オイル式ショックアブソーバ

ー概要ー

■オイル式ショックアブソーバとは

主にオイルを利用した緩衝器です。他の緩衝材(ゴム、スプリング、エアー等)と比較して小型で、大きな衝突エネルギーをはね返ることなくソフトに繰り返し吸収することができます。オイル式ショックアブソーバの内部構造及び基本原理は次のとおりです。

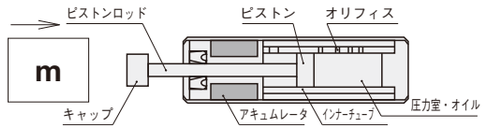
ピストンロッドに物体が衝突すると、ピストンにて圧力室のオイルを圧縮します。インナーチューブとピストンの隙間は僅かなために圧縮されたオイルはオリフィスから噴出します。この時の動圧抵抗により衝撃エネルギーを熱エネルギーに変換します。

ピストンロッドがショックアブソーバ本体に沈み込みますのでピストンロッドの体積膨張分だけのオイルはアキュムレータが収縮します。

以上の動作により理想的な衝撃吸収を行います。

このオリフィスの数や大きさを変更することにより様々な吸収特性を得ることができます。(P.410の吸収特性構造による分類を参照)

ショックアブソーバの選定時に衝突速度を間違えますと理想的な衝撃吸収にならずに衝突時に異常な反力が発生したり、衝撃エネルギーを吸収できないことになりますので注意してください。



■選定手順

① 慣性エネルギー (E₁)の算出

選定計算例に従って、衝突物質量(m)・衝突速度(V)・慣性モーメント(I)・衝突角速度(ω)をもとに計算します。

② 付加エネルギー (E₂')の算出

推進力(F)の有無を確認し、選定計算例に従って付加エネルギーを算出します。

③ アブソーバのストロークの仮決定

図1より、仮ストローク(S')を求めます。

④ 総エネルギーの算出

慣性エネルギー (E₁)＋付加エネルギー (E₂')より、総エネルギーを算出します。

⑤ エネルギー比から吸収特性構造を選択

図2より、オリフィス形式を仮選定します。

⑥ 毎分最大吸収エネルギーのチェック

使用サイクル (回/min) と総エネルギーから1分間当りのエネルギー(E_T)を求め、使用可能範囲内であることを確認します。

⑦ 等価質量のチェック

選定計算例に従って等価質量を計算し、カタログの最大等価質量(me')値以下かどうかを確認します。

図1 慣性エネルギーE_1により仮ストロークS'を求める
(調整式・固定式)

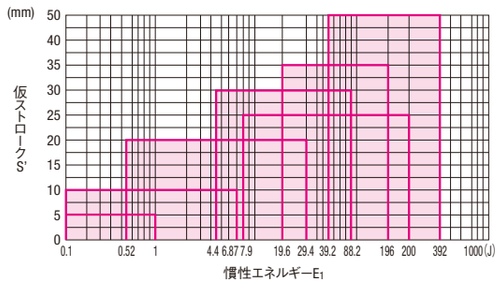
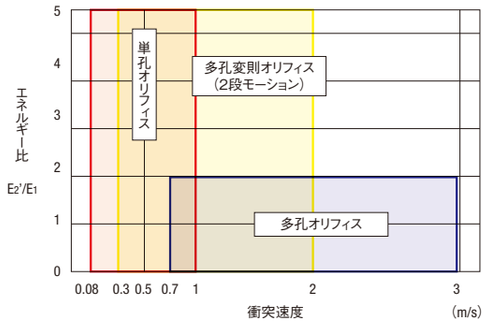


図2 エネルギー比(付加エネルギーE_2'/慣性エネルギーE_1)より
オリフィス形式を選定する



単孔・多孔変則・多孔オリフィスタイプについては調整タイプ・固定タイプの値です。

＊単孔オリフィスと多孔オリフィスが選択できる場合は、多孔変則オリフィスを選択します。

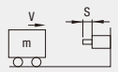
＊多孔変則オリフィスと多孔オリフィスが選択できる場合は、多孔オリフィスを選択します。

＊速度Sタイプの衝突速度は0.08～0.5m/sです。

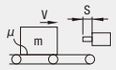
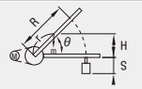
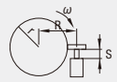
■使用上の注意

- ショックアブソーバは内部にオイルを使用しており、シール等で外部への漏れを防止しておりますが、完全にシールを保証するものではありません。よって、オイルを嫌う環境では使用できません。
- 油漏れやピストンロッドの復帰状態を確認してください。多量の油漏れやピストンロッドの復帰状態が悪い場合は何らかの異常が起きている可能性がありますので交換してください。異常品をご使用になると、取付けている機器を破損させる原因となります。
- 使用回数に伴い、内部オイルの減少、部品の摩耗によって、エネルギー吸収能力が低下いたします。これを考慮して、最大吸収エネルギーに対して20～40%以上余裕のあるサイズ選定を推奨いたします。
- ショックアブソーバは負荷による性能・機能の低下があります。日常点検を実施し、必要な機能を満たしていることを確認し、事故の発生を防いでください。

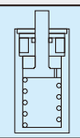
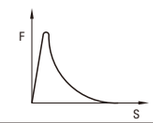
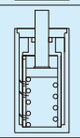
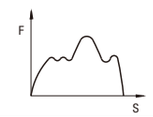
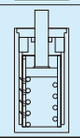
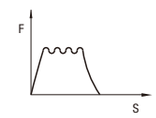
選定計算例

	選定例：純慣性衝突(推力のない水平衝突)	選定例：エアシリンダ推力のある水平衝突	選定例：シリンダ下降時のソフト停止
使用例および衝突条件	 <衝突条件> m=25kg V=0.6m/s F=0N N=30回/min	<衝突条件> m=30kg V=0.6m/s N=20回/min エアシリンダ 内径φ40 使用圧力0.5MPa	<衝突条件> m=15kg V=0.2m/s N=10回/min エアシリンダ 内径φ25 使用圧力0.5MPa
衝突速度 V〔m/s〕	V=0.6m/s	V=0.6m/s	V=0.2m/s ＊衝突速度Vは実測値または平均速度の1.5～2倍
吸収エネルギー 慣性エネルギー E_1〔J〕	$E_1=\frac{m\times V^2}{2}=\frac{25\times0.6^2}{2}=4.5J$	$E_1=\frac{m\times V^2}{2}=\frac{30\times0.6^2}{2}=5.4J$	$E_1=\frac{m\times V^2}{2}=\frac{15\times0.2^2}{2}=0.3J$
仮ストロークS'〔mm〕	図1よりS'=20mm(調整式を選択)	図1よりS'=15mm(調整式を選択)	図1よりS'=10mm(調整式を選択)
付加エネルギー E_2'〔J〕	$E_2'=0J$	シリンダ推力は、F=628.4N $E_2'=F\times S'=628.4\times0.015=9.4J$	シリンダー推力は、F=245.4N $E_2'=(F+mg)\times S'=(245.4+15\times9.8)\times0.01=3.92J$
総エネルギーE'〔J〕	$E'=E_1+E_2'=4.5+0=4.5J$	$E'=E_1+E_2'=5.4+9.4=14.8J$	$E'=E_1+E_2'=0.3+3.92=4.22J$
等価質量 me'〔kg〕	$me'=\frac{2\times E'}{V^2}=\frac{2\times4.5}{0.6^2}=25kg$	$me'=\frac{2\times E'}{V^2}=\frac{2\times14.8}{0.6^2}=82.2kg$	$me'=\frac{2\times E'}{V^2}=\frac{2\times4.22}{0.2^2}=211kg$
仮選定	調整式を選択 衝突速度より L を選択 E'およびme'よりMAC1612を選択 (ストローク S=12mm)	調整式を選択 衝突速度より中速用Mを選択 E'およびme'よりMAC2016Mを選択 (ストローク S=16mm)	調整式を選択 図2より超低速用Sタイプを選択 E'およびme'よりMAC1612Sを選択 (ストローク S=12mm)
再計算	$E_2=0J$ $E=E_1+E_2=4.5J$ $me=\frac{2\times E}{V^2}=25kg$	$E_2=F\times S=10.1J$ $E=E_1+E_2=15.5J$ $me=\frac{2\times E}{V^2}=86.1kg$	$E_2=(F+mg)\times S=4.71J$ $E=E_1+E_2=0.3+4.71=5.01J$ $me=\frac{2\times E}{V^2}=250kg$
1分間あたりのエネルギーE_T	$E_T=E\times N=4.5\times30=135J/min$	$E_T=E\times N=15.5J\times20=310J/min$	$E_T=E\times N=5.01\times10=50.1J/min$
確認	E、me、N、E_TともにOK MAC1612Lに決定	E、me、N、E_TともにOK MAC2016Mに決定	E、me、N、E_TともにOK MAC1612Sに決定

＊純慣性衝突の場合は衝突速度のみでオリフィス形式を選定します。

	選定例：ベルトコンベア推力のある水平衝突	選定例：同期モータのある衝突	選定例：トルクが加わる水平回転衝突
使用例および衝突条件	 <衝突条件> m=5kg V=0.5m/s N=20回/min 動摩擦係数μ=0.4	 <衝突条件> m=1kg R=0.4m r=0.3m θ=20° N=10回/min $I=\frac{4}{3}mr^2$ $3mr^2=0.12kg\cdot m^2$ ω=5.6rad/s F=59.3N モータ出力P=20w、極数M=36 電源周波数f=50Hz 減速比K=20	 <衝突条件> $I=125.5kg\cdot m^2$ ω=1.8rad/s R=1.25m N=6回/min T=68.6N・m
衝突速度 V〔m/s〕	V=0.5m/s	$V=R\omega=0.4\times5.6=2.24m/s$	$V=R\omega=1.25\times1.8=2.25m/s$
吸収エネルギー 慣性エネルギー E_1〔J〕	$E_1=\frac{m\times V^2}{2}=\frac{5\times0.5^2}{2}=0.625J$	$E_1=\frac{I\omega^2}{2}=\frac{0.12\times5.6^2}{2}=1.88J$	$E_1=\frac{I\omega^2}{2}=\frac{125.5\times1.8^2}{2}=203.31J$
仮ストロークS'〔mm〕	図1よりS'=5mm(固定式を選択)	図1よりS'=10mm(調整式を選択)	図1よりS'=50mm(調整式を選択)
付加エネルギー E_2'〔J〕	$F=\mu mg=0.4\times5\times9.8=19.6N$ $E_2'=F\cdot S'=19.6\times0.005=0.098J$	$E_2'=(F+mg)\times S'=(59.3+1\times9.8)\times0.01=0.69J$	$E_2'=\frac{T}{R}\cdot S'=\frac{68.6}{1.25}\times0.05=2.74J$
総エネルギーE'〔J〕	$E'=E_1+E_2'=0.625+0.098=0.723J$	$E'=E_1+E_2'=1.88+0.69=2.57J$	$E'=E_1+E_2'=203.31+2.74=206.05J$
等価質量 me'〔kg〕	$me'=\frac{2\times E'}{V^2}=\frac{2\times0.723}{0.5^2}=5.8kg$	$me'=\frac{2\times E'}{V^2}=\frac{2\times2.57}{2.24^2}=1.0kg$	$me'=\frac{2\times E'}{V^2}=\frac{2\times206.05}{2.25^2}=81.4kg$
仮選定	固定式を選択 Vより単孔オリフィスを選択 E'およびme'よりMAKC1005Bを選択 (ストローク S=5mm)	調整式を選択 図2より多孔オリフィス形式を選択 E'およびme'よりMAC1210Hを選択 (ストローク S=10mm)	調整式を選択 図2より速度Hタイプを選択 E'およびme'よりMAC3650Hを選択 (ストローク S=50mm)
再計算	$E_2=E_2'=0.098J$ $E=E_1+E_2=0.723J$ $me=\frac{2\times E}{V^2}=5.8kg$	$E_2=0.69J$ $E=E_1+E_2=2.57J$ $me=1.0kg$	$E_2=\frac{T}{R}\cdot S=2.74J$ $E=E_1+E_2=206.05J$ $me=\frac{2\times E}{V^2}=81.4kg$
1分間あたりのエネルギーE_T	$E_T=E\times N=0.723\times20=14.46J/min$	$E_T=E\times N=2.57\times10=25.7J/min$	$E_T=E\times N=206.05\times6=1236.3J/min$
確認	E、me、N、E_TともにOK MAKC1005Bを選定	E、me、N、E_TともにOK MAC1210Hに選定	E、me、N、E_TともにOK MAC3650Hを選定

■ショックアブソーバ(P.411～416)吸収特性構造による分類

構造	調整タイプ＊	固定タイプ		
単孔オリフィス構造	Sタイプ Aタイプ Bタイプ Lタイプ		単孔オリフィス構造には、ピストンとシリンダチューブのすき間を利用したダッシュポット構造、ピストンにオリフィスを設けた単一チューブ構造、二重チューブタイプの単孔オリフィス構造があり、どれも同様の抗力特性を示します。 オイルが充填されたシリンダチューブの中をピストンが摺動し、このピストンに単孔オリフィスが設けられた構造となっています。全ストロークにわたりオリフィス面積が一定なので、吸収特性は右図のように衝突直後の抗力が大きくなり、ストロークが進み速度が小さくなるに従って抗力も小さくなります。	
多孔変則オリフィス構造	中速用 Mタイプ		アウターチューブとインナーチューブの二重構造となっておりインナーチューブ内壁をピストンが摺動します。このインナーチューブには、複数のオリフィスがストローク方向にそって設けられ、一定減衰力でなく、目的に応じたエネルギー吸収を行うことができます。ストローク前半で運動エネルギーの吸収を行ない、後半で速度コントロールを行なうことができるように設計されています。このため、エアシリンダ推力に対して理想的にエネルギー吸収をします。	
多孔オリフィス構造	高速用 Hタイプ		アウターチューブとインナーチューブの二重構造となっており、インナーチューブ内壁をピストンが摺動します。このインナーチューブには複数のオリフィスがストローク方向にそって設けられています。ストロークが進み速度が小さくなるに従ってオリフィス面積が段階的に小さくなるので、抗力はさざ波状に変動しますが最大抗力は低く抑えることができます。	

＊ 調整タイプNo.0806Mは単孔オリフィス構造、No.3625Lタイプは多孔オリフィス構造となります。