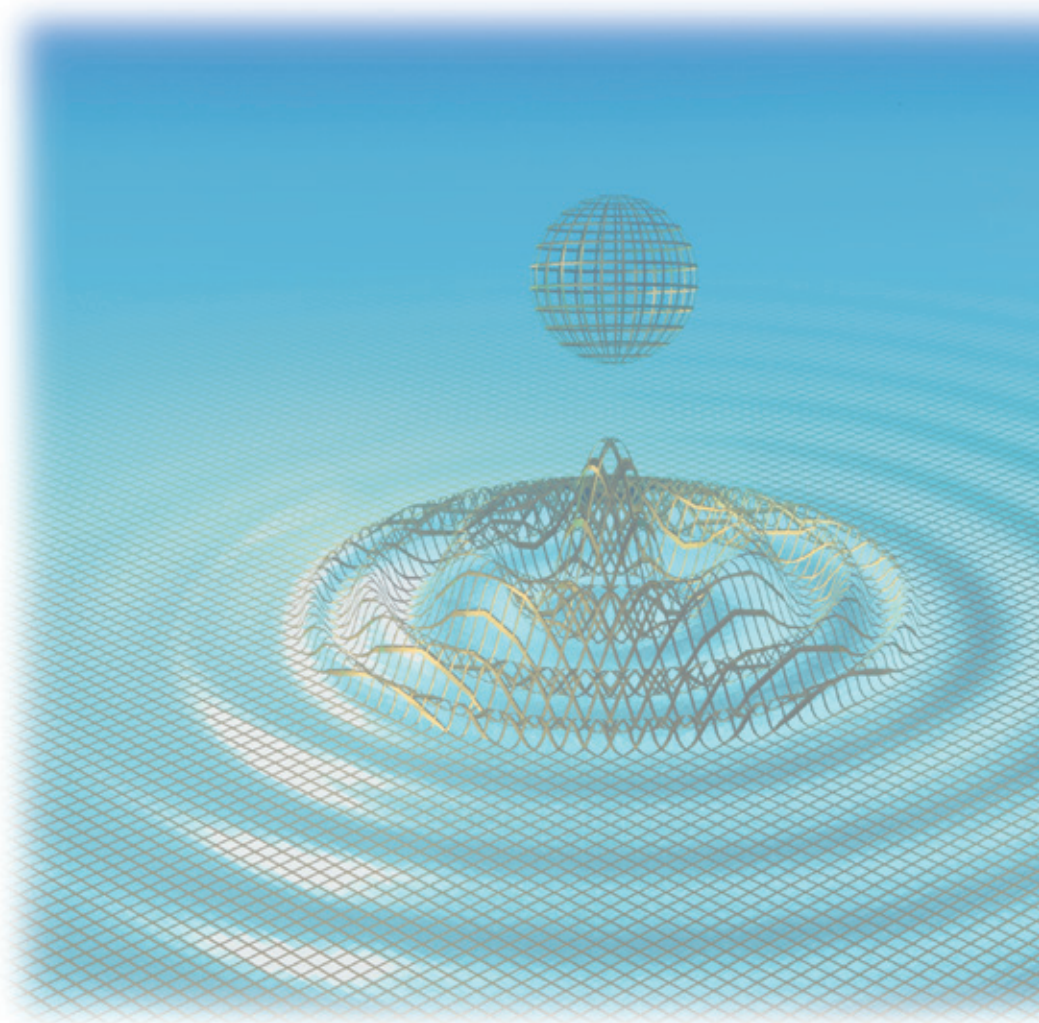


昭和電線の 振動制御・制音テクノロジー Ver.7

～振動・音を制御し快適な環境を創造する～



音は、**空気伝搬音**・**固体伝搬音**として媒体を伝わります。
音を制御するには、伝搬状況に応じて最適な手法を適用します。



音響



スタジオやコンサートホールなど快適な音場を作り出すために当社の制音テクノロジーがお役にたちます。

- 適応製品 ●低周波吸音材
●防振ゴム
●制振材 など

建築



構造体を伝搬する固体伝搬・空気伝搬音をシャットダウンし、快適空間を提供します。

- 適応製品 ●低周波吸音材
●防振ゴム
●MAFF工法(新型浮床工法) など

ナノテク機器



クリーンルームで使用される半導体製造検査装置の精度や歩留まりに当社の制音テクノロジーがお役にたちます。

- 適応製品 ●低周波吸音材
●制振材、遮音材
●防振ゴム

産業機器



変圧器・コンプレッサ・ディーゼルエンジン等の産業機器の騒音を低減します。

- 適応製品 ●ELショウマウント
●スプリングショウマウント
●制振材
●低周波吸音材 など

鉄道輸送



音・振動を低減することで列車及び駅空間の快適性向上に貢献します。

- 適応製品 ●低周波吸音材
●防振材
●防振ゴム
●ラダーマクラギ防音システム など

医療機器



入院・外来の患者さんに優しい病院内環境実現に当社の制音テクノロジーがお役にたちます。

- 適応製品 ●低周波吸音材
●制振材
●遮音材
●防振ゴム

歴史・変遷

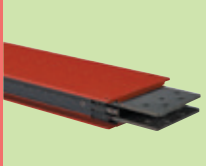
	商品群	トピックス	社会情勢
1936年		●現東芝を母体として昭和電線電纜(株)を川崎に設立	
1947年	●防振ゴム製造・販売開始(1947年)	●重電・家電用防振ゴム台納入 ●スタジオ・ホール用防振ゴム台 納入:大阪産経ホール、名鉄ホール	○NHKテレビ放送開始(1953年)
1960年	●米国パリー社と技術提携(1960年) ●建築用防振ゴム納入増大	●ELショウマウントの商品化で一般産業機械用防振の幕開け ●ホテルニューオータニに空調機器用防振ゴム大量納入 ●NHK放送センターに無響室用の防振ゴム納入	○岩戸景気(1960年) ○東京オリンピック開催(1964年) ○新潟大地震(1964年) ○東海道新幹線開通(1964年)
1965年	●防衛庁に制振材納入開始(1965年) ●空気バネ式精密除振台開発(1969年) ●大型除振工事受注	●霞ヶ関ビル、KDD等に空調機器用防振ゴム大量納入 ●国産第1号空気バネシステムをNTT武蔵野通研納入 ●光学研究協同組合に光学実験用除振台納入	○霞ヶ関ビルを初めとする 高層ビルの幕開け(1968年)
1970年	●半導体製造・検査用精密除振台の需要急増 ●エスカレータ用ゴム手すりの開発開始	●LSI製造用(ステッパー)精密除振台1号機を納入 ●大型動的ホログラフィ用除振システムをトヨタ自動車等に納入 ●東芝にエスカレータ用ゴム手すり納入開始(1971年) ●精密除振台販売会社昭和サイエンス設立	○国内において半導体製造の幕開け ○振動・騒音公害問題がクローズアップ
1980年	●建築ビル用免震アイソレータの研究・開発開始 ●新幹線駅舎用防振装置の開発・納入 ●半導体製造装置用、国産第1号機 アクティブ除振台納入 ●大規模ホール建築、連壁防振対策の増加	●奥村組筑波研究所建屋に日本初の免震アイソレータ納入(1986) ●東北新幹線の高架下駅舎部に大量の防振装置納入 ●LSI製造装置(ステッパー)にアクティブ除振台採用される ●アクロス福岡、東京国際フォーラム等に納入	○東北新幹線大宮・盛岡開業(1982年) ○中央自動車道が全面開通(1982年)
1990年	●住宅免震装置開発開始 ●ボール用制振装置の開発開始 ●粘弾性ダンパーの開発開始	●戸建住宅用免震装置の三次元実験(建築研究所)に参加 ●照明柱に初採用される ●天龍寺の耐震改修に粘弾性ダンパー採用される(1997年)	○免震構造協会の設立(1993年) ○阪神・淡路大震災発生(1995年) 免震建屋の需要急増
2000年	●免制震部材納入開始 ●二次元床免震装置 日本品質保証機構(JQA)の適合証取得 ●JR総研とフローティングラダー軌道用 防振装置の共同開発開始 ●鉄道高架下の有効利用の為 新システム用防振装置の開発 ●低周波吸音材の開発 ●N700系新幹線用防振ゴム納入開始 ●新SOLAS条約対応制振材納入開始 ●高性能制振材(ショウダンPRZ)の納入開始	●弾性すべり支承の初納入(2000年) ●住宅用仕口ダンパーの納入開始 ●ラダー軌道用防振装置私鉄2社に納入(2002年) ●高架下ホテル用に大型防振ゴムを納入(2003年) ●持株会社制への移行に伴い(2006年) 昭和電線デバイステクノロジー株式会社に当事業を継承 ●QUIESCENTブランドで制音テクノロジー事業化	○都市部に大型建設物の建設ラッシュ ○鳥取県西部地震発生(2000年) ○シネマコンプレックスブーム ○新潟県中越地震(2004年) ○宮城県沖地震(2005年) ○リーマンショック(2008年)
2010年	●鋼鉄橋用制振材の納入開始 ●クワイセントパネルの商品化、納入開始	●ボール用制振装置1000基納入 ●免震アイソレータ出荷数量20000体記録	○東日本大震災(2011年) ○GDP中国に抜かれ3位へ ○新東名高速道路一部開通
2017年		●昭和電線ケーブルシステム株式会社に事業統合	

音と振動の問題でお困りではありませんか？

昭和電線の制音テクノロジーは、より快適な環境作りに貢献いたします。

制震・免震

粘弾性ダンパー



仕口ダンパー



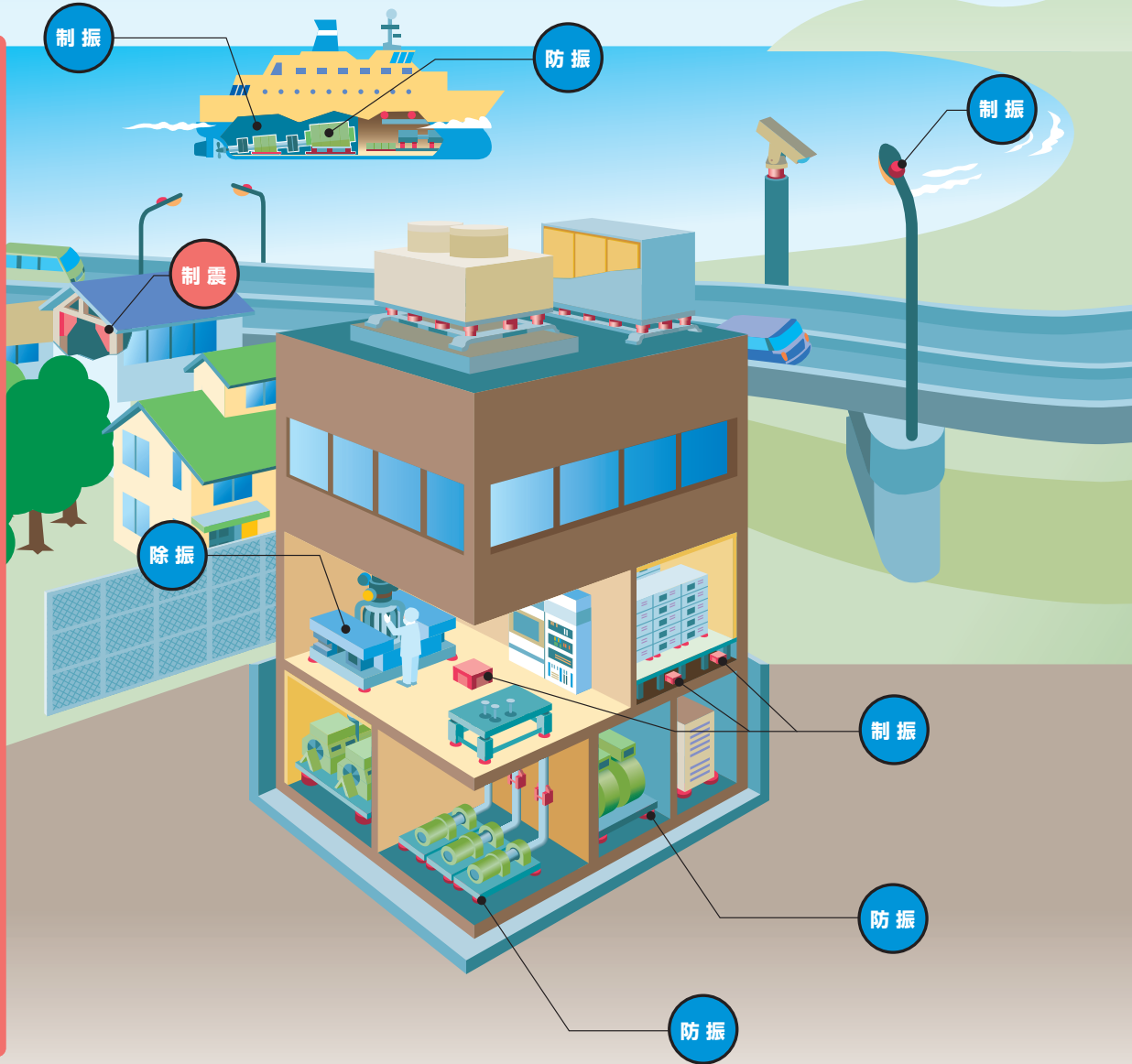
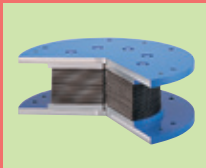
積層ゴム復元材



剛すべり支承



免震アイソレータ



除振

除振台



防振

ELショウマウント®



スプリングショウマウント®



新型浮床工法



防振アジャスター



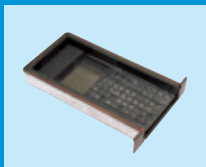
吊り型防振ゴム



ストップ付防振ゴム



枕木用防振装置



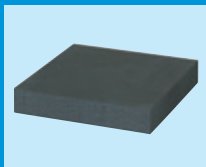
連壁用セパレータ

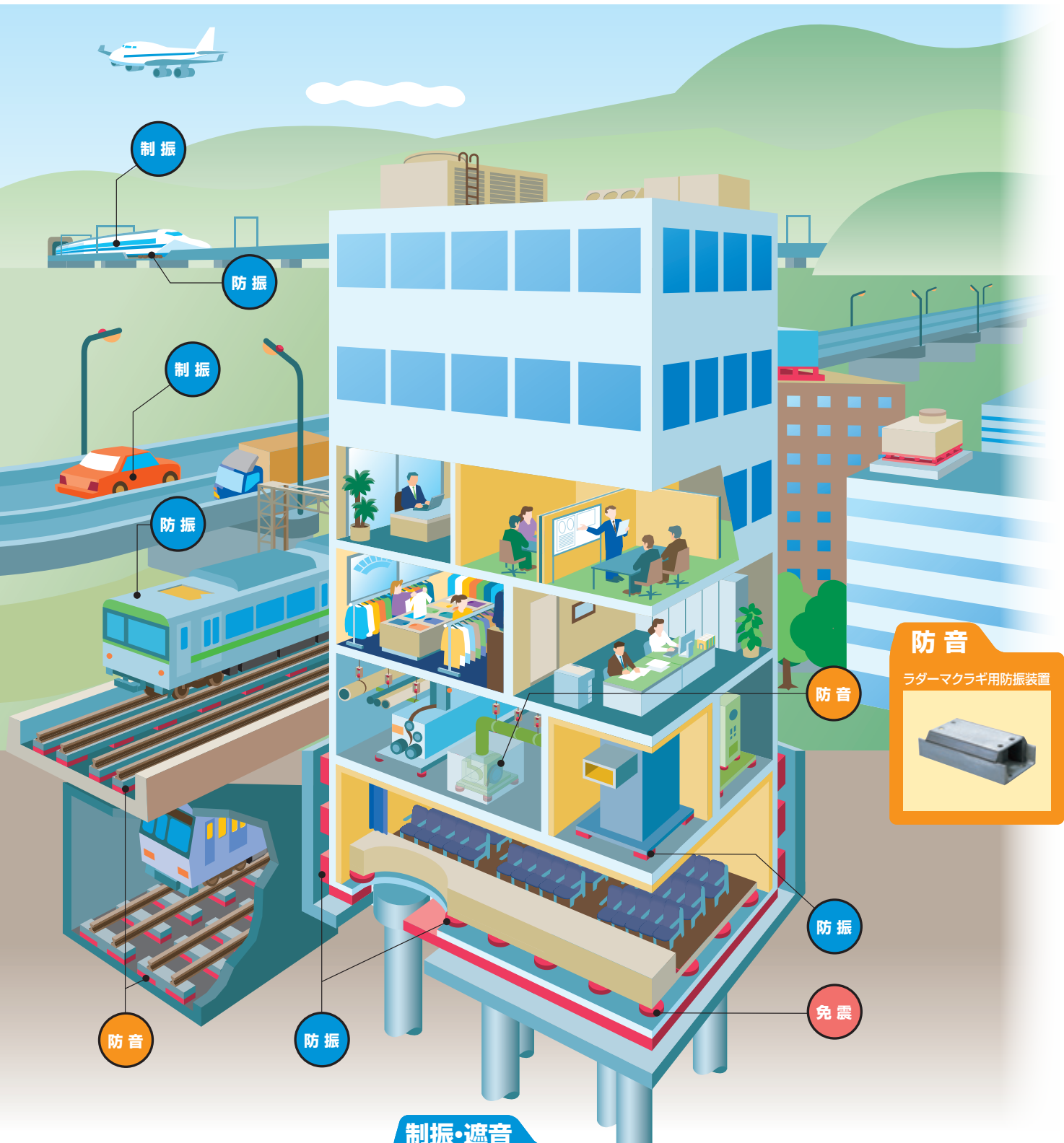


連壁用防振ゴム



連壁用ゴムパッド





防音
ラダーマクラギ用防振装置

制振・遮音

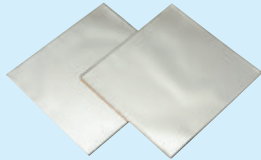
角型防振ゴム 	スプリングショウマウント®
ウルトラパッド 	丸型防振ゴム

ショウダンブ® RZ型 	ショウダンブ® R型 	ショウダンブ® NH型
床用制振装置 	ボール用制振装置 	

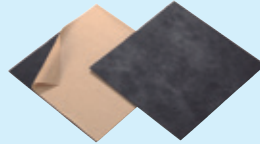
制振・遮音デバイスのラインナップ

制振・遮音材(ショウダンブ®)…鋼板などの表面に塗布または貼り付け、効率よく振動、騒音を低減。

製品仕様



高性能ショウダンブ® RZ型



ショウダンブ® R-1型



ショウダンブ® NH型

製品一覧表

区分	製品名	主材料	標準寸法 mm	接着方法	規格取得履歴
シート型製品	ショウダンブ® RZ-1410	アルミ箔付き合成ゴム	1,000×600×t1.5	自己粘着	鉄道車両用材料燃焼試験不燃取得品
	ショウダンブ® R-1	合成ゴム系	810×970×t3	感圧式接着処理品	—
塗布型製品	ショウダンブ® NH-1	エポキシ系樹脂(二液性)	主剤 10kg缶入 硬化剤 5kg缶入	接着	国土交通省(JG)旧「難燃性表面床張り材」東海検第55号
塗布型製品 (防火対応)	ショウダンブ® NH-5	エポキシ系樹脂(二液性)	主剤 10kg缶入 硬化剤 5kg缶入	接着	国土交通省表面燃焼性試験(FTP code Part5)表面仕上材(一次甲板床張り材)型式承認番号 第F-605号 表面仕上材(上張り材)型式承認番号 第F-606号
		グラスフェルト	幅 1m×9m×3mm	接着	日本海事協会難燃性上張り材 15FPA11CV 一次甲板上張り材 15FPA12DC

製品の性能について

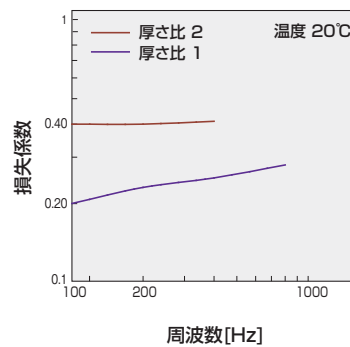
ショウダンブ® RZ-1410型

鉄道車両用材料燃焼試験(車材燃試)に合格する制振材です。片面アルミ箔の拘束型制振材で薄板の振動、騒音を抑制するのに適しています。

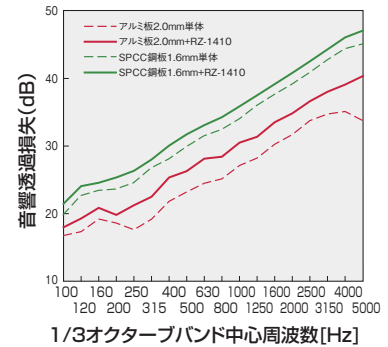
特性

項目		オリジナル	熱老化後 70°C×168hr
せん断接着力	MPa	0.13	0.15
比重(ゴム部)	—	1.68	1.68
比重(アルミ箔)	—	2.73	2.73

制振特性



遮音特性



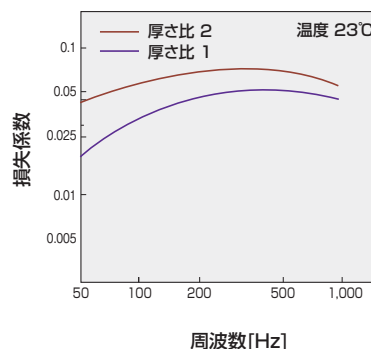
ショウダンブ® R-1型

薄板材の振動、騒音を抑制するのに適しています。片面に接着剤が塗布してあるので、離型紙を剥がして簡単に基材に貼り付けられます。

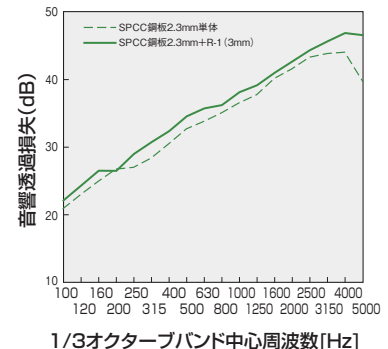
■特性

項目	オリジナル	熱老化後 70°C×168hr	水浸漬後 70°C×168hr	
引張強さ	MPa	1.37	2.25	2.16
伸び	%	60	40	37
引き裂き	N/mm	7.84	9.8	8.82
硬度	—	85	90	90
比重	—	1.67	1.67	1.67

制振特性



遮音特性



防振デバイスのラインナップ 代表例

固体伝搬音の防止に威力を発揮。

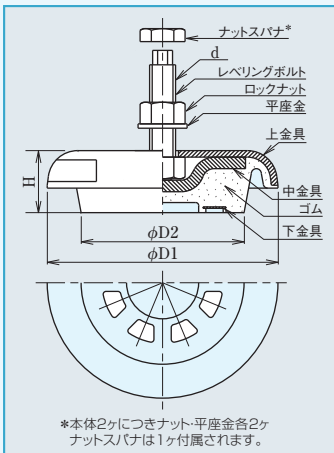


ELショウマウント®

- ・機械を床上に簡単設置
・基礎にアンカーボルトで固定することなく、工場床上に機械を簡単に設置できます。
・簡単に機械のレイアウト変更をすることができます。
- ・機械の歩き出しを抑制
・床面に吸着するため、機械の歩き出しを抑制することができます。
- ・機械振動伝達の防止
・機械から床への振動伝達防止と衝撃の緩衝に役立ちます。
- ・レベル調整が容易
・設置後にレベリングボルトを締め込むだけで、容易にレベル調整が可能です。

用途

- ・工作機械全般
- ・プレス機
- ・射出成型機
- ・変圧器



特性/寸法表

ゴムの硬さ	軟									硬			
	A			E			HC			寸法			
型式	圧縮方向			圧縮方向			圧縮方向			D1	D2	H	d
方向	静的ばね定数 N/mm	動的ばね定数 N/mm	許容荷重 N	静的ばね定数 N/mm	動的ばね定数 N/mm	許容荷重 N	静的ばね定数 N/mm	動的ばね定数 N/mm	許容荷重 N	mm	mm	mm	
EL-120	790	860	3900	2400	3700	9300	13400	21600	11800	120	88	43	M12
EL-160	2700	2900	9300	8800	14100	19600	32000	51000	28000	160	113	43	M18
EL-190	3700	4100	19600	13700	22000	29000	29000	47000	39000	190	142	54	M24P1.5
EL-230	4700	5200	29000	17700	28200	39000	34000	55000	49000	230	198	57	M24P1.5

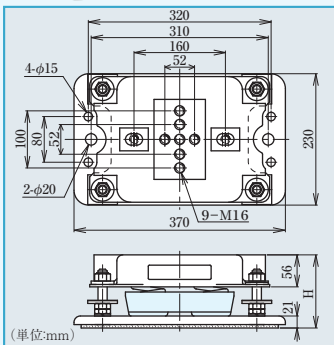
*せん断方向のばね定数は、静的・動的とも上記数値の1/10になります。

ELショウマウントは昭和電線ケーブルシステム(株)の登録商標です。



スプリングショウマウント®

- ・コイルスプリングの周囲に減衰材を付加しサージングを抑える構造にしています。
- ・固有振動数を4Hz以下に設定しており、高い防振性能を有しています。
- ・ストッパボルト構造により、水平2G・上下1Gの耐震強度を有しています。



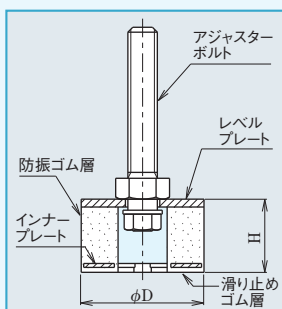
特性表

型番	ばね定数 N/mm	使用荷重範囲 N	耐震強度 G		銘板色	付属品	
			水平	上下		標準	オプション
SKT-4.0-120	37	588~1176	2.0	1.0	茶	・ボルト M12×40L ・バネ座金 ・平座金 各1組	-
SKT-4.0-200	63	980~1960			黄緑		
SKT-4.0-350	105	1720~3430			橙		
SKT-4.0-600	190	2940~5880			青		
SKT-4.0-1000	300	4900~9800			黄		
SKT-4.0-1500	460	7350~14700			緑		
SKT-4.0-1800	550	8800~17600			水色		
SKT-4.0-2300	700	11270~22540			白		

固有振動数2.3Hz以下の製品もあります。

スプリングショウマウントは昭和電線ケーブルシステム(株)の登録商標です。

防振アジャスター



- ・優れた防振機能で装置から床への振動伝達をシャットアウト。
- ・インナープレートの採用でグレーチング格子上での長期使用も可能。
- ・滑り止めゴム層で装置本体の振動によるスリップを防止。

特性/寸法表

型式	許容荷重 N	寸法 mm	
		D	H
φ50タイプ	540	50	30
φ65タイプ	1350	65	23

用途

- ・各種プラント設備
- ・真空ポンプ
- ・計測機器



新型浮床工法 (MAFF工法)

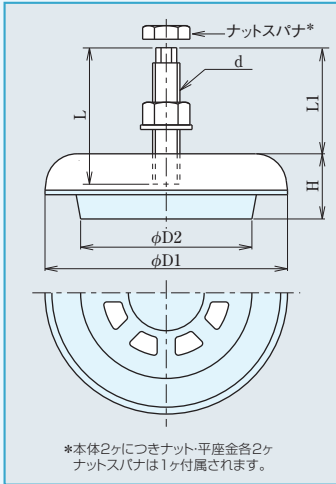
- 防振ゴム設置・スラブ打ち・床浮上の簡単施工です。
- 固有振動数が低く、防振性能に優れています。
- 浮床コンクリート養生後、レベリングボルトにて浮上させレベル出しを行います。

用途

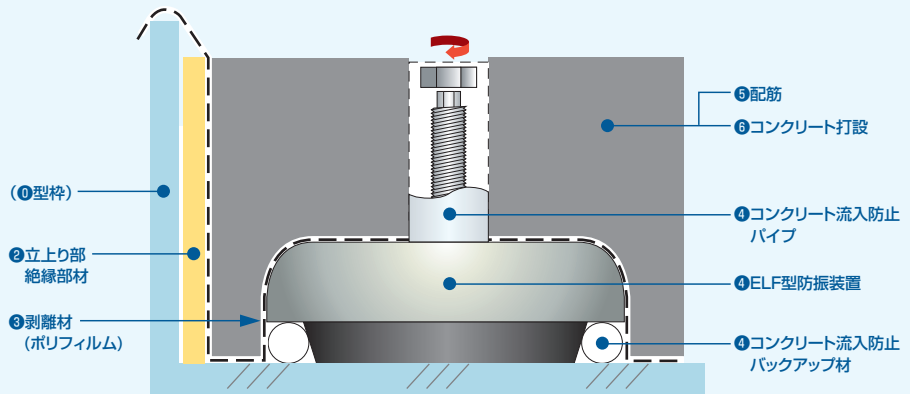
建築音響関連…
コンサートホール、音楽スタジオ、
試写室、フィットネススタジオ
機械関連…
電気設備室(変圧器)、空調機械室、
立体駐車場

特性/寸法表

型式	圧縮方向			寸法 mm						
	静的ばね定数 N/mm	動的ばね定数 N/mm	許容荷重 N	D1	D2	H	d	レベリングボルト長さ L	L1	最大レベル 調整量
ELF-120-KS	570	680	3920	120	88	43	M12	90	62.8	25
ELF-160-KS	2150	2580	9310	160	113	43	M18	90	70	25
ELF-190-KS	3720	4460	19600	190	142	54	M24 P1.5	110	80	25



(MAFF工法による新型浮床の構造)



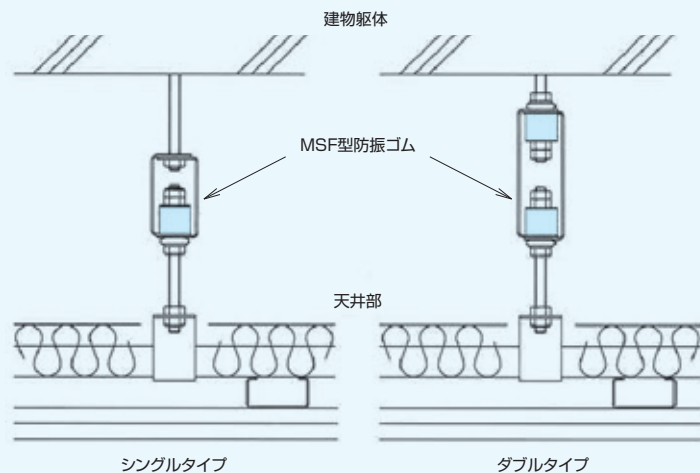
吊り型防振ゴム

- 防振ゴムとハンガーが一体に組み立てられているので取扱いが便利です。
- 防振効果が優れています。固有振動数(許容荷重×0.5~0.8 支承時)は、シングル型で10~13Hz、ダブル型で7~9Hzです。

用途


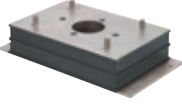




・ホール、防音室などの天井支持
・送風機のダクト、ポンプ排水管の
吊り下げ支持



(天井吊り部防振例)



MSF型


形状・用途別一覧表



汎用防振ゴム ・ゴムパッド	商品名(型式)	製品形状	特長	用途
	丸型防振ゴム (R型)		<ul style="list-style-type: none"> ●ボルトとゴムの一体設計 ●小～中荷重の支持が可能 	産業機械全般 変圧器、送風機 冷凍機
	角型防振ゴム (KA、KB、KE、KGH等)		<ul style="list-style-type: none"> ●大小種々をラインナップ、中～大荷重まで支持 ●多数の金具形状により設置方法で選択可能 	産業機器全般 建築音響
	吊り型防振ゴム (MSF型)		<ul style="list-style-type: none"> ●シングル型で約15Hz以上、ダブル型で約10Hz以上の振動に有効(MSFタイプ) ●ハンガー組込型も用意 	配管・天井支持 建築音響
	防振ゴム座 (T型)		<ul style="list-style-type: none"> ●ボルトより伝達する振動を絶縁 ●角型(KGHタイプ)と併用 	産業機械全般
	ウルトラパッド (UP)		<ul style="list-style-type: none"> ●コイルスプリングをゴムで覆った複合パネ製品 ●高周波数の振動絶縁に効果大 ●耐候性に優れた合成ゴムを使用 	空調機械
防振パッド (A型)		<ul style="list-style-type: none"> ●必要な大きさにカットして使用が可能 ●帆布内蔵タイプもあり、耐久性に優れている(A型パッド) ●溝付タイプで荷重の大小にかかわらず安定した防振支持 	汎用機械	

ストッパ機能付 防振ゴム	商品名(型式)	製品形状	特長	用途
	三方向防振ゴム (MAF)		<ul style="list-style-type: none"> ●耐震強度は鉛直方向0.5G、水平方向1.0Gを確保 ●横揺れ防止に対し、有効に働く 	建築音響
ストッパ付防振ゴム (US)		<ul style="list-style-type: none"> ●耐震強度は鉛直方向0.5G、水平方向1.0Gを確保 ●ストッパカバーにより、耐候性、耐油性に優れ、地震等の衝撃に強い 	産業機械全般 変圧器、送風機 冷凍機	

レベリング機構付 防振ゴム	商品名(型式)	製品形状	特長	用途
	ELショウマウント® (EL、ELC)		<ul style="list-style-type: none"> ●アンカーボルト無しで床上に簡単設置 ●設置後にボルトを締め込むだけで容易にレベル調整が可能 ●吸着効果により歩き出しが無い 	産業機械全般 射出成型機 プレス機

ELショウマウントは昭和電線ケーブルシステム(株)の登録商標です。

新型浮床工法 (MAFF工法)	商品名(型式)	製品形状	特長	用途
	MAFF工法防振ゴム (ELF)		<ul style="list-style-type: none"> ●防振ゴム設置・スラブ打ち・床浮上の簡単施工 ●固有振動数が低く、優れた防振性能・遮音性 ●浮床コンクリート養生後、レベリングボルトでの簡単浮上 ●設置スペース(高さ)が抑えられ、高い天井が実現 	建築音響 立体駐車場 空調機械室 電気設備室

コイルスプリング 防振材	商品名(型式)	製品形状	特長	用途
	スプリングショウマウント® (SMT)		<ul style="list-style-type: none"> ●小型で軽量 ●L型、U型ゴム架台受けにより移動が自在 ●耐震強度は鉛直方向0.5G、水平方向1.0Gを確保 ●サージレス対応のSMT-S型もあります。 	空調機械 変圧器 発電機
スプリングショウマウント® (SKT)		<ul style="list-style-type: none"> ●溶融亜鉛めっきの表面処理で屋外使用が可能 ●全サイズ外形寸法が同一 ●取付ネジ穴を複数用意 ●サージレス対応 	空調機械 クーリングタワー 変圧器 発電機	

スプリングショウマウントは昭和電線ケーブルシステム(株)の登録商標です。



特定用途用 防振ゴム	商品名(型式)	製品形状	特長	用途
	地中連続壁用防振材 (KRA、防振ゴムパッド)		<ul style="list-style-type: none"> ●防振ゴムタイプとゴムパッドタイプの2種類を用意 ●設計の自由度があり、安定した防振効果 	建築音響 鉄道振動対策用
	ダクト用防振ゴム (KE1、KE10)		<ul style="list-style-type: none"> ●ダクト間の継ぎ目に設置し、振動を防止 ●軟質ゴム使用で、ダクトの偏心吸収にも有効 	ダクト
	ステッピングモータ用 防振ゴム (SPM)		<ul style="list-style-type: none"> ●代表的な取付ピッチに合わせた各種の製品を用意 ●片側2箇所(対角は90°オフセット)止めで、取付工数低減。 	OA機器、その他

軽量機器用 防振ゴム	商品名(型式)	製品形状	特長	用途
	クワタイト® (Q)		<ul style="list-style-type: none"> ●ナット内蔵により、ボルトをねじ込むだけで簡単に締結が可能 ●板穴、深穴に締結可能 	OA機器、その他

クワタイトは昭和電線ケーブルシステム(株)の登録商標です。

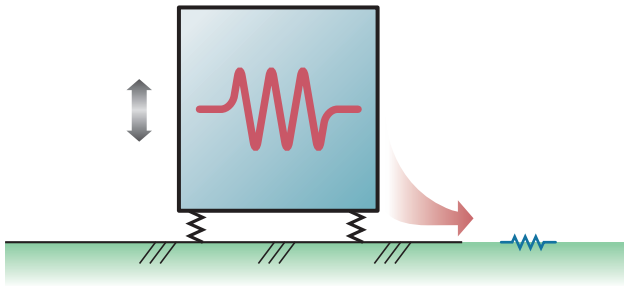
制振装置	商品名(型式)	製品形状	特長	用途
	仕ロダンパー		<ul style="list-style-type: none"> ●壁倍率は1個あたり0.25相当 ●軽量で優れた施工性により低コスト ●メンテナンスフリー 	木造戸建て住宅 文化財建屋
	粘弾性ダンパー		<ul style="list-style-type: none"> ●一般住宅から高層ビルまで広範囲適用 ●風揺れや地震に対応 ●メンテナンスフリー 	戸建て住宅 高層ビル 文化財建屋
	制振・遮音材 ショウダンブ® (RZ、R-1、NH)		<ul style="list-style-type: none"> ●振動面に貼付、又は直接塗布可能 ●難燃性タイプも用意 	船舶 鉄道 建築 産業機械
	ボール用制振装置		<ul style="list-style-type: none"> ●3方向の振動を低減 ●制振対象周波数 約2Hz以上 ●後付け可能、メンテナンスフリー 	照明柱 監視カメラ柱 光無線柱

ショウダンブは昭和電線ケーブルシステム(株)の登録商標です。

精密除振台	商品名(型式)	製品形状	特長	用途
	パッシブ型除振台		<ul style="list-style-type: none"> ●空気ばねを使用しており、優れた除振効果 ●定盤型、デスク型、卓上型を用意 	半導体製造検査装置 光学実験台 電子顕微鏡
	アクティブ型除振台 (ユニット)		<ul style="list-style-type: none"> ●電子制御により共振現象が無く広帯域で除振可能 ●6自由度の振動制御が可能 	半導体製造検査装置 光学実験台 電子顕微鏡

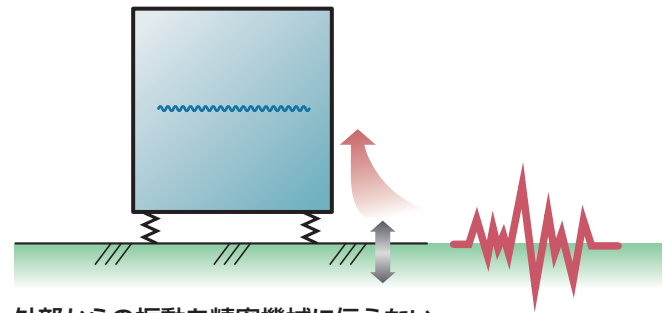
防振・除振・制振・免震&防振・除振効果について

防振



機器より発生する振動を外部へ伝えない。

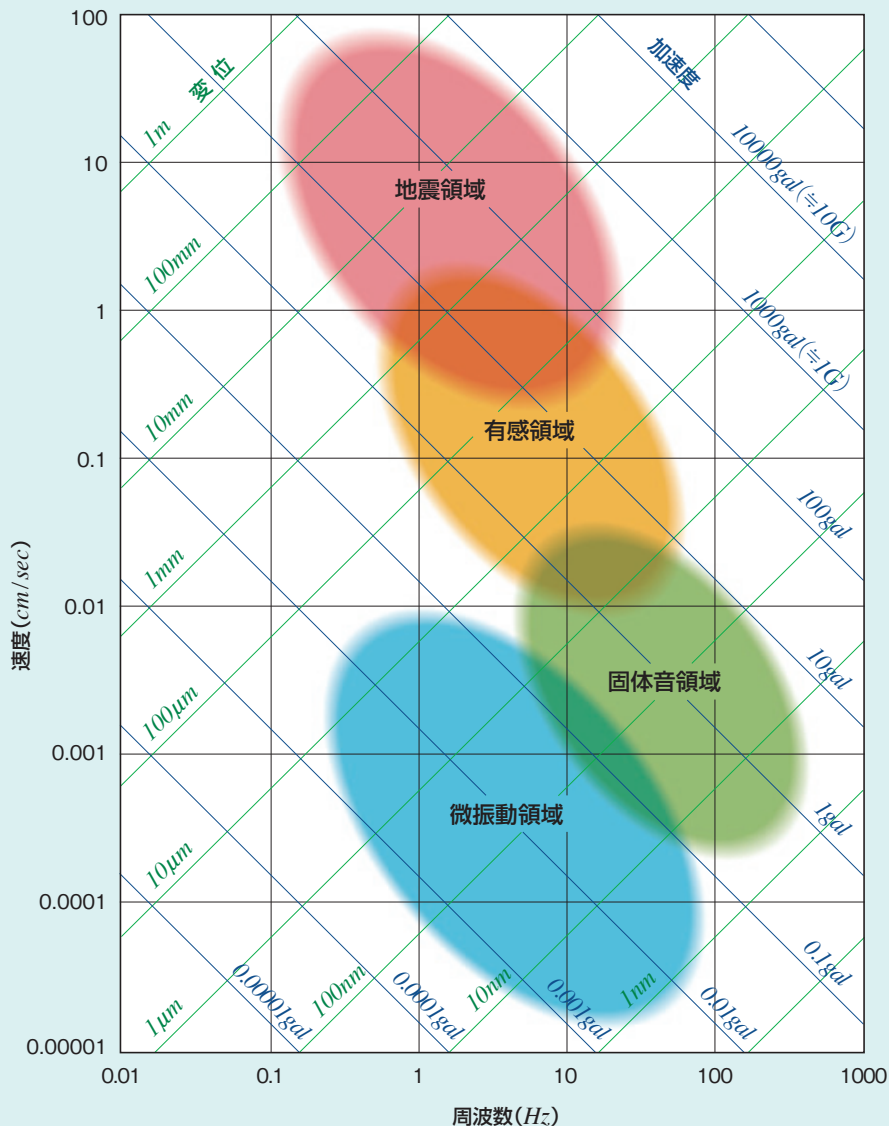
除振

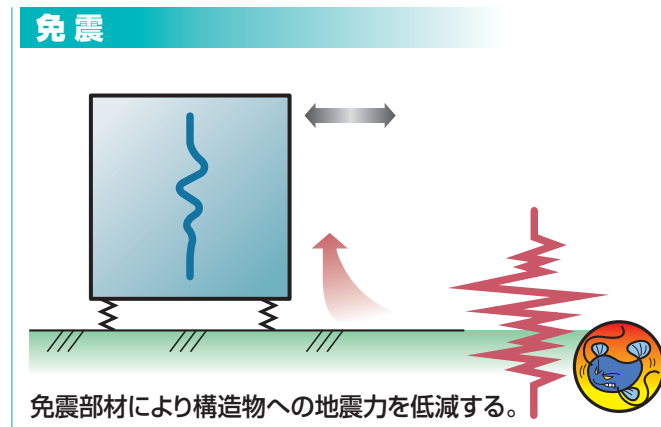
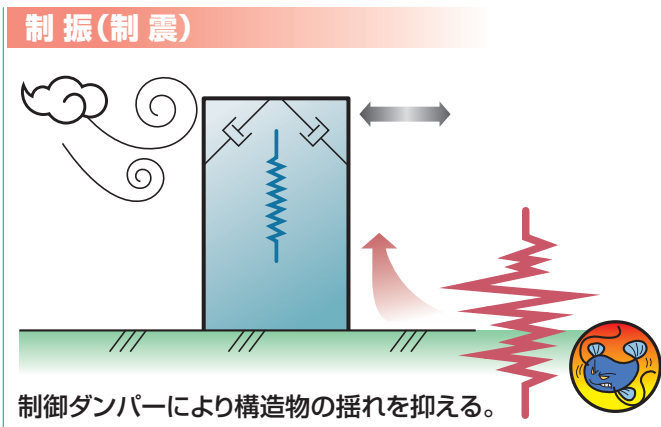


外部からの振動を精密機械に伝えない。

■ 振動制御領域

微振動から地震までの各領域の周波数と各々の変位、速度、加速度を示します。振動といっても100万倍(120dB)以上のレンジをもつことが判ります。





■ 防振・除振効果とは

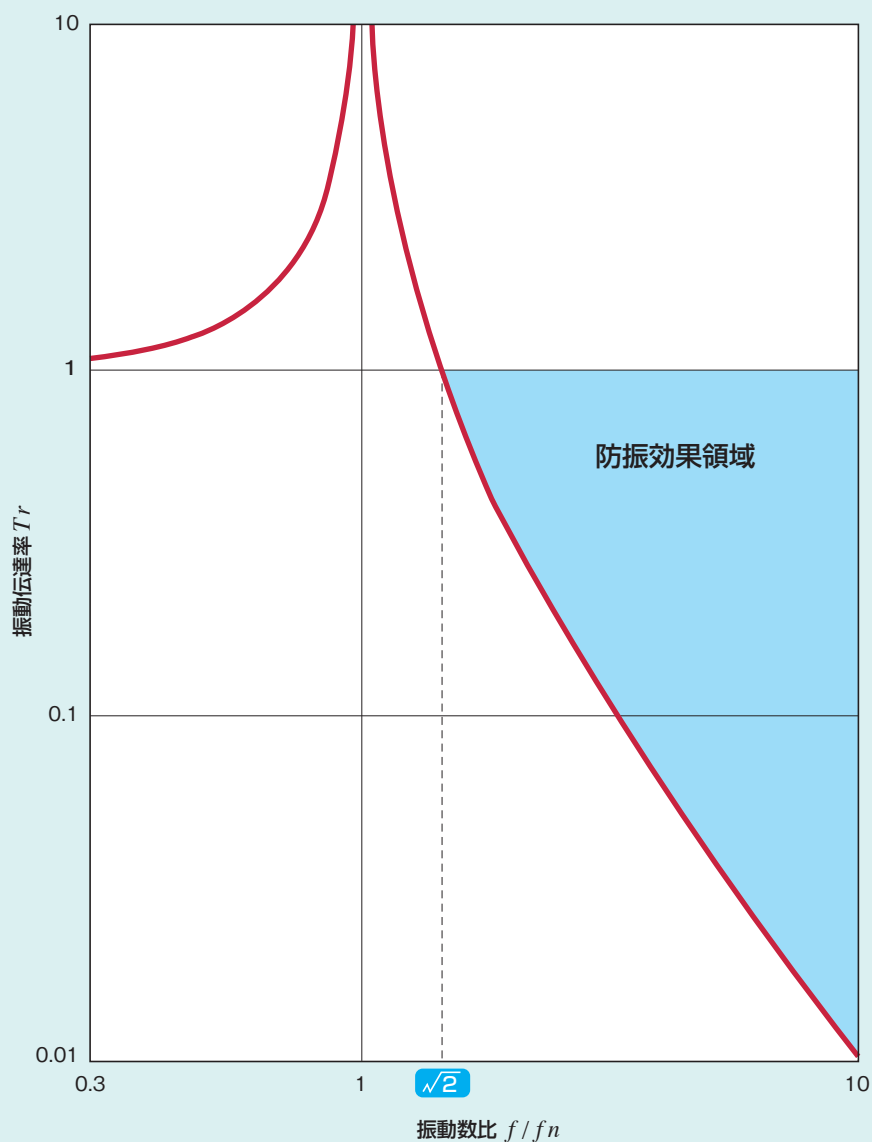
防振・除振効果を表す指標として振動伝達率 Tr があります。図の様に、防振対象振動数 f と固有振動数 fn との比が大きいほど効果が高いことが判ります。共振点の $\sqrt{2}$ 以上の領域ではじめて効果が得られます。

$$Tr = \left| \frac{1}{1 - \left(\frac{f}{fn}\right)^2} \right|$$

Tr : 振動伝達率

f : 防振対象の振動数 (Hz)

fn : 防振支持系の固有振動数 (Hz)

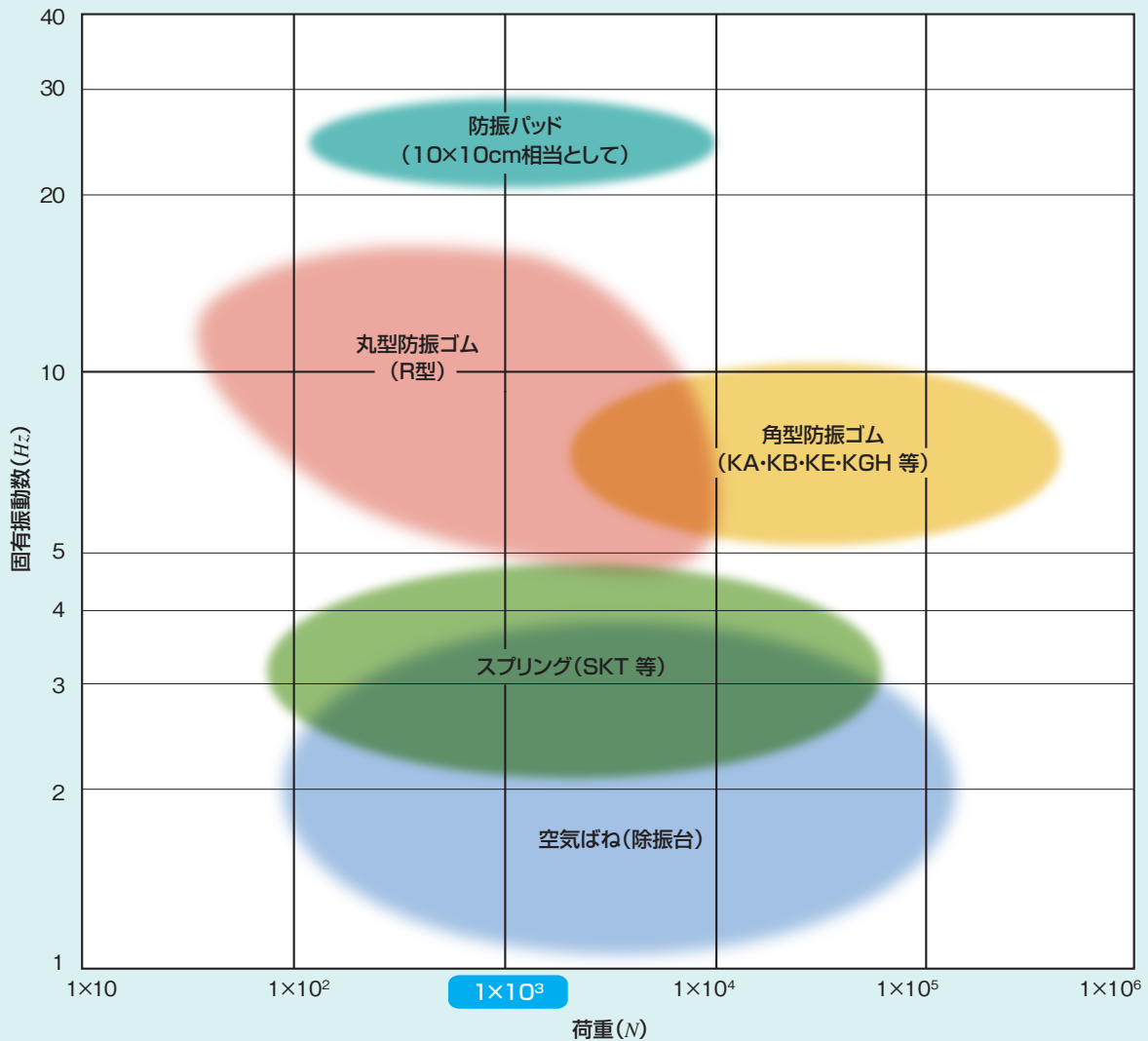


荷重による選定

防振材の種類により、荷重と固有振動数の関係が決定されます。

例えば、一点荷重が1000N前後の場合「空気ばね」「スプリング」「丸型防振ゴム」「防振パッド」各種選定でき、固有振動数により区別されます。

また、一般的な各種防振材の特長は以下となります。



- 丸型防振ゴム……防振ゴムとして最も一般的な製品で小荷重～中荷重までに向きます。また固有振動数は5～18Hzが中心となっています。
- 角型防振ゴム……一般的に中～大荷重までの広い範囲をカバーし、多段数のものは低固有振動数化が図られます。
- 防振パッド………ゴム材料を主としたシート状の製品です。ただし、汎用のゴムを使用する 경우가多く、減衰性能は防振ゴムに比べ劣ります。
- スプリング ………金属ばねにより、小～中荷重までの範囲をカバーし4Hz以下の低固有振動数の設計も可能です。
- 空気ばね…………空気圧により広範囲の荷重範囲をカバーし、低固有振動数化が図られます。

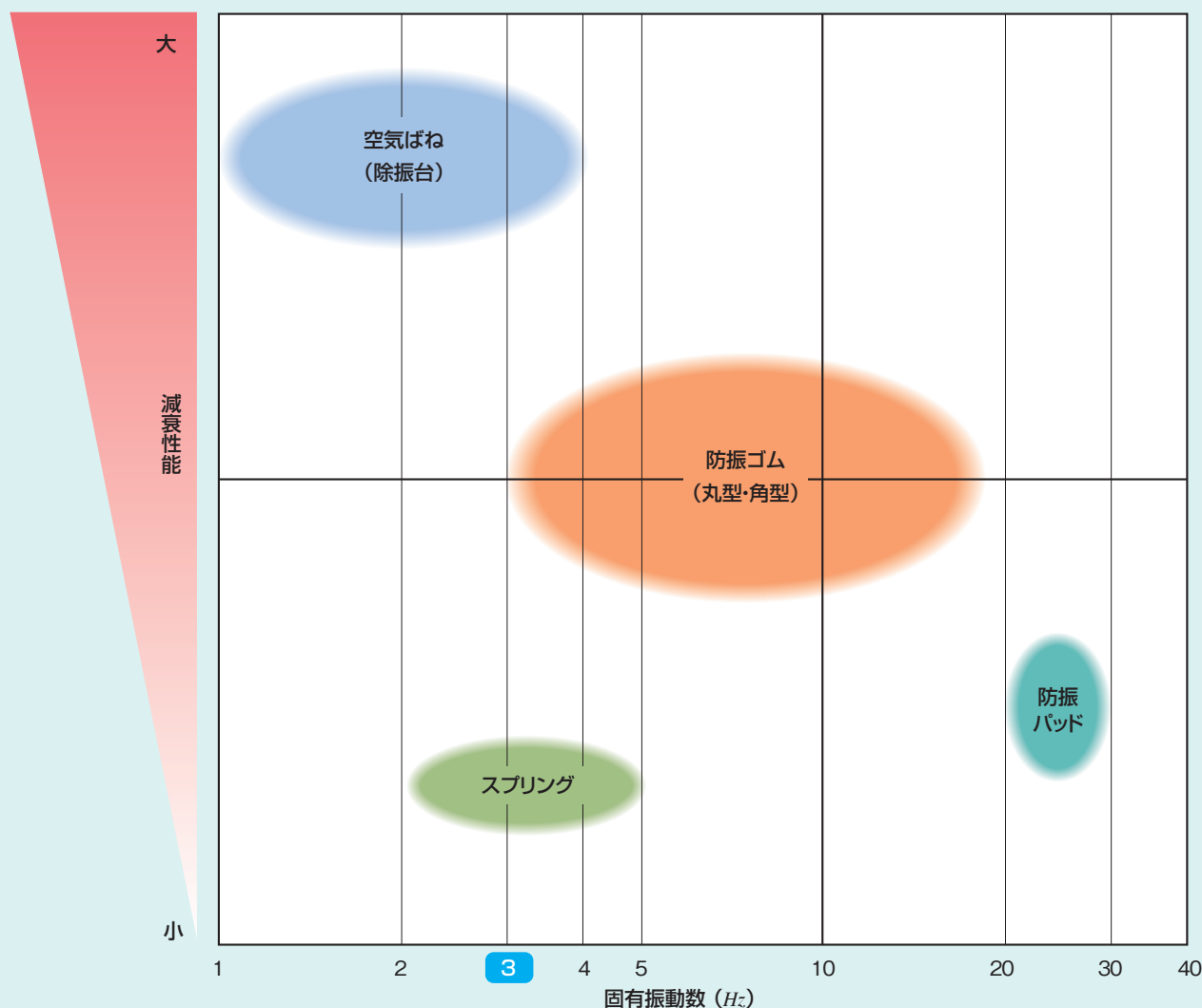
固有振動数による選定

防振材は固有振動数のみならず、減衰性能も個々に異なります。

例えば、固有振動数が 3Hz 前後の場合「スプリング」「空気ばね」が選定できますが、

減衰性能は個々に異なり、一般に金属スプリングの減衰は小さくなります。

また、一般的な各種防振材の特長は以下となります。



- 防振ゴム**……………一般にゴム材料と金具との接着製品による防振材で、固有振動数は $5\sim 18\text{Hz}$ が中心で減衰性能は中位です。
- 防振パッド**……………ゴム材料を主としたシート状の製品です。ただし、汎用のゴムを使用する機会が多く、減衰性能は防振ゴムに比べ劣ります。
- スプリング**……………金属ばねで 5Hz 以下の低固有振動数の設計が多く、減衰性能は小さい。本タイプにおいてサージングも考慮する必要があります。
- 空気ばね**……………空気圧を利用し低固有振動数化が図れ、オリフィス・減衰装置等により減衰性能は大きくすることが可能です。

防振理論・その他資料

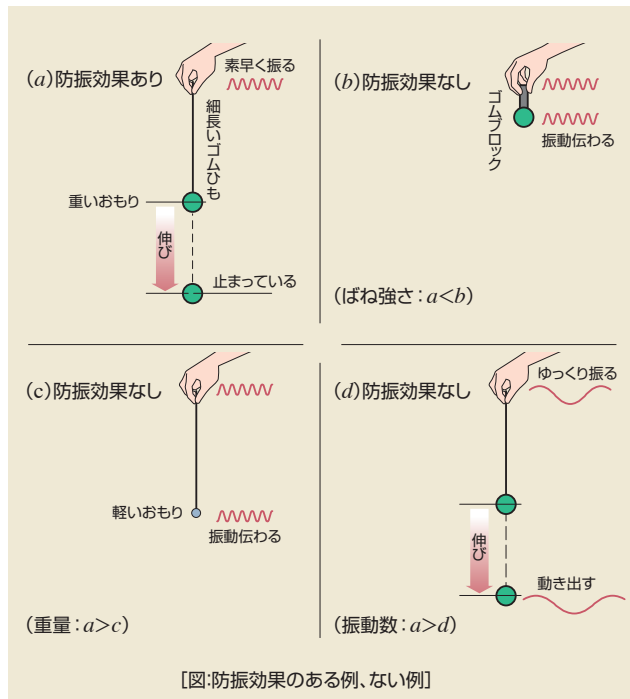
1 振動制御対策(防振・除振の考え方)

防振制御対策として、防振ゴム、コイルスプリング等の各種防振材が実用化されています。

防振とは、たとえばポンプなど、振動を発生する機器を防振材で支持し、機器からの振動を設置床に伝達することを防ぐことであり、除振とは、精密機器などに対し、床振動が伝達されることを防ぐことです。

したがって、防振の場合、機械が発生する振動(比較的高い振動数)が防振の対象となるのに対し、除振の場合は、一般に、地盤・建物に有している振動(比較的低い振動数)が除振の対象となります。ただし特定の加振源により床が振動しており、それが原因となる場合は、その加振源の振動が対象となります。

防振・除振効果のイメージは、以下の様に説明することができます。



図の(a)に示すように、細長いゴムひもで支持された比較的重いおもり(ゴムひもは相当量伸びている)は、ゴムひもを支えている手を素早く上下に振っても静止しています。

これに対し(b)の様に、おもりをゴムブロックで支持した場合、(c)の様にゴムひもで軽いおもりを支持した場合(ゴムはほとんど伸びていない)は、振動(手の動き)はそのまま伝わります。

また(a)と同じ状態でも、(d)に示した様に手をゆっくり振ると、おもりは動き出します。

すなわち振動の伝達には、防振材のばねの強さ、防振材で支持している機器の重量と、発生している振動の振動数が関係していることがわかります。

2 防振設計の考え方

2.1 振動の単位

振動の単位としては、一般に変位(振幅)、速度、加速度のいずれかが採用されます。これらの間には次の関係が存在します。

$$\text{変位(片振幅)} \quad A = a \div (2\pi f)^2$$

$$\text{速度} \quad V = A \times 2\pi f$$

$$\text{加速度} \quad a = A \times (2\pi f)^2$$

A: 片振幅 (cm_{o.p.})

V: 速度 (cm/sec)

a: 加速度 (gal=cm/sec²)

ここで重力加速度1Gは980galであり、1galは1cm/sec²です。

2.2 防振設計(理論)

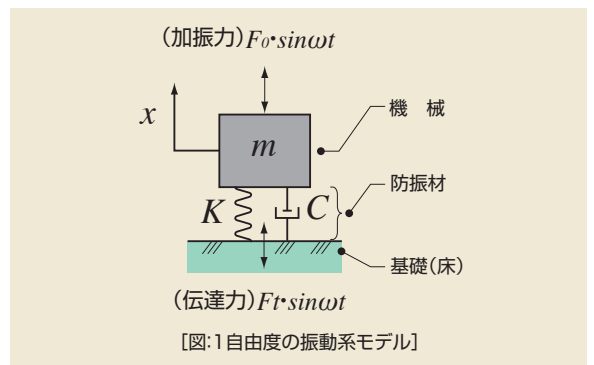
防振効果の良否は一般的に振動伝達率で評価されています。すなわち振動伝達率は、防振材を使用しない基礎に伝達されるF₀と使用した場合の基礎に伝達される力F_tとの比で表します。

$$Tr = \frac{F_t}{F_0} \dots\dots\dots (1)$$

したがって、防振設計においては、この振動伝達率を1以下にするよう防振材の選定を行います。

図に示すようにある防振支持を1自由度の振動モデルで考えた場合、機械が発生している加振力によって振動している機械の運動方程式は、以下で与えられます。(ω=2πf)

$$m\ddot{x} + C\dot{x} + Kx = F_0 \sin \omega t \dots\dots\dots (2)$$



(2)式を解いて(1)式の振動伝達率を求めると、以下となります。

$$Tr = \frac{F_t}{F_0} = \sqrt{\frac{1 + \left(2\zeta \frac{\omega}{\omega_n}\right)^2}{\left(1 - \frac{\omega^2}{\omega_n^2}\right)^2 + \left(2\zeta \frac{\omega}{\omega_n}\right)^2}} \dots\dots\dots (3)$$

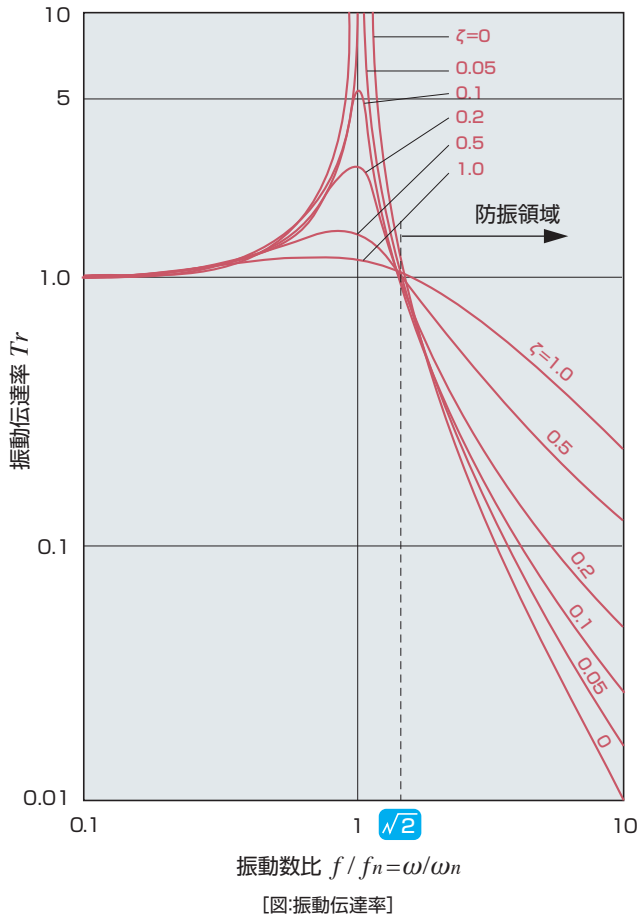
で与えられます。(3)式を図化すると次図となり、同図が示すように振動数比f/f_n=ω/ω_n>√2になるよう防振材を選定すれば防振効果は期待できます。

3 防振材の選定

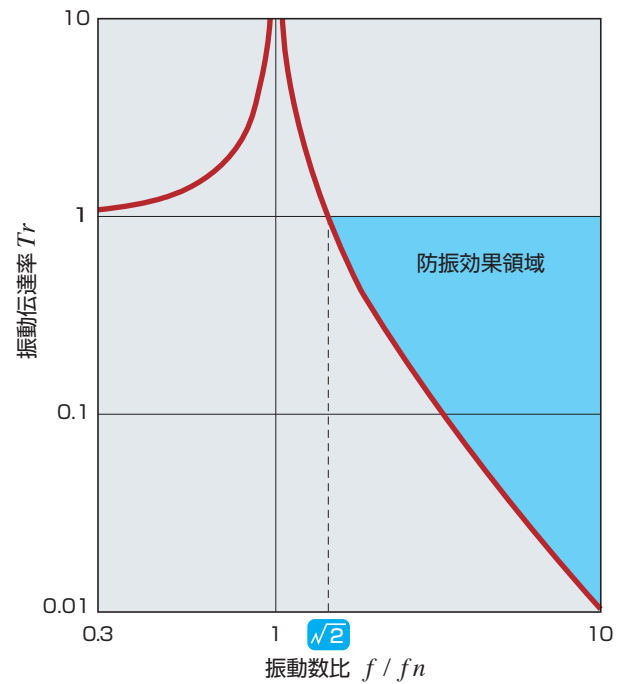
一般に、防振ゴムの減衰は小さく、不減衰とみてよく、減衰項を0とおくと振動伝達率は以下の式により求められます。

$$Tr = \frac{\text{伝達力}}{\text{加振力}} = \left| \frac{1}{1 - \left(\frac{f}{fn}\right)^2} \right| \dots\dots\dots (1)$$

ここで、 f/fn の関係の概略は下図となります。



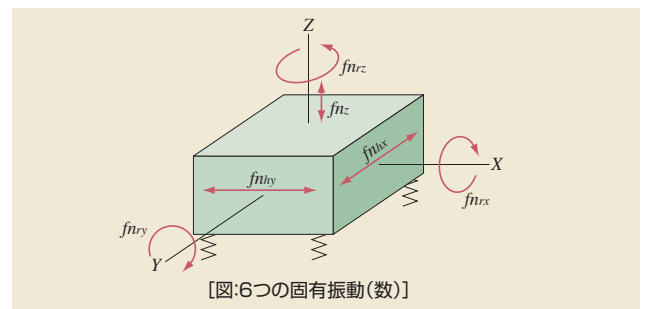
[図:振動伝達率]



[図:振動数比と振動伝達率の関係]

すなわち、振動伝達率は防振すべき振動数と、防振材で支持した系の固有振動数との比で求まり、この値が $\sqrt{2}$ 以上になった場合防振効果が期待できます。

m : 機械質量	(kg)	
K : 防振材のばね定数	(N/mm)	
ω : 機械の角振動数	(rad/sec)	$\omega = 2\pi f$
ωn : 防振材固有角振動数	(rad/sec)	$\omega n = 2\pi f n = \sqrt{\frac{K}{m}}$
C : 防振材の粘性減衰係数	(N·sec/cm)	
C_c : 臨界減衰係数	(N·sec/cm)	$C_c = 2\sqrt{m \cdot K}$
ζ : 減衰比	(—)	$\zeta = \frac{C}{C_c}$
$f n$: 防振系固有振動数	(Hz)	$f n = \frac{\omega n}{2\pi} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K}{m}}$
f : 機械の振動数	(Hz)	$f = \frac{\omega}{2\pi}$



[図:6つの固有振動(数)]

防振材で支持された物体は、図に矢印で示すように6つの固有振動を有します。しかし、一般に防振設計はZ軸方向のみ行なっても問題がない場合が多く、またこの方が計算も簡単なので、以下Z軸方向の固有振動数 fn_z の計算式を示します。

$$fn_z = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{Kd \cdot 1000}{m}}$$

Kd : 防振材のZ軸方向動ばね定数(N/mm)
 m : 防振材で支持する質量(kg)

防振理論・その他資料

4 簡易選定例(建築用防振一般)

空調機器等を防振支持する場合、簡易的に以下の表にて選定する場合もあります。

防振装置の選定は、対象とする加振力・加振周波数、防振支持時の荷重、希望の防振効果(振動伝達率)等から選定・決定されますが、ここでは当社の実績に基づく簡易選定表による防振選定の例を示します。

建物の構造により、柔構造と剛構造に大別しその建屋用途と対象機械より防振等級を選択します。次に防振等級線図より、対象機械の振動数と等級から、それに見合う防振材を選定します。

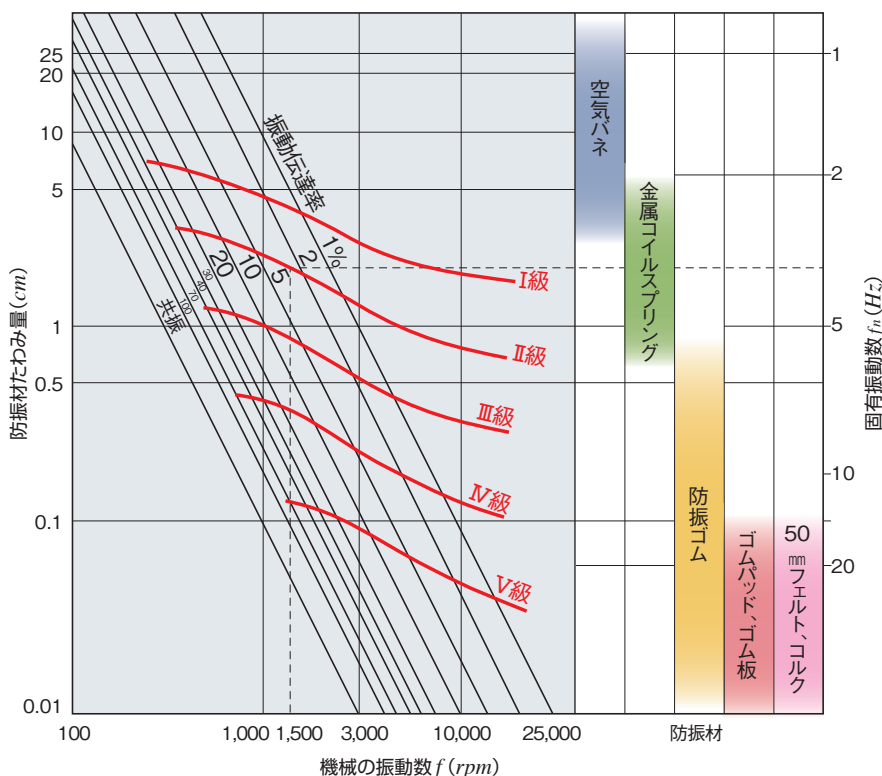
一例として、高層建屋におけるマンションの上層階に大型送風機(1500rpm)を設置する場合、建屋構造は柔構造であり、「鉄骨、軽量コンクリートにおける中間、上層階」における「マンション」用途と「大型送風機」機械との交差する等級は「等級II」となり、次に防振等級線図より1500rpmと「等級II」との交点より「金属コイルスプリング」が選定できます。

■推奨される防振等級

×印は設置不適
○印は別途固体音絶縁を考慮すること。

建物の構造 機械設置場所	建物の用途または 機械室近傍における 部屋の用途	機 械						
		送風機			ヒートポンプ		空調機 (チャンバーの 弾性振動 を対象)	冷却塔
		小 型 #2½ 以下	中 型 #5½ 以下	大 型 #6 以上	スクルー 型	レシプロ 型		
鉄骨 中問、上層階 軽量 コンクリート	スタジオ、音楽ホールなど	II	I	I	×	×	II	I
	ホテル、マンション	III	II	II	I○	I○	II	II
	役員室、会議室	III	II	II	I○	I○	III	II
	レストラン	IV	III	II	I	I	III	III
	オフィスビル	IV	III	II	I	I	III	III
	デパート	IV	IV	III	II	II	IV	IV
	その他	IV	IV	IV	II	II	IV	IV
鉄筋 コンクリート(重コン)	スタジオ、音楽ホールなど	II	I	I	×	×	III	II
	ホテル、マンション、一般住宅	III	II	II	I○	I○	III	II
	役員室、会議室	III	III	II	I	I	III	III
	学校、レストラン	IV	III	III	I	I	III	III
	オフィスビル	IV	III	III	II	II	IV	IV
	デパート	IV	IV	III	II	II	IV	IV
	その他	IV	IV	III	II	II	V	IV
地階	床下水槽	V	IV	IV	III	II	V	
	床下地盤	V	V	V	III	II	V	

■防振等級線



5 ゴム材料

5.1 ゴム種別の特長

性質	天然ゴム (NR)	クロロブレンゴム (CR)	ニトリルゴム (NBR)	ブチルゴム (IIR)	スチレン・ブタジエンゴム (SBR)	シリコーンゴム (SI)
使用温度	~60℃	~80℃	~80℃	~80℃	~70℃	~180℃
金属との接着性	◎	◎	◎	○	◎	×
抗張力	◎	○	○	△	○	×
伸び	◎	◎	◎	○	○	△
内部粘性	○	◎	◎	◎	◎	○
耐クリープ性	◎	△	△	×	○	◎
耐摩耗性	◎	○	◎	△	◎	×
耐亀裂性	○	◎	△	◎	○	○
引裂抵抗	◎	○	○	○	△	×
// (浸油後)	×	△	◎	×	×	×
耐油性(潤滑油)	×	○	◎	×	×	×
耐日光・オゾン性	△	◎	○	◎	△	◎
耐老化性	△	◎	○	◎	○	◎
耐熱性	△	◎	◎	◎	○	◎
耐寒性	◎	○	×	△	○	◎
永久ひずみ	◎	○	○	△	◎	◎
加工性	◎	○	○	○	○	○
コスト	中	中	高	中	低	極高

◎:優、○:良、△:可、×:不適

5.2 防振ゴムの動的倍率・ゴムかたさ

動ばね定数と静ばね定数の比を動的倍率と呼び、ゴムの種別、配合、かたさ等により異なります。また、この値は、振幅・周波数等により変化しますが、一般的な防振ゴム材料の動的倍率、ゴムかたさは概略以下となります。

ゴムかたさ H_A	動的倍率 K_d / K_s	呼び方	
42前後	約1.1	軟	ナ
54前後	約1.3	中軟	チ
63前後	約1.6	硬	カ

注) K_s :静ばね定数
 K_d :動ばね定数

5.3 防振ゴムの減衰特性

一般に防振ゴムの減衰特性は、力学的損失係数 η で表され、共振点では $\eta=2\zeta=2C/C_c$ となります。主たる防振材とその他材料のおよその減衰特性を以下に示します。

材質	損失係数 $\eta=2C/C_c$	減衰定数 C/C_c	共振倍率
天然ゴム	0.05~0.15	0.025~0.075	6.7~20
クロロブレンゴム	0.15~0.3	0.075~0.15	3.3~7
ブチルゴム	0.25~0.4	0.125~0.2	2.5~4
コイルスプリング	0.005	0.0025	200
鋼材	0.004	0.002	250
鑄鉄	0.02	0.01	50
みかげ石	0.04	0.02	25

6 防振ゴム使用上の注意事項

- 許容荷重は、防振ゴムにかかる静荷重+動荷重の合計が、各防振ゴムに定められている許容荷重範囲内に入るようにして下さい。なお、動荷重が不明の場合は、静荷重が許容荷重の70%程度の範囲で選定することを推奨します。
- 防振ゴムのゴムと金具の間に引張荷重が作用するような取り付け方法は避けて下さい。
- 防振ゴムには、取り付け時に切傷等つかないようにご注意下さい。
- ねじれた状態での取り付けも避けて下さい。
- 防振ゴムのゴム表面には、塗料を塗らないようにご注意下さい。
- 防振ゴムの周囲をモルタルで仕上げるときは、ゴム部に達しないようにご注意下さい。
- 一時的に高温の熱が作用するときは、ぬれ雑巾等にて冷却して下さい。
- 水中、海水にさらされる環境での使用は避けて下さい。
- 定期点検等にて、ゴム接着部の異状、ゴム割れ、金具の腐食等の異常のなきこと。また、異常が認められる場合は速やかに交換することを推奨します。
- ネジの締付は、以下の締付トルク推奨値を参考にして決定して下さい。

ネジ径	M6	M8	M10	M12	M16	M20
締付トルク $N\cdot m$ ($kgf\cdot m$)	4.8 (0.49)	12 (1.22)	24 (2.45)	42 (4.3)	108 (11)	210 (21.5)

7 単位換算表

量	SI単位	従来単位	換算
力、荷重	N	kgf	$1kgf=9.8N$
ばね定数	N/mm	kgf/mm	$1kgf/mm=9.8N/mm$
強度、応力、圧力	MPa	kgf/cm^2 (又は N/mm^2)	$1kgf/cm^2=0.098MPa(N/mm^2)$ $1kgf/mm^2=9.8MPa(N/mm^2)$
モーメント、トルク	$N\cdot m$	$kgf\cdot cm$	$1kgf\cdot cm=0.098N\cdot m$
剥離強度、引裂き強さ	N/mm	kgf/cm	$1kgf/cm=0.98N/mm$
加速度	m/sec^2 cm/sec^2	G gal	$1G=9.8m/sec^2$ $1gal=1cm/sec^2$

$1kgf=9.80665N$ であるが、簡便のため 9.8 を採用します。

Creating for the Future

昭和電線ホールディングス株式会社
SWCCグループの持株会社

昭和電線ケーブルシステム株式会社
電線・ケーブル、電力機器部品、光・通信ケーブル、
精密デバイス、免震装置、振動制御機器の総合メーカー

富士電線株式会社
LANケーブル、消防用電線、通信ケーブル、ビニル電線

株式会社ダイジ
機器用電線、ワイヤハーネス

株式会社SDS
SWCCグループの総合商社

株式会社アクシオ
ネットワークソリューション

株式会社ユニマック
エナメル線、横巻線

昭和電線ケーブルシステム株式会社

デバイス営業部	〒210-0024	神奈川県川崎市川崎区日進町1-14(キューブ川崎)	☎(044)223-0545
関西支店	〒530-0004	大阪市北区堂島浜1-4-16(アクア堂島西館)	☎(06)6345-1151
中部支店	〒460-0003	名古屋市中区錦2-14-21(円山ニッセイビル14F)	☎(052)218-6011
北海道支店	〒060-0034	札幌市中央区北4条東1-2-3(札幌フコク生命ビル)	☎(011)241-7631
東北支店	〒980-0811	仙台市青葉区一番町3-3-6(星和仙台ビル)	☎(022)222-3322
中国支店	〒730-0036	広島市中区袋町4-25(明治安田生命広島ビル)	☎(082)248-3773
九州支店	〒810-0004	福岡市中央区渡辺通3-6-11(福岡フコク生命ビル9F)	☎(092)712-8641

www.swcc.co.jp/

E-mail: scs@cs.swcc.co.jp



注意

本製品は、取扱説明書などをよくお読みのうえ、正しくお使いください。

取扱代理店

- 価格・納期等は弊社営業または代理店までお問合せください。
- 当カタログに記載された仕様・外観の一部を予告なしに変更することがあります。
- 詳細は別途仕様書・図面等でご確認ください。