

今日のあらゆる生産現場において、様々な運動形態が必要とされています。例えば、生産設備の直動搬送機や回転テーブル、高速押し機などが該当します。これらの設備はワークの運動方向を変えたり、停止したりします。

どのような運動ワークでも、その動作の結果として運動エネルギーを有します。運動ワークが方向変換や停止した場合、破壊的な衝撃力が発生し、ワーク自体や機械設備システムに多大な影響を及ぼします。

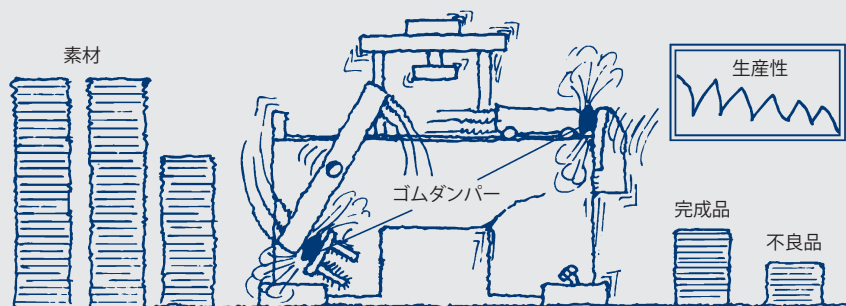
運動エネルギーの値は、速度の2乗に比例して大きくなります。また、ワークの重量が重いほど、速度がより速いほど、そのエネルギー値は大きくなります。生産性を向上させる(タクトアップする)には、このエネルギーをスムーズに消滅させ、破壊的な衝撃力の発生を防止する必要があります。

ゴムダンパー、スプリング、ダッシュポット、シリンダークッションなどを使用した、従来のエネルギー吸収方法では、この要求されたスムーズな減速機能を実現させることは不可能です。これらの機器はリニア減速器ではないためにストロークの途中において、高い反力ピークが発生してしまいます。

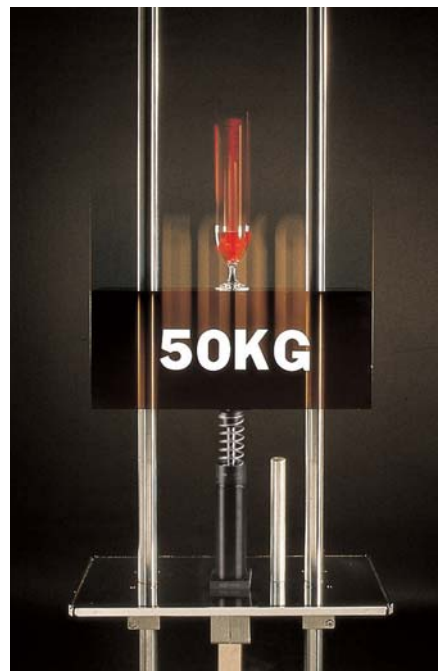
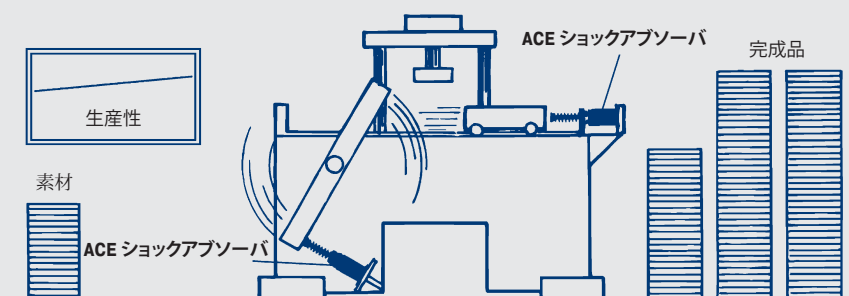
ACE 産業用ショックアブソーバを使用することで、この高い反力ピークの発生は解決できます。ストロークにわたって配置された多孔オリフィスで、一定のリニア減速を可能な限り低い反力で、かつ可能な限り短時間で実現します。

ACEはリニア減速制御のパイオニアです!

ゴムダンパー、スプリング、ダッシュポット シリンダークッションによる減速



ACE 産業用ショックアブソーバによる減速



ACE ワインドロップ・ディスプレイ

重さ50kgのワークの上にワインを注いだワイングラスを置き、1.3m自由落下させACE ショックアブソーバで受けますが、ワインは一滴もこぼれずに着地します。

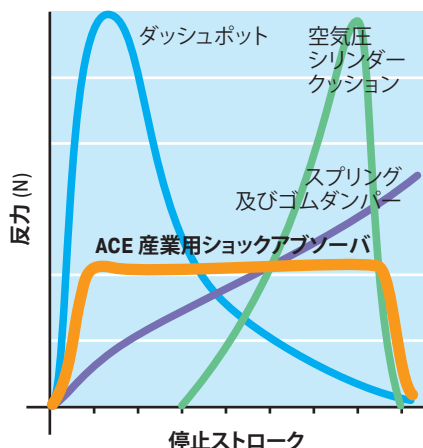
結果

- 生産性の低下
- 機械、装置の損傷
- メンテナンスコストの増加
- 騒音の発生
- 設備機械の建設コスト増大

利点

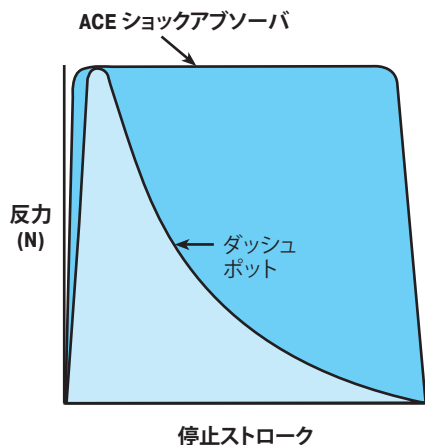
- 生産性の向上
- 機械、装置の長寿命化
- 機械効率の改善
- 機械設備コストの削減
- メンテナンスコストの削減
- 騒音の軽減
- 生産動力コストの削減

比較



- 1. ダッシュポット(ストローク初期での高い反力の発生)**
単孔オリフィス構造のため、運動ワークはストローク初期で急激に減速されます。ワーク停止反力はストローク初期において、非常に高いピークを示すまで上昇し(高い衝撃負荷となる)、そしてなだらかに下降していきます。
- 2. スプリング及びゴムダンパー(ストローク終期での高い反力の発生)**
運動ワークは、ストロークエンドに向かって一定に増大していく反力により減速されます。スプリング、ゴムダンパーはエネルギーを消散させずに蓄積してしまうため、跳ね返り現象が発生してしまいます。
- 3. 空気圧シリンダークッション(ストローク終期での高い反力の発生)**
空気の圧縮特性によって、ストローク終期において、急激な反力の上昇を示します。そのため、吸収エネルギーのほとんどはストローク終期に吸収されます。
- 4. ACEショックアブソーバ(ストロークにわたって一定の低い反力の発生)**
運動ワークは、ショックアブソーバの全ストロークにわたって一定の反力により、スムーズに減速しソフトに停止します。加えて、破壊的な反力ピークのない低い反力、かつ短時間に減速され、機械設備の損傷も防ぎ、さらに騒音も低減します。これが、リア減速の反力-ストローク曲線であり、ACEショックアブソーバの性能曲線です。

吸収エネルギー

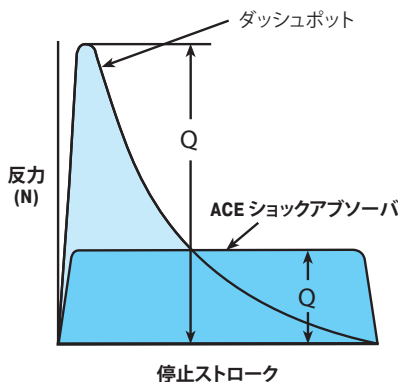


比較条件:
最大反力が等しい場合

比較結果:
ACEショックアブソーバは、より大きなエネルギー吸収が可能(曲線下部の面積を比較)

ACE製品のメリット:
ACEショックアブソーバを使用することにより、減速力または反力を増大させることなく、設備の生産性を2倍以上に向上させることができます。

反力(停止力)

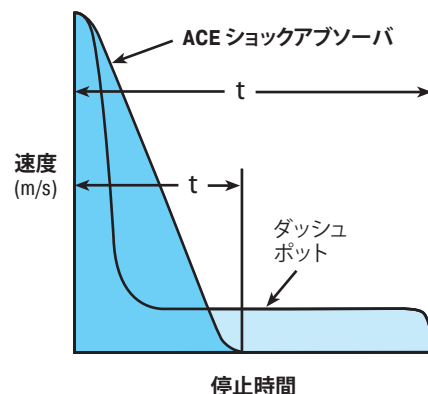


比較条件:
吸収エネルギーが等しい場合

比較結果:
ACEショックアブソーバの反力は、非常に低い

ACE製品のメリット:
ACEショックアブソーバを使用することにより、反力を低く抑えることができますので、設備の劣化や補修に関するコストを徹底的に抑えることができます。

停止時間

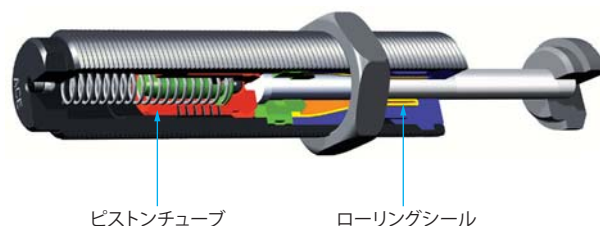
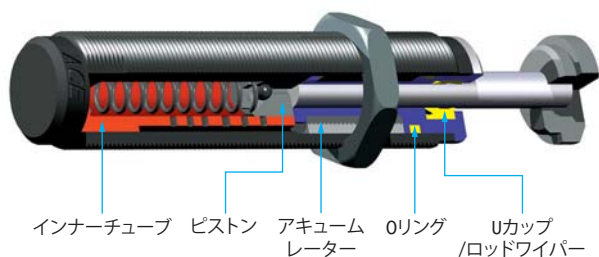


比較条件:
吸収エネルギーが等しい場合

比較結果:
ACEショックアブソーバは、より短時間でワークの減速を実現

ACE製品のメリット:
ACEショックアブソーバを使用することにより、作動サイクルを短くできるため、生産性の向上が見込めます。

構造の比較



ACE 小型ショックアブソーバの標準的な構造

標準的な構造の小型ショックアブソーバは固定されたインナーチューブを採用しています。ワーク衝突後、ピストンによって押し込まれた作動油はオリフィスを通じて、外に押し出されます。

押し出された作動油はアクキュムレーターに吸収されます。Uカップとワイパーによるシール構造によってショックアブソーバの内部は閉じられています。

ショックアブソーバ本体と内部高压容器は、合金鋼塊から後部密閉構造の一体加工が施されています。

ACE ショックアブソーバの高性能構造

ACE ピストンチューブのテクノロジー:

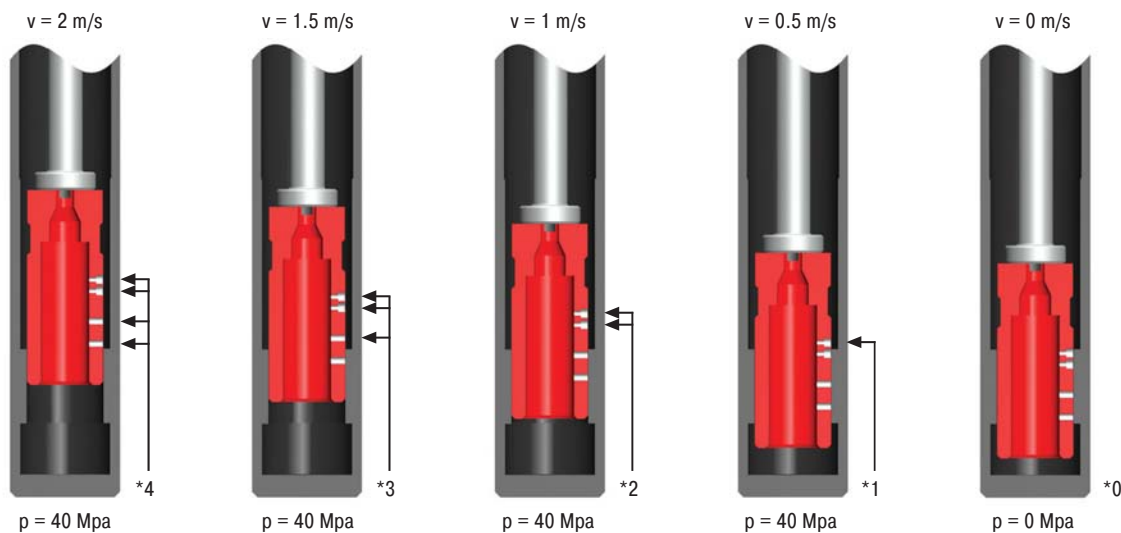
ピストンチューブは、ピストンとインナーチューブが一体となった構造をしています。そのため、標準的な構造のショックアブソーバよりも多量の作動油を注入することができ、200%以上のエネルギー吸収能力を発揮します。広範囲な重量効果値は、より幅広い使用状況をカバーすることができます。

ACE ローリングシール:

ACE ローリングシールにより、ショックアブソーバは完全に密閉され、2500万回の使用に耐えた実績もあります。また、0.7Mpaまでのエアシリンダーに直接、取り付けすることができます。

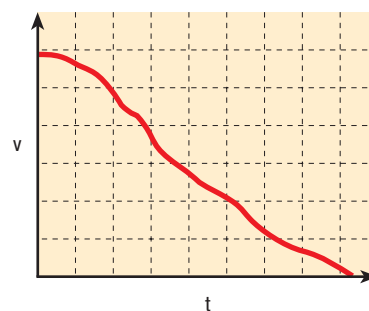
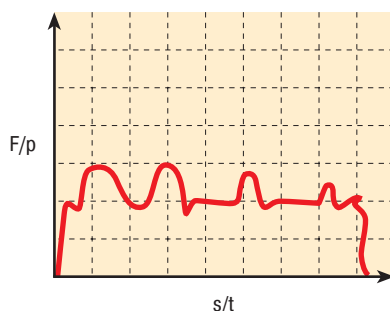
このローリングシールは **MC150M ~ MC600M, SC190M ~ SC650M** そして **MA150M** に組み込まれています。

一般的な機能



* 運動ワークがショックアブソーバに衝突すると、ピストンはシリンダー内のオイルを圧縮し、オリフィスを通じて外へ押し出します。オリフィスの数は衝突速度の一定の減速(減衰)と共に減少していきます。

F = 反力 (N)
 p = シリンダー内圧 (Mpa)
 s = ストローク (m)
 t = 減速時間 (s)
 v = 速度 (m/s)



ACE ショックアブソーバのリニア減速は緩衝機器より優れた減衰性能を発揮します。さらに、右記のたった5つの数値が判るだけで、90%もの使用状況に対して適したACE ショックアブソーバを簡単に選定できます。

使用される記号解

E_1	運動エネルギー	J
E_2	仕事エネルギー	J
E_3	1サイクルエネルギー ($E_1 + E_2$)	J
1E_4	時間当たりエネルギー ($E_3 \cdot c$)	J/hr
We	重量効果値	kg
m	衝突物質量	kg
n	ショックアブソーバの並列使用本数	
2v	衝突速度	m/s
2v_D	ショックアブソーバへの衝突速度	m/s
ω	衝突物回転速度	rad/s
F	ショックアブソーバに掛かる推進力	N
c	時間当たりの衝突回数	1/hr
P	モーター出力	kW

1. 衝突物質量 (重量)	m (kg)	
2. 衝突速度	v_D (m/s)	
3. ショックアブソーバに掛かる推進力	F (N)	
4. 時間当たりの衝突回数	c (/hr)	
5. ショックアブソーバの使用本数	n	
3ST	停動トルク定数 (通常2.5)	1 ~ 3
M	推進トルク	Nm
I	慣性モーメント	kgm ²
g	重力加速度 = 9.81	m/s ²
h	衝突物からショックアブソーバまでの距離	m
s	ショックアブソーバのストローク	m
L/R/r	ショックアブソーバ取付け位置半径	m
Q	反力	N
μ	摩擦係数	
t	減衰時間	s
a	減速度	m/s ²
α	偏角度	°
β	傾斜角度	°

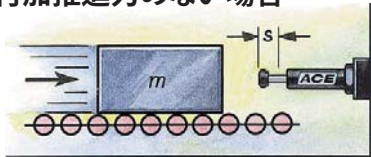
¹ カタログに掲載してある全ての E_4 の容量値は常温での使用においてのみ有効です。

² v または v_D は衝突物の最終的なショックアブソーバへの衝突速度になります。加速運動により、最終的な衝突速度は平均よりも1.5~2倍程度、速くなることがあります。運動エネルギー計算時に、考慮して下さい。

³ $ST \triangleq$ モーターの始動トルクと回転トルクの関係により求められる定数 (モーターによって異なります)

次に示す容量表からのショックアブソーバ選定例では (E_3) と (E_4)、(We)、ストロークの各値に基づいています。

1 付加推進力のない場合



選定公式

$$\begin{aligned} E_1 &= m \cdot v^2 \cdot 0.5 \\ E_2 &= 0 \\ E_3 &= E_1 + E_2 \\ E_4 &= E_3 \cdot c \\ v_D &= v \\ We &= m \end{aligned}$$

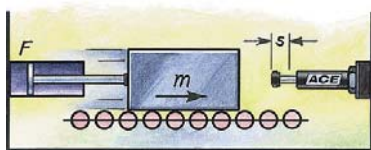
使用条件例

$$\begin{aligned} m &= 100 \text{ kg} \\ v &= 1.5 \text{ m/s} \\ c &= 500 \text{ /hr} \\ s &= 0.050 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_1 &= 100 \cdot 1.5^2 \cdot 0.5 &= 113 \text{ J} \\ E_2 &= 0 &= 0 \\ E_3 &= 113 + 0 &= 113 \text{ J} \\ E_4 &= 113 \cdot 500 &= 56500 \text{ J/hour} \\ We &= m &= 100 \text{ kg} \end{aligned}$$

仕様一覧表からの推奨型式：
MC3350M2 自力補正式

2 付加推進力を伴う場合



選定公式

$$\begin{aligned} E_1 &= m \cdot v^2 \cdot 0.5 \\ E_2 &= F \cdot s \\ E_3 &= E_1 + E_2 \\ E_4 &= E_3 \cdot c \\ v_D &= v \\ We &= \frac{2 \cdot E_3}{v_D^2} \\ E_2 &= (F - m \cdot g) \cdot s \\ E_2 &= (F + m \cdot g) \cdot s \end{aligned}$$

使用条件例

$$\begin{aligned} m &= 36 \text{ kg} \\ v &= 1.5 \text{ m/s} \\ F &= 400 \text{ N} \\ c &= 1000 \text{ /hr} \\ s &= 0.025 \text{ m} \end{aligned}$$

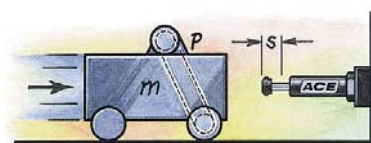
$$\begin{aligned} E_1 &= 36 \cdot 1.5^2 \cdot 0.5 &= 41 \text{ J} \\ E_2 &= 400 \cdot 0.025 &= 10 \text{ J} \\ E_3 &= 41 + 10 &= 51 \text{ J} \\ E_4 &= 51 \cdot 1000 &= 51000 \text{ J/hour} \\ We &= 2 \cdot 51 / 1.5^2 &= 45 \text{ kg} \end{aligned}$$

仕様一覧表からの推奨型式：
MC600M 自力補正式

1v は衝突物の最終的なショックアブソーバへの衝突速度になります。加速運動により、最終的な衝突速度は平均よりも1.5~2倍程度、速くなることがあります。運動エネルギー計算時に、考慮して下さい。

- 2.1 垂直方向押し上げの場合 \longrightarrow
- 2.2 垂直方向落下 (推力あり) の場合 \longrightarrow

3 モーター推進力を伴う場合



選定公式

$$\begin{aligned} E_1 &= m \cdot v^2 \cdot 0.5 \\ E_2 &= \frac{1000 \cdot P \cdot ST \cdot s}{v} \\ E_3 &= E_1 + E_2 \\ E_4 &= E_3 \cdot c \\ v_D &= v \\ We &= \frac{2 \cdot E_3}{v_D^2} \end{aligned}$$

使用条件例

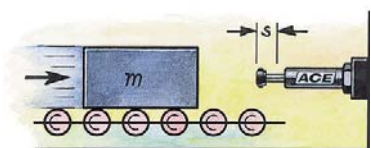
$$\begin{aligned} m &= 800 \text{ kg} \\ v &= 1.2 \text{ m/s} \\ ST &= 2.5 \\ P &= 4 \text{ kW} \\ c &= 100 \text{ /hr} \\ s &= 0.100 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_1 &= 800 \cdot 1.2^2 \cdot 0.5 &= 576 \text{ J} \\ E_2 &= 1000 \cdot 4 \cdot 2.5 \cdot 0.1 / 1.2 &= 834 \text{ J} \\ E_3 &= 576 + 834 &= 1410 \text{ J} \\ E_4 &= 1410 \cdot 100 &= 141000 \text{ J/hour} \\ We &= 2 \cdot 1410 / 1.2^2 &= 1958 \text{ kg} \end{aligned}$$

仕様一覧表からの推奨型式：
MC64100M2 自力補正式

注記： E_1 計算の際は、モーターやクラッチ、ギヤボックスの回転エネルギーを含めることを忘れないで下さい。

4 駆動ローラー上の場合



選定公式

$$\begin{aligned} E_1 &= m \cdot v^2 \cdot 0.5 \\ E_2 &= m \cdot \mu \cdot g \cdot s \\ E_3 &= E_1 + E_2 \\ E_4 &= E_3 \cdot c \\ v_D &= v \\ We &= \frac{2 \cdot E_3}{v_D^2} \end{aligned}$$

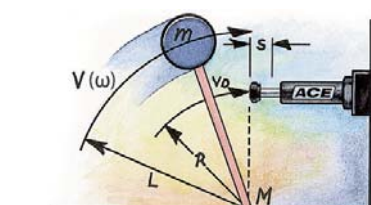
使用条件例

$$\begin{aligned} m &= 250 \text{ kg} \\ v &= 1.5 \text{ m/s} \\ c &= 180 \text{ /hr} \\ \mu &= 0.2 \\ s &= 0.050 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_1 &= 250 \cdot 1.5^2 \cdot 0.5 &= 281 \text{ J} \\ E_2 &= 250 \cdot 0.2 \cdot 9.81 \cdot 0.05 &= 25 \text{ J} \\ E_3 &= 281 + 25 &= 306 \text{ J} \\ E_4 &= 306 \cdot 180 &= 55080 \text{ J/hour} \\ We &= 2 \cdot 306 / 1.5^2 &= 272 \text{ kg} \end{aligned}$$

仕様一覧表からの推奨型式：
MC4550M2 自力補正式

5 付加推進力のある水平旋回



選定公式

$$\begin{aligned} E_1 &= m \cdot v^2 \cdot 0.5 = 0.5 \cdot I \cdot \omega^2 \\ E_2 &= \frac{M \cdot s}{R} \\ E_3 &= E_1 + E_2 \\ E_4 &= E_3 \cdot c \\ v_D &= \frac{v \cdot R}{L} = \omega \cdot R \\ We &= \frac{2 \cdot E_3}{v_D^2} \end{aligned}$$

使用条件例

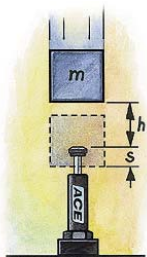
$$\begin{aligned} m &= 20 \text{ kg} \\ v &= 1 \text{ m/s} \\ M &= 50 \text{ Nm} \\ R &= 0.5 \text{ m} \\ L &= 0.8 \text{ m} \\ c &= 1500 \text{ /hr} \\ s &= 0.012 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_1 &= 20 \cdot 1^2 \cdot 0.5 &= 10 \text{ J} \\ E_2 &= 50 \cdot 0.012 / 0.5 &= 1.2 \text{ J} \\ E_3 &= 10 + 1.2 &= 11.2 \text{ J} \\ E_4 &= 11.2 \cdot 1500 &= 16800 \text{ J/hour} \\ v_D &= 1 \cdot 0.5 / 0.8 &= 0.63 \text{ m/s} \\ We &= 2 \cdot 11.2 / 0.63^2 &= 56 \text{ kg} \end{aligned}$$

仕様一覧表からの推奨型式：
MC150MH 自力補正式

仕様一覧表の最大許容偏角度を参考にし、ご使用状況の偏角度をチェックして下さい。(tan α = s/R)

6 自由落下



選定公式

$$E_1 = m \cdot g \cdot h$$

$$E_2 = m \cdot g \cdot s$$

$$E_3 = E_1 + E_2$$

$$E_4 = E_3 \cdot c$$

$$v_D = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

$$We = \frac{2 \cdot E_3}{v_D^2}$$

使用条件例

m = 30 kg
h = 0.5 m
c = 400 /hr
s = 0.050 m

$$E_1 = 30 \cdot 0.5 \cdot 9.81 = 147 \text{ J}$$

$$E_2 = 30 \cdot 9.81 \cdot 0.05 = 15 \text{ J}$$

$$E_3 = 147 + 15 = 162 \text{ J}$$

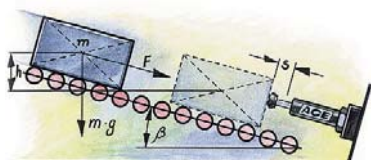
$$E_4 = 162 \cdot 400 = 64800 \text{ J/hour}$$

$$v_D = \sqrt{2 \cdot 9.81 \cdot 0.5} = 3.13 \text{ m/s}$$

$$We = \frac{2 \cdot 162}{3.13^2} = 33 \text{ kg}$$

仕様一覧表からの推奨型式：
MC3350M1 自力補正式

6.1 傾斜滑落



選定公式

$$E_1 = m \cdot g \cdot h = m \cdot v_D^2 \cdot 0.5$$

$$E_2 = m \cdot g \cdot \sin\beta \cdot s$$

$$E_3 = E_1 + E_2$$

$$E_4 = E_3 \cdot c$$

$$v_D = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

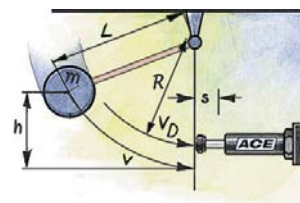
$$We = \frac{2 \cdot E_3}{v_D^2}$$

6.1a 傾斜押し上げ
6.1b 傾斜押し下げ

→ $E_2 = (F - m \cdot g \cdot \sin\beta) \cdot s$
→ $E_2 = (F + m \cdot g \cdot \sin\beta) \cdot s$

6.2 旋回軸のある自由落下

ショックアブソーバ中心に対する
偏心荷重

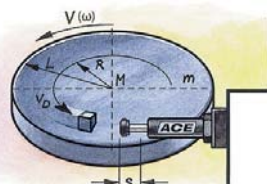


$$\tan \alpha = \frac{s}{R}$$

下記以外の計算は
選定例 6.1と同様
 $E_2 = 0$
 $E_1 = m \cdot g \cdot h$
 $v_D = \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \cdot \frac{R}{L}$

仕様一覧表の最大許容偏角度を参考にし、ご使用状況の偏角度をチェックして下さい。(tan α = s/R)

7 付加推進力のある水平回転テーブル



選定公式

$$E_1 = m \cdot v^2 \cdot 0.25 = 0.5 \cdot l \cdot \omega^2$$

$$E_2 = \frac{M \cdot s}{R}$$

$$E_3 = E_1 + E_2$$

$$E_4 = E_3 \cdot c$$

$$v_D = \frac{v \cdot R}{L} = \omega \cdot R$$

$$We = \frac{2 \cdot E_3}{v_D^2}$$

使用条件例

m = 1000 kg
v = 1.1 m/s
M = 1000 Nm
L = 1.25 m
R = 0.8 m
c = 100 /hr

$$E_1 = 1000 \cdot 1.1^2 \cdot 0.25 = 303 \text{ J}$$

$$E_2 = 300 \cdot 0.025 / 0.8 = 63 \text{ J}$$

$$E_3 = 28 + 9 = 366 \text{ J}$$

$$E_4 = 37 \cdot 1200 = 36600 \text{ J/hour}$$

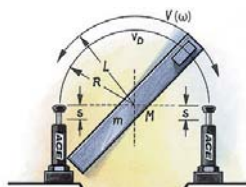
$$v_D = 1.1 \cdot 0.8 / 1.25 = 0.7 \text{ m/s}$$

$$We = 2 \cdot 366 / 0.7^2 = 1494 \text{ kg}$$

仕様一覧表からの推奨型式：
MC4550M3 自力補正式

仕様一覧表の最大許容偏角度を参考にし、ご使用状況の偏角度をチェックして下さい。(tan α = s/R)

8 付加推進力のある旋回アーム



選定公式

$$E_1 = m \cdot v^2 \cdot 0.17 = 0.5 \cdot l \cdot \omega^2$$

$$E_2 = \frac{M \cdot s}{R}$$

$$E_3 = E_1 + E_2$$

$$E_4 = E_3 \cdot c$$

$$v_D = \frac{v \cdot R}{L} = \omega \cdot R$$

$$We = \frac{2 \cdot E_3}{v_D^2}$$

使用条件例

l = 56 kgm²
ω = 1 rad/s
M = 300 Nm
s = 0.025 m
L = 1.5 m
R = 0.8 m
c = 1200 /hr

$$E_1 = 0.5 \cdot 56 \cdot 1^2 = 28 \text{ J}$$

$$E_2 = 300 \cdot 0.025 / 0.8 = 9 \text{ J}$$

$$E_3 = 28 + 9 = 37 \text{ J}$$

$$E_4 = 37 \cdot 1200 = 44400 \text{ J/hour}$$

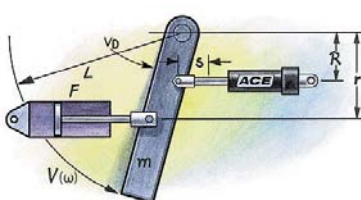
$$v_D = 1 \cdot 0.8 = 0.8 \text{ m/s}$$

$$We = 2 \cdot 37 / 0.8^2 = 116 \text{ kg}$$

仕様一覧表からの推奨型式：
MC600M 自力補正式

仕様一覧表の最大許容偏角度を参考にし、ご使用状況の偏角度をチェックして下さい。(tan α = s/R)

9 付加推進力のある旋回アーム



選定公式

$$E_1 = m \cdot v^2 \cdot 0.17 = 0.5 \cdot l \cdot \omega^2$$

$$E_2 = \frac{F \cdot r \cdot s}{R} = \frac{M \cdot s}{R}$$

$$E_3 = E_1 + E_2$$

$$E_4 = E_3 \cdot c$$

$$v_D = \frac{v \cdot R}{L} = \omega \cdot R$$

$$We = \frac{2 \cdot E_3}{v_D^2}$$

使用条件例

m = 1000 kg
v = 2 m/s
F = 7000 N
M = 4200 Nm
s = 0.050 m
r = 0.6 m
R = 0.8 m
L = 1.2 m
c = 900 /hr

$$E_1 = 1000 \cdot 2^2 \cdot 0.17 = 680 \text{ J}$$

$$E_2 = 7000 \cdot 0.6 \cdot 0.05 / 0.8 = 263 \text{ J}$$

$$E_3 = 680 + 263 = 943 \text{ J}$$

$$E_4 = 943 \cdot 900 = 848700 \text{ J/hour}$$

$$v_D = 2 \cdot 0.8 / 1.2 = 1.33 \text{ m/s}$$

$$We = 2 \cdot 943 / 1.33^2 = 1066 \text{ kg}$$

仕様一覧表からの推奨型式：
CA2x2-1 自力補正式

10 制御された速度で落下



選定公式

$$E_1 = m \cdot v^2 \cdot 0.5$$

$$E_2 = m \cdot g \cdot s$$

$$E_3 = E_1 + E_2$$

$$E_4 = E_3 \cdot c$$

$$v_D = v$$

$$We = \frac{2 \cdot E_3}{v_D^2}$$

使用条件例

m = 6000 kg
v = 1.5 m/s
s = 0.305 m
c = 60 /hr

$$E_1 = 6000 \cdot 1.5^2 \cdot 0.5 = 6750 \text{ J}$$

$$E_2 = 6000 \cdot 9.81 \cdot 0.305 = 17952 \text{ J}$$

$$E_3 = 6750 + 17952 = 24702 \text{ J}$$

$$E_4 = 24702 \cdot 60 = 1482120 \text{ J/hour}$$

$$We = 2 \cdot 24702 / 1.5^2 = 21957 \text{ kg}$$

仕様一覧表からの推奨型式：
CA3x12-2 自力補正式

反力 Q [N]

$$Q = \frac{1.5 \cdot W_3}{s}$$

停止時間 t [s]

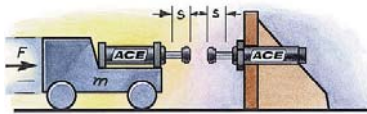
$$t = \frac{2.6 \cdot s}{v_D}$$

減速度 a [m/s²]

$$a = \frac{0.75 \cdot v_D^2}{s}$$

正しい調整を想定した近似値ですので、必要に応じて安全マージンを設定して下さい。
(正確な値は、実際の使用条件などで変わります。)

19 2本のショックアブソーバを衝突させる場合



選定公式

$$E_1 = m \cdot v^2 \cdot 0.25$$

$$E_2 = F \cdot s$$

$$E_3 = E_1 + E_2$$

$$E_4 = E_3 \cdot c$$

$$v_D = v \cdot 0.5$$

$$We = \frac{2 \cdot E_3}{v_D^2}$$

使用条件例

$$m = 5000 \text{ kg}$$

$$v = 2 \text{ m/s}$$

$$c = 10 \text{ /hr}$$

$$F = 3500 \text{ N}$$

$$s = 0.150 \text{ m}$$

$$E_1 = 5000 \cdot 2^2 \cdot 0.25 = 5000 \text{ J}$$

$$E_2 = 3500 \cdot 0.150 = 525 \text{ J}$$

$$E_3 = 5000 + 525 = 5525 \text{ J}$$

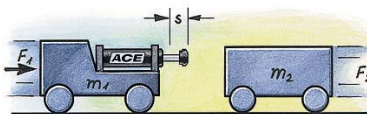
$$E_4 = 5525 \cdot 10 = 55250 \text{ J/hour}$$

$$v_D = 2 \cdot 0.5 = 1 \text{ m/s}$$

$$We = 2 \cdot 5525 / 1^2 = 11050 \text{ kg}$$

仕様一覧表からの推奨型式：
CA2x6-2 自力補正式

20 車両同士を衝突させる場合



選定公式

$$E_1 = \frac{m_1 \cdot m_2}{(m_1 + m_2)} \cdot (v_1 + v_2)^2 \cdot 0.5$$

$$E_2 = F \cdot s$$

$$E_3 = E_1 + E_2$$

$$E_4 = E_3 \cdot c$$

$$v_D = v_1 + v_2$$

$$We = \frac{2 \cdot E_3}{v_D^2}$$

使用条件例

$$m = 7000 \text{ kg}$$

$$v_1 = 1.2 \text{ m/s}$$

$$c = 20 \text{ /hr}$$

$$m_2 = 10000 \text{ kg}$$

$$v_2 = 0.5 \text{ m/s}$$

$$F = 5000 \text{ N}$$

$$s = 0.127 \text{ m}$$

$$E_1 = \frac{7000 \cdot 10000}{(7000 + 10000)} \cdot 1.7^2 \cdot 0.5 = 5950 \text{ J}$$

$$E_2 = 5000 \cdot 0.127 = 635 \text{ J}$$

$$E_3 = 5950 + 635 = 6585 \text{ J}$$

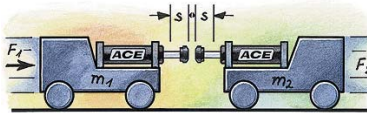
$$E_4 = 6585 \cdot 20 = 131700 \text{ J/hour}$$

$$v_D = 1.2 + 0.5 = 1.7 \text{ m/s}$$

$$We = 2 \cdot 6585 / 1.7^2 = 4557 \text{ kg}$$

仕様一覧表からの推奨型式：
CA3x5-1 自力補正式

21 2台の車両と2本のショックアブソーバを衝突させる場合



選定公式

$$E_1 = \frac{m_1 \cdot m_2}{(m_1 + m_2)} \cdot (v_1 + v_2)^2 \cdot 0.25$$

$$E_2 = F \cdot s$$

$$E_3 = E_1 + E_2$$

$$E_4 = E_3 \cdot c$$

$$v_D = \frac{v_1 + v_2}{2}$$

$$We = \frac{2 \cdot E_3}{v_D^2}$$

使用条件例

$$m = 7000 \text{ kg}$$

$$v_1 = 1.2 \text{ m/s}$$

$$c = 20 \text{ /hr}$$

$$m_2 = 10000 \text{ kg}$$

$$v_2 = 0.5 \text{ m/s}$$

$$F = 5000 \text{ N}$$

$$s = 0.102 \text{ m}$$

$$E_1 = \frac{7000 \cdot 10000}{(7000 + 10000)} \cdot 1.7^2 \cdot 0.25 = 2975 \text{ J}$$

$$E_2 = 5000 \cdot 0.102 = 510 \text{ J}$$

$$E_3 = 2975 + 510 = 3485 \text{ J}$$

$$E_4 = 3485 \cdot 20 = 69700 \text{ J/hour}$$

$$v_D = (1.2 + 0.5) / 2 = 0.85 \text{ m/s}$$

$$We = 2 \cdot 3485 / 0.85^2 = 9647 \text{ kg}$$

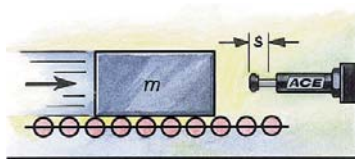
仕様一覧表からの推奨型式：
CA2x4-2 自力補正式

注記：複数のショックアブソーバを並列使用する場合は、E₃、E₄、Weの各値を使用本数で割って下さい。

重量効果値 (We)

A 付加推進力のない場合

公式
 $We = m$



使用条件例

$$m = 100 \text{ kg}$$

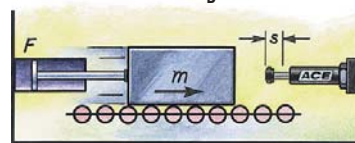
$$v_D = v = 2 \text{ m/s}$$

$$E_1 = E_3 = 200 \text{ J}$$

$$We = \frac{2 \cdot 200}{4} = 100 \text{ kg}$$

B 付加推進力のある場合

公式
 $We = \frac{2 \cdot E_3}{v_D^2}$



使用条件例

$$m = 100 \text{ kg}$$

$$F = 2000 \text{ N}$$

$$v_D = v = 2 \text{ m/s}$$

$$s = 0.1 \text{ m}$$

$$E_1 = 200 \text{ J}$$

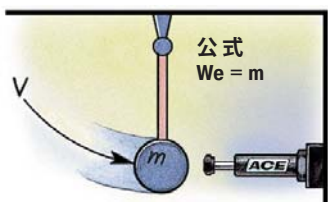
$$E_2 = 200 \text{ J}$$

$$E_3 = 400 \text{ J}$$

$$We = \frac{2 \cdot 400}{4} = 200 \text{ kg}$$

C ショックアブソーバに直接推進力が掛からない場合

公式
 $We = m$



使用条件例

$$m = 20 \text{ kg}$$

$$v_D = v = 2 \text{ m/s}$$

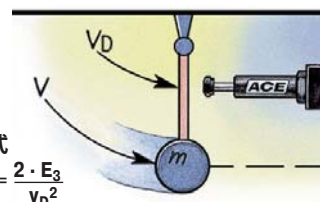
$$s = 0.1 \text{ m}$$

$$E_1 = E_3 = 40 \text{ J}$$

$$We = \frac{2 \cdot 40}{2^2} = 20 \text{ kg}$$

D メカニカルアドバンテージを伴う推進力のない場合

公式
 $We = \frac{2 \cdot E_3}{v_D^2}$



使用条件例

$$m = 20 \text{ kg}$$

$$v = 2 \text{ m/s}$$

$$v_D = 0.5 \text{ m/s}$$

$$s = 0.1 \text{ m}$$

$$E_1 = E_3 = 40 \text{ J}$$

$$We = \frac{2 \cdot 40}{0.5^2} = 320 \text{ kg}$$

重量効果値は、ワークの重量と等しい値の場合(上記AとC)または、ワークの重量に付加推進力やレバーでの引き上げ動作などを重量換算し、加えた想定重量(上記BとD)があります。

製品仕様		1サイクル エネルギー E ₃ J/Cycle	重量効果値		Page
型式	ストローク mm		自力補正式		
			We min. kg	We max. kg	
MC5M1-B	4	0.68	0.5	4.4	17
MC5M2-B	4	0.68	3.8	10.8	17
MC5M3-B	4	0.68	9.7	18.7	17
MC9M1-B	5	1	0.6	3.2	17
MC9M2-B	5	1	0.8	4.1	17
MC10ML-B	5	1.25	0.3	2.7	17
MC10MH-B	5	1.25	0.7	5	17
MC30M1	8	3.5	0.4	1.9	17
MC30M2	8	3.5	1.8	5.4	17
MC30M3	8	3.5	5	15	17
MC25M	6	2.8	1.8	5.4	17
MC25MH	6	2.8	4.6	13.6	17
MC25ML	6	2.8	0.7	2.2	17
MC75M1	10	9	0.3	1.1	17
MC75M2	10	9	0.9	4.8	17
MC75M3	10	9	2.7	36.2	17
MC75M4	10	9	25	72	17
MC150M	12	20	0.9	10	19
MC150MH	12	20	8.6	86	19
MC150MH2	12	20	70	200	19
MC150MH3	12	20	181	408	19
MC225M	12	41	2.3	25	19
MC225MH	12	41	23	230	19
MC225MH2	12	41	180	910	19
MC225MH3	12	41	816	1 814	19
MC600M	25	136	9	136	19
MC600MH	25	136	113	1 130	19
MC600MH2	25	136	400	2 300	19
MC600MH3	25	136	2 177	4 536	19
SC25M5	8	10	1	5	27
SC25M6	8	10	4	44	27
SC25M7	8	10	42	500	27
SC75M5	10	16	1	8	27
SC75M6	10	16	7	78	27
SC75M7	10	16	75	800	27
SC190M0	16	25	0.7	4	25
SC190M1	16	25	1.4	7	25
SC190M2	16	25	3.6	18	25
SC190M3	16	25	9	45	25
SC190M4	16	25	23	102	25
SC190M5	12	31	2	16	27
SC190M6	12	31	13	140	27
SC190M7	12	31	136	1 550	27
SC300M0	19	33	0.7	4	25
SC300M1	19	33	1.4	8	25
SC300M2	19	33	4.5	27	25
SC300M3	19	33	14	82	25
SC300M4	19	33	32	204	25
SC300M5	15	73	11	45	27
SC300M6	15	73	34	136	27
SC300M7	15	73	91	181	27
SC300M8	15	73	135	680	27
SC300M9	15	73	320	1 950	27
SC650M0	25	73	2.3	14	25
SC650M1	25	73	8	45	25
SC650M2	25	73	23	136	25
SC650M3	25	73	68	408	25
SC650M4	25	73	204	1 180	25
SC650M5	23	210	23	113	27
SC650M6	23	210	90	360	27
SC650M7	23	210	320	1 090	27
SC650M8	23	210	770	2 630	27
SC650M9	23	210	1 800	6 350	27
SC925M0	40	110	4.5	29	25
SC925M1	40	110	14	90	25
SC925M2	40	110	40	272	25
SC925M3	40	110	113	726	25
SC925M4	40	110	340	2 088	25
MC3325M0	25	155	3	11	42
MC3325M1	25	155	9	40	42
MC3325M2	25	155	30	120	42
MC3325M3	25	155	100	420	42
MC3325M4	25	155	350	1 420	42
MC3350M0	50	310	5	22	42
MC3350M1	50	310	18	70	42
MC3350M2	50	310	60	250	42
MC3350M3	50	310	210	840	42
MC3350M4	50	310	710	2 830	42

製品仕様		1サイクル エネルギー E ₃ J/Cycle	重量効果値		Page
型式	ストローク mm		自力補正式		
			We min. kg	We max. kg	
MC4525M0	25	340	7	27	44
MC4525M1	25	340	20	90	44
MC4525M2	25	340	80	310	44
MC4525M3	25	340	260	1 050	44
MC4525M4	25	340	890	3 540	44
MC4550M0	50	680	13	54	44
MC4550M1	50	680	45	180	44
MC4550M2	50	680	150	620	44
MC4550M3	50	680	520	2 090	44
MC4550M4	50	680	1 800	7 100	44
MC4575M0	75	1 020	20	80	44
MC4575M1	75	1 020	70	270	44
MC4575M2	75	1 020	230	930	44
MC4575M3	75	1 020	790	3 140	44
MC4575M4	75	1 020	2 650	10 600	44
MC6450M0	50	1 700	35	140	46
MC6450M1	50	1 700	140	540	46
MC6450M2	50	1 700	460	1 850	46
MC6450M3	50	1 700	1 600	6 300	46
MC6450M4	50	1 700	5 300	21 200	46
MC64100M0	100	3 400	70	280	46
MC64100M1	100	3 400	270	1 100	46
MC64100M2	100	3 400	930	3 700	46
MC64100M3	100	3 400	3 150	12 600	46
MC64100M4	100	3 400	10 600	42 500	46
MC64150M0	150	5 100	100	460	46
MC64150M1	150	5 100	410	1 640	46
MC64150M2	150	5 100	1 390	5 600	46
MC64150M3	150	5 100	4 700	18 800	46
MC64150M4	150	5 100	16 000	63 700	46
SC4525M5	25	340	3 400	6 800	53
SC4525M6	25	340	6 350	13 600	53
SC4525M7	25	340	12 700	22 679	53
SC4525M8	25	340	20 411	39 000	53
SC4550M5	50	680	6 800	12 246	53
SC4550M6	50	680	11 790	26 988	53
SC4550M7	50	680	25 854	44 225	53
CA2X2-1	50	3 600	700	2 200	59
CA2X2-2	50	3 600	1 800	5 400	59
CA2X2-3	50	3 600	4 500	13 600	59
CA2X2-4	50	3 600	11 300	3 400	59
CA2X4-1	102	7 200	1 400	4 400	59
CA2X4-2	102	7 200	3 600	11 000	59
CA2X4-3	102	7 200	9 100	27 200	59
CA2X4-4	102	7 200	22 600	6 800	59
CA2X6-1	152	10 800	2 200	6 500	59
CA2X6-2	152	10 800	5 400	16 300	59
CA2X6-3	152	10 800	13 600	40 800	59
CA2X6-4	152	10 800	34 000	102 000	59
CA2X8-1	203	14 500	2 900	8 700	59
CA2X8-2	203	14 500	7 200	21 700	59
CA2X8-3	203	14 500	18 100	54 400	59
CA2X8-4	203	14 500	45 300	136 000	59
CA2X10-1	254	18 000	3 600	11 000	59
CA2X10-2	254	18 000	9 100	27 200	59
CA2X10-3	254	18 000	22 600	68 000	59
CA2X10-4	254	18 000	56 600	170 000	59
CA3X5-1	127	14 125	2 900	8 700	60
CA3X5-2	127	14 125	7 250	21 700	60
CA3X5-3	127	14 125	18 100	54 350	60
CA3X5-4	127	14 125	45 300	135 900	60
CA3X8-1	203	22 600	4 650	13 900	60
CA3X8-2	203	22 600	11 600	34 800	60
CA3X8-3	203	22 600	29 000	87 000	60
CA3X8-4	203	22 600	72 500	217 000	60
CA3X12-1	305	33 900	6 950	20 900	60
CA3X12-2	305	33 900	17 400	52 200	60
CA3X12-3	305	33 900	43 500	130 450	60
CA3X12-4	305	33 900	108 700	326 000	60
CA4X6-3	152	47 500	3 500	8 600	61
CA4X6-5	152	47 500	8 600	18 600	61
CA4X6-7	152	47 500	18 600	42 700	61
CA4X8-3	203	63 300	5 000	11 400	61
CA4X8-5	203	63 300	11 400	25 000	61
CA4X8-7	203	63 300	25 000	57 000	61
CA4X16-3	406	126 500	10 000	23 000	61
CA4X16-5	406	126 500	23 000	50 000	61
CA4X16-7	406	126 500	50 000	115 000	61

製品仕様						
型式	ストローク mm	1サイクルエネルギー	時間当りエネルギー	重量効果値		Page
		E ₃ J/Cycle	E ₄ J/hour スプリングリターン	We min. kg	We max. kg	
MA30M	8	3.5	5 650	0.23	15	31
MA50M	7	5.5	13 550	4.5	20	31
MA35M	10	4	6 000	6	57	31
MA150M	12	22	35 000	1	109	31
MA225M	19	25	45 000	2.3	226	31
MA600M	25	68	68 000	9	1 360	31
MA900M	40	100	90 000	14	2 040	31
MA3325M	25	170	75 000	9	1 700	42
ML3325M	25	170	75 000	300	50 000	42
MA3350M	50	340	85 000	13	2 500	42
ML3350M	50	340	85 000	500	80 000	42
MA4525M	25	390	107 000	40	10 000	44
ML4525M	25	390	107 000	3 000	110 000	44
MA4550M	50	780	112 000	70	14 500	44
ML4550M	50	780	112 000	5 000	180 000	44
MA4575M	75	1 170	146 000	70	15 000	44
ML6425M	25	1 020	124 000	7 000	300 000	46
MA6450M	50	2 040	146 000	220	50 000	46
ML6450M	50	2 040	146 000	11 000	500 000	46
MA64100M	100	4 080	192 000	270	52 000	46
MA64150M	150	6 120	248 000	330	80 000	46
A1½X2	50	2 350	362 000	195	32 000	58
A1½X3½	89	4 150	633 000	218	36 000	58
A1½X5	127	5 900	904 000	227	41 000	58
A1½X6½	165	7 700	1 180 000	308	45 000	58
A2X2	50	3 600	1 100 000	250	77 000	59
A2X4	102	9 000	1 350 000	250	82 000	59
A2X6	152	13 500	1 600 000	260	86 000	59
A2X8	203	19 200	1 900 000	260	90 000	59
A2X10	254	23 700	2 200 000	320	113 000	59
A3X5	127	15 800	2 260 000	480	154 000	60
A3X8	203	28 200	3 600 000	540	181 500	60
A3X12	305	44 000	5 400 000	610	204 000	60