

防振ゴムについて

防振ゴムの材質

ゴムの種類は種々ありますが、一般には天然ゴムおよびクロロプレンゴムを標準とします。
ゴム種別については、次のような特徴があります。

種別		特徴
天然ゴム	NR	耐久性、耐低温性、良好な反発弾性
クロロプレンゴム	CR	耐候性、耐オゾン性、若干の耐油性・耐熱性
ニトリルゴム	NBR	耐油性、耐ガソリン性、耐熱性
ブチルゴム	IIR	大きな減衰性能、耐候性、電気絶縁性、耐水性
エチレンプロピレンゴム	EPDM	耐候性、耐オゾン性、耐薬品性、耐熱性

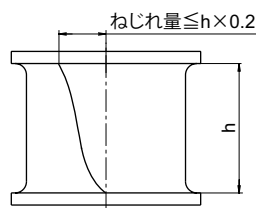
バネ定数の換算

防振ゴムのゴム材料の品質は、JIS K-6386 に適合するものです。
バネ定数および許容荷重の換算係数は $H_s=60$ を基準とすると、次のようになります。

ゴム硬さ (JIS)	35	40	45	50	55	60	65	70
換算係数	0.42	0.50	0.60	0.71	0.86	1.00	1.21	1.43

使用上の注意

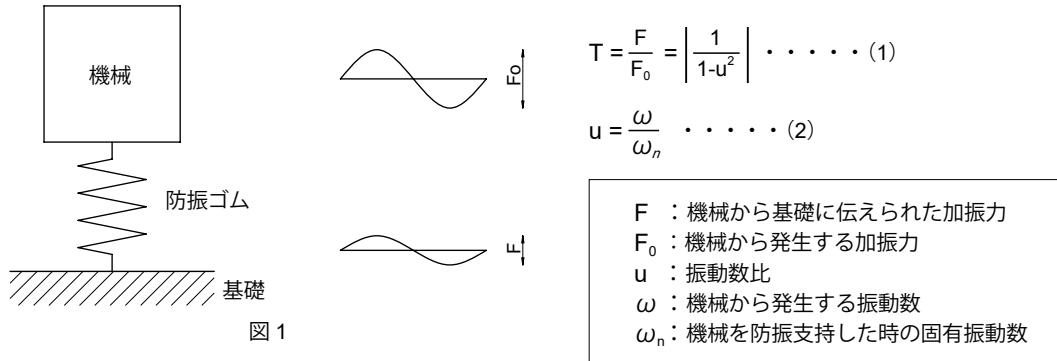
- 防振ゴムは金具の一部で荷重を受けた場合、金具の変形、傾きの発生の恐れがあります。
防振ゴムは上下金具全面に荷重がかかるよう設置して下さい。
- 機器に偏荷重がある場合は、均等荷重となるよう防振ゴムを配置して下さい。
- 天然ゴム材質の使用雰囲気温度は $-30^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$ でご使用下さい。
- 防振ゴムの近くで溶接工事等を行う場合は、防振ゴムに熱がかからないよう特に注意して下さい。
- 防振ゴムは引張方向では使用できません。引張荷重がかからないようにして下さい。
- 防振ゴムに油類及び薬品がかからないようにし、もしかかった場合は拭き取って下さい。
- 防振ゴムは直射日光、潮風、水、海水、塩分等に曝されないようにして下さい。
- 防振ゴムをネジで締結する際、ゴム部がねじれる恐れがあります。
ねじれが生じるとゴムの寿命が低下しますので、締結の際ゴム本体を保持してねじれないようにして下さい。
ねじれ量はゴム高さの 20% 以下に抑えるようにして下さい。(下図参照)



- 防振ゴムを長期間保管しておくとゴムの表面に白い物などが出てくることがあります。これはブルームと呼ばれています。
ブルーム現象は、ゴム中の配合材料がゴム表面に出てくるものであり、これによりゴムの耐オゾン性を向上させます。
ブルームは拭き取らないで下さい。
- 防振ゴムは長期間保存していると特性が変化します。
ゴムの劣化を防ぐためには、適切な保管方法をとる必要があります。
防振ゴムが初期の性能を維持するため、下記の項目に注意して下さい。
 - 保管場所：防振ゴムは直射日光や高温の雰囲気では劣化します。冷暗所に保管して下さい。
 - 保存期間：納入から 5 年を目安として下さい。5 年以上経ったものは、下記項目を確認の上で御使用下さい。
 - 外観をチェック
 - ゴム弾性があることを確認
- 定期的な点検を必ず実施し、異常の有無を確認して下さい。
※使用開始高さより 20% 低くなったらメンテナンスの検討をおすすめします。
(異常とは、ゴムと金具のはがれ、ゴムの割れ、金具の腐蝕や割れ等をさします。)

①防振ゴムの原理と振動伝達率バネ定数の換算

振動を発生する機械を防振支持する場合、あるいは外部からの振動を精密機器などに影響を及ぼさないように防振支持する場合に防振ゴムが使われます。図1のように機械を防振支持した場合、基礎に伝えられる力をF、防振支持しない場合の力をF₀とすると、振動伝達率Tは次式で表されます。



式(1)をグラフ化したものが下图の振動伝達率曲線です。

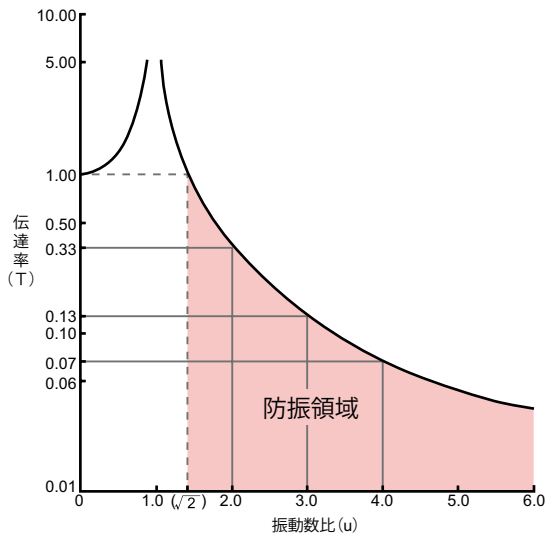


図2より、振動伝達率T=1(100%)の時、防振効果は0%であり、振動数比uは $\sqrt{2} \div 1.414$ です。

防振効果を得るにはT<1にすればよく、従って $u > \sqrt{2}$ にすればよいことになります。

一般には、 $u = 2 \sim 4$ とすれば防振の目的を達成できます。

②振動数比と防振効果

振動伝達率は機械の振動数と固有振動数の比によって決まります。

振動数比	振動伝達率	防振状態
$u=0$	$T=1$	防振効果なし
$u=1$	$T=\infty$	共振
$u=\sqrt{2}$	$T=1$	防振効果なし
$u>\sqrt{2}$	$T<1$	防振効果あり

防振ゴムについて

③防振支持した時の固有振動数の求め方

固有振動数は機械の質量と防振ゴムのバネ定数により次式で求められます。

$$\omega_n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k_d \times 1000}{m}} \quad \dots \dots \dots (3)$$

ω_n : 機械を防振支持した時の固有振動数
 k_d : 動的バネ定数 ($k_d = k_s \times \alpha$)
 k_s : 静的バネ定数
 α : 静動比
 m : 支持点における荷重

実際の振動状態での防振ゴムのバネ定数は動的バネ定数となり、カタログに示しているバネ定数(静的バネ定数)より値が高くなります。(厳密にはゴム材質、硬度、振幅、周波数、温度によって変化するため静動比 α は参考値となります。)

ゴム材料硬度	静動比 α
天然ゴム 60°	1.4
天然ゴム 45°	1.2

式(3)をグラフ化したものが図3です。

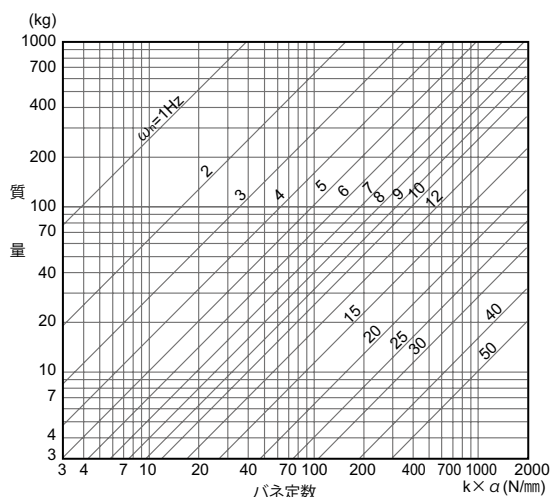


図 3

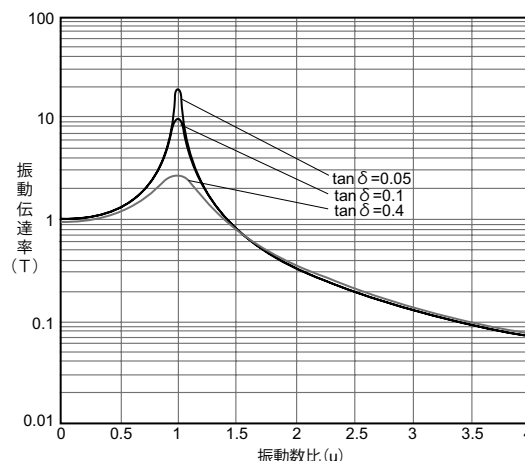


図 4

特に上下方向の固有振動数は機械の自重による防振ゴムのたわみに関係があり、

$$\omega_n \div 4.98 / \sqrt{\delta} \text{ (Hz)} \quad \dots \dots \dots (4)$$

$$\{ \div 299 / \sqrt{\delta} \text{ (cpm)} \}$$

δ : 防振ゴムのたわみ (cm)

で表されます。

振動数比が $\sqrt{2}$ 以下の場合は逆に振動は大きくなり、特に $u=1$ の時は共振状態となり $T=\infty$ となりますが、防振ゴムには金属バネと違い減衰効果があり、共振倍率を低く抑えることができます。共振倍率の大きさは防振ゴムの減衰の大きさに反比例し、減衰が大きいほど共振倍率は小さくすることができます。しかし一方で、減衰の大きさは静動比の大きさ、ゴムの耐久性にも影響しますので、大きければ良いというわけにもいきません。減衰の大きさは、ゴムの材料の損失係数 $\tan \delta$ (ロスファクター)で表され、その時の減衰を考慮した振動伝達率は式(1)に対して式(5)で表されます。式(5)をグラフ化したものが図4です。

$$T = \frac{F}{F_0} = \frac{\sqrt{1 + (\tan \delta)^2}}{\sqrt{(1-u^2)^2 + (\tan \delta)^2}} \quad \dots \dots \dots (5)$$

$\tan \delta$: ゴム材料の損失係数

ゴム材料硬度	損失係数 $\tan \delta$
天然ゴム 60°	約 0.1
天然ゴム 45°	約 0.05

選定手順

通常の防振ゴムの選定は次の手順で行います。

防振ゴム配置の決定

各支持点の静荷重ができるだけ同じになるように支持点位置を決めます。

↓

固有振動数およびバネ定数の決定

「防振ゴムの原理」に基づき求めます。

↓

防振ゴムの選定

防振ゴムのバネ定数、許容荷重、取付方法等からカタログより適当な防振ゴムを選定します。

設計諸元

■選定例

設置機器総重量 $m=1710$ (kg)

機械から発生する振動数 $\omega = 19.5$ (Hz)

支持点数 $n=6$

各支持点における荷重の算出

各支持点における荷重 W (N) = $m \times$ 重力加速度 $g \div n$

目標伝達率の有無

なし

固有振動数の決定

振動伝達率 $T=30\%$ 以下を目標とすると

式(1)より振動数比は

$$u_o = \sqrt{1 + \frac{100}{T}} = \sqrt{1 + \frac{100}{30}} = 2.08$$

式(2)より固有振動数は

$$\omega_{no} = \frac{\omega}{u_o} = \frac{19.5}{2.08} = 9.38 \text{ (Hz)}$$

バネ定数の算出

式(3)より必要バネ定数は

$$k_{do} = (2\pi \times \omega_{no})^2 \times \frac{m}{1000} \times \frac{1}{n} = (2\pi \times 9.38)^2 \times \frac{1710}{1000} \times \frac{1}{6} = 989 \text{ (N/mm)}$$

防振ゴムの選定

次の条件に合う防振ゴムを選定

1. バネ定数 $k_{do}=989$ (N/mm) 以下 $\rightarrow k_{so} = \frac{k_{do}}{\alpha} = \frac{989}{1.4} = 706$ (N/mm) 以下

2. 荷重 $W = 1710 \times \frac{9.8}{6} = 2793$ (N) に耐えるもの

3. 取付方法、用途、強制外力の方向等を考慮

$\Rightarrow$ 選定：PG-12 KB-80-55h

振動伝達率のチェック

カタログより (PG-12 KB-80-55h)

バネ定数 $k_s=660$ N/mm {670kgf/cm} $\rightarrow k_d=k_s \times \alpha = 924$ (N/mm)

支持荷重最大値 $W_{m1}=2900$ N {300kgf}

(許容荷重 $W_{m2}=5900$ N {600kgf})

固有振動数 式(3)

$$\omega_n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k_d \times n \times 1000}{m}} = 9.06 \text{ (Hz)}$$

振動数比 式(2)

$$u = \frac{\omega}{\omega_n} = \frac{19.5}{9.06} = 2.15$$

振動伝達率 式(1)

$$T = \left| \frac{1}{1-u^2} \right| = 0.28 = 28\%$$

(バネ定数に動的バネ定数を用いる場合は、前ページの静動比を参考にして下さい。)

選定終了

防振ゴムの選定

次の条件に合う防振ゴムを仮選定します。

1. 荷重 $W = 1710 \times \frac{9.8}{6} = 2793$ (N) に耐えるもの

2. 加振周波数 19.5 (Hz) を防振できそうな適当なバネ定数

3. 取付方法、用途、強制外力の方向等を考慮

$\Rightarrow$ 選定：PG-12 KB-80-55h

固有振動数の算出

カタログより (PG-12 KB-80-55h)

バネ定数 $k_s=660$ N/mm {670kgf/cm}

$\rightarrow k_d=k_s \times \alpha = 924$ (N/mm)

支持荷重最大値 $W_{m1}=2900$ N {300kgf}

(許容荷重 $W_{m2}=5900$ N {600kgf})

固有振動数 式(3)

$$\omega_n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k_d \times n \times 1000}{m}} = 9.06 \text{ (Hz)}$$

振動伝達率の計算

振動数比 式(2)

$$u = \frac{\omega}{\omega_n} = \frac{19.5}{9.06} = 2.15$$

振動伝達率 式(1)

$$T = \left| \frac{1}{1-u^2} \right| = 0.28 = 28\%$$

防振効果のチェック

OK

振動伝達率 28% で防振効果が良好なことをチェック
防振効果が足りない場合や共振状態の時は再選定

選定終了

支持点荷重の大きさによる防振ゴムの選定について

支持点荷重の大きさによる防振ゴムの選定は、防振ゴムの耐久性能を考慮しながら行う必要があります。

加振力・振幅が小さい機械、支持点による偏荷重が小さい機械は、許容荷重内での使用が可能です。ただし、静荷重と動荷重の合計が許容荷重に収まるよう選定する必要があります。

逆に加振力・振幅が大きい機械、外力が大きい機械は、動荷重を考慮する必要があり、動荷重が正確につかめない場合は静荷重をカタログ表示の支持荷重内で選定して下さい。