	9.45	10.1	15.8	16.0
	880	0.7	7.06	8.82	10.6	13.2	14.1	22.1	22.4
φ 50	589	0.3	4.70	5.88	7.06	8.82	9.41	14.7	14.9
	982	0.5	7.84	9.80	11.8	14.7	15.7	24.7	24.9
	1374	0.7	11.0	13.7	16.4	20.6	21.9	34.3	34.8
φ 63	935	0.3	7.51	9.39	11.3	14.1	15.0	23.5	23.9
	1560	0.5	12.6	15.7	18.8	23.6	25.1	39.3	39.9
	2180	0.7	17.5	21.9	26.3	32.9	35.0	54.8	55.6
φ 80	1510	0.3	12.1	15.1	18.1	22.7	24.2	37.8	38.4
	2510	0.5	20.1	25.1	30.1	37.7	40.2	62.8	63.8
	3520	0.7	28.1	35.1	42.1	52.7	56.2	88.0	89.2

空気圧シリンダ推力による簡易選定表

表の見方

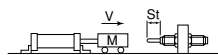
空気圧シリンダ推力によるショックアブソーバ簡易選定表です。シリンダ内径、衝突物質量M、衝突速度Vを確認することにより、表よりショックアブソーバの形式を選定できます。

使用条件により、衝突物質量M(横軸)及び衝突速度V(縦軸)の交点を求め、その交点のあるエリアのショックアブソーバを選定します。

エリアの境界線上の点は、そのエリアのショックアブソーバの使用限界点を示します。

ショックアブソーバの使用条件

- 空気圧シリンダ水平横押し



- 運動エネルギー

$$E_k = 0.5MV^2$$

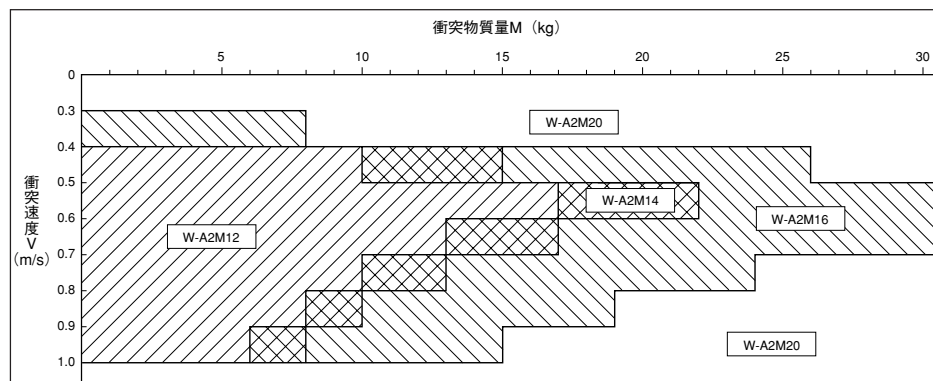
- 推進エネルギー

$$E_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \times P \times 10^6 \times \text{ストローク}$$

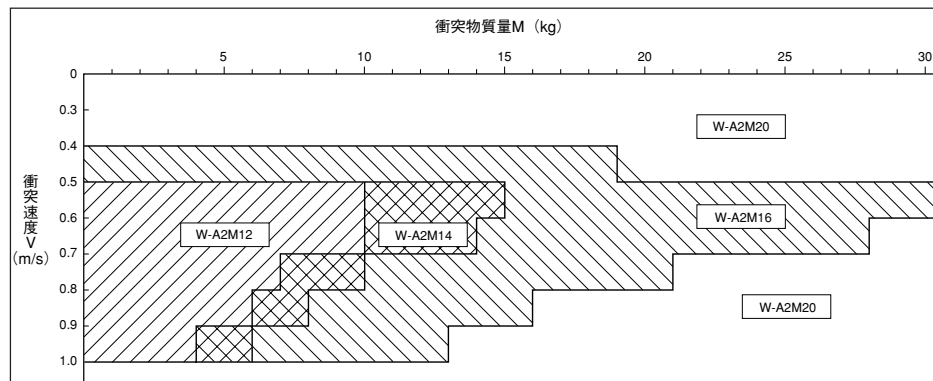
- 総エネルギー

$$E_T = E_k + E_1$$

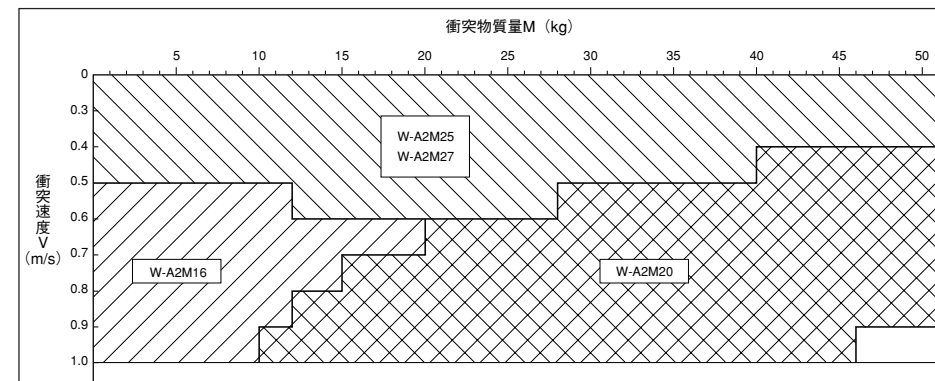
シリンダ内径φ20用



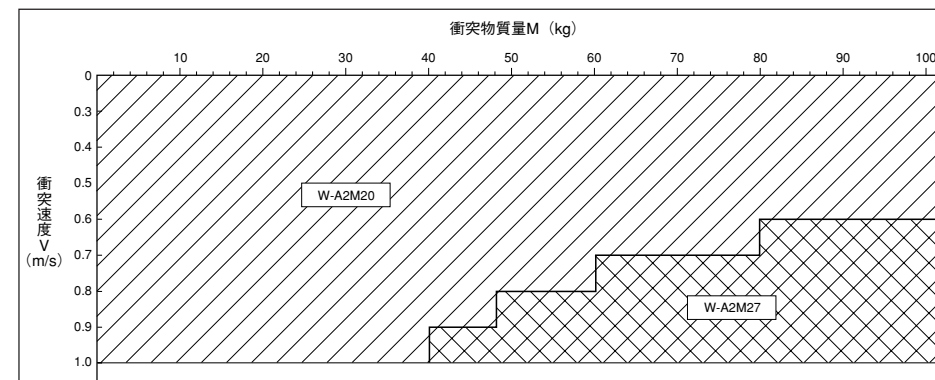
シリンダ内径φ25用



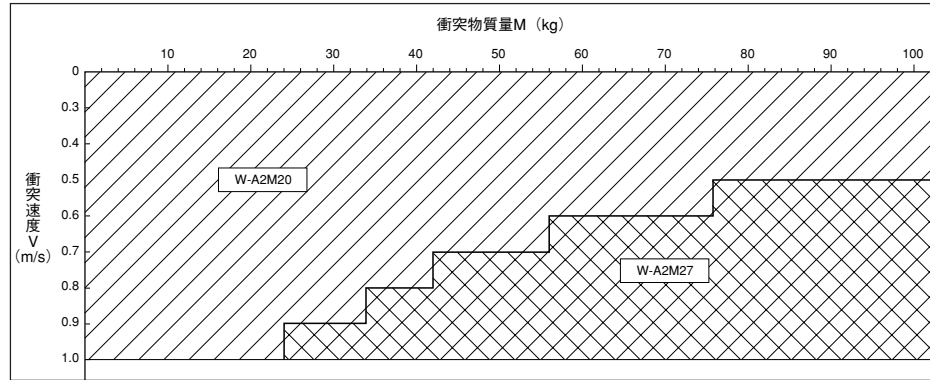
シリンダ内径φ32用



シリンダ内径φ40用



シリンダ内径φ50用



シリンダ内径φ63用

