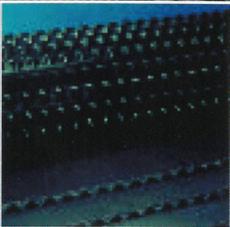


USM[®] 路盤マット



振動と固体伝搬音を低減する路盤マット

はじめに

鉄道の振動・騒音は、主に次のような原因によって発生すると考えられます。

- 車輪が真円でない
- 車輪にフラットな箇所がある
- レールの波状摩耗
- 軌道変位
- 分岐器通過時
- 路床の不均一

こうして生じた振動は、さまざまな振動数範囲で、人間、建物、あるいは技術設備に悪影響を及ぼす可能性があります（図1参照）。

都市部の軌道は、周辺に建物が密集し、しかも住民意識が高まっていることから、適切な防振・防音対策を講じる必要があります。こうした対策をとらないと、隣接する土地と建物の価値が損なうことになりかねません。

新設区間の計画に当たっては、当該区間の構造物に隣接する地域が、今後どのような都市発展を遂げるか、あらかじめ考慮する必要もあります。

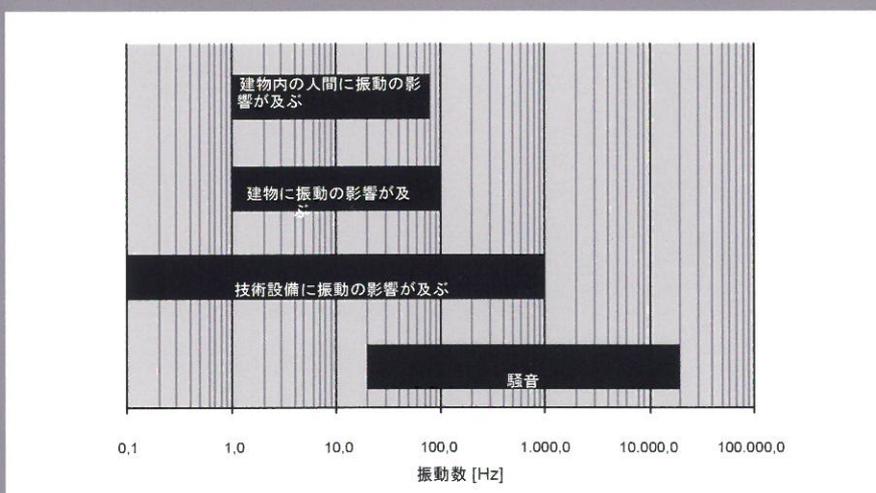
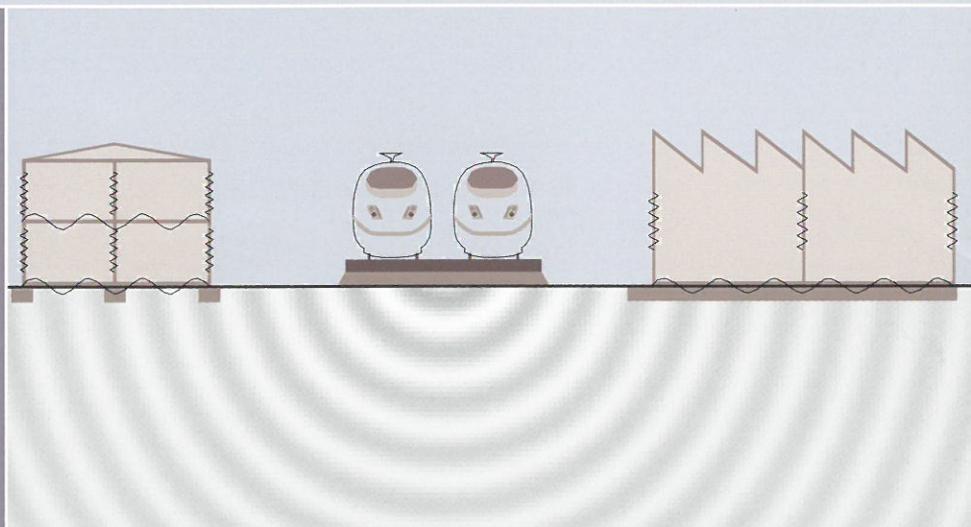


図1：振動が人間、建物、設備におよぼす影響と振動数範囲

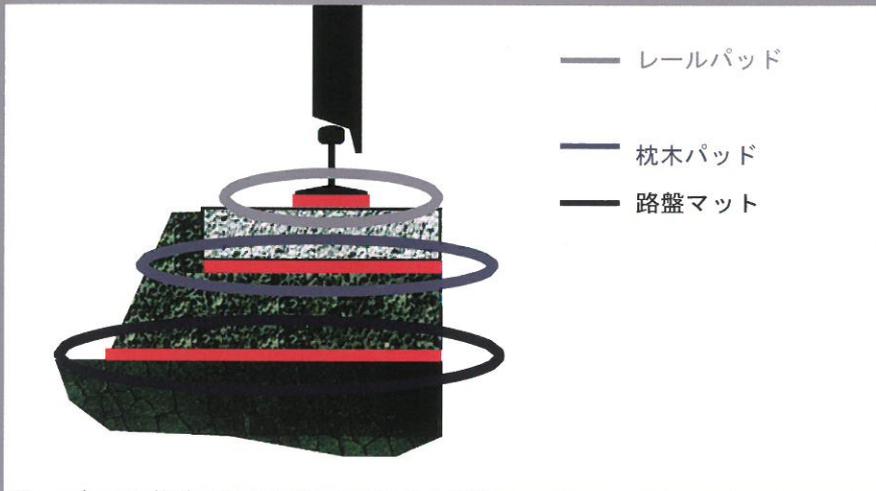


図2：バラスト軌道における弾性エレメントの配置

防音・防振対策は、早い段階で計画に組み込まなければなりません。既存の構造物に後から対策を講じるとなると、相当な費用と手間がかかります。振動と固体伝搬音を効率的に低減するためには、目的に合った弾性エレメントを選ぶ必要があります。

USM®路盤マットは、高品質の天然ゴムと合成ゴムからなる定評あるエラストマー製品で、列車の走行により生ずる騒音および振動低減のために非常に有効です。さらに軌道の特性が均一化されるという利点があります。

図2はバラスト軌道の模式図で、どのレベルに弾性エレメントが挿入されているかを示しています。

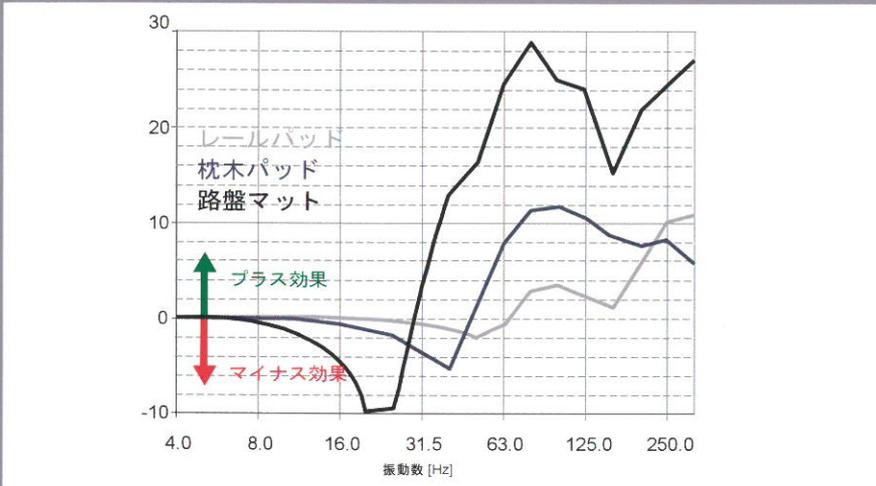


図3：バラスト軌道における弾性エレメントの挿入損失

図3は、3種類の防音対策の効率（挿入損失）を示したものです。

原則的には、車輪/レール接触部から位置が離れていればいるほど、低減対策の効果が大きくなります。これは弾性層の上方の質量が増加し、それによってシステムの固有振動数が低下するからです。

計画時の注意

防振・防音対策の計画時には、DIN 4150（建物における振動に関するドイツ規格）等の規格が要求している限界値（振動数に依存する許容振動速度）を考慮する必要があります。対象となる建物内では、この限界値を上回ってはなりません。軌道新設区間では騒音予測プログラムを使って、対策を講じることにより、列車運行時に限界値をどの程度上回るか予測が可能です。隣接する建物の構造上の条件も関係があります。限界値の逸脱の度合いと振動数領域から、どのような対策が必要かを割り出します。

図4のグラフは、バラスト軌道用USM[®] 路盤マットと軽量マス・スプリング・システムの騒音低減効果を、隣接建物の床タイプ別に比較したものです。

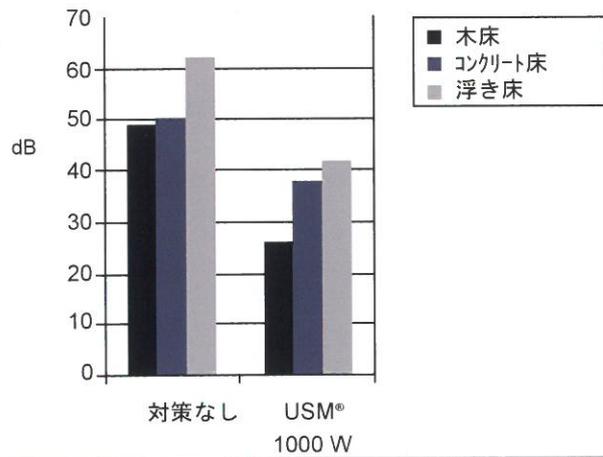


図4：床タイプ別の路盤マットの効果

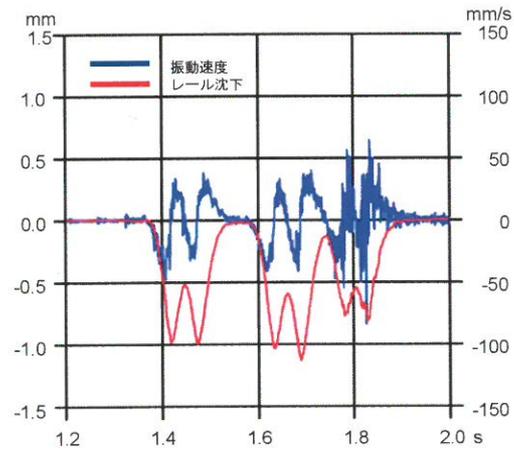


図5：通過列車の振動速度とレール沈下の測定例



最適な防振・防音システムを選ぶには、鉄道車両と軌道を一体化したシステムとしてとらえる必要があります。状況を詳しく把握せずに弾性エレメントを選択すると、後から修正がきかないような結果を招いたり、かえって振動・騒音がひどくなったりする場合があります。考慮しなければならないのは、次のような影響要因です。

- 車両の特性
- 運転速度
- 軌道の形状
- 基礎・下部構造の特性
- 要求されているシステム固有振動数

選択基準

用途

USM®路盤マットは、荷重の支持層がある次のような場所に使用します。

- トンネル
 - 橋梁
 - 高架線
- (図6~9)

コンクリート橋は、バラストを保護するために基本的に路盤マットを使用する必要があります。鋼橋の場合には、騒音を低減するため、やはり路盤マットが有効です。

USM®路床路盤マットは、あらゆる軌道タイプに適しています。



図6：バラストを敷く前のトンネル内のUSM®路盤マット



図7：コンクリート橋に敷設されたUSM®路盤マット（バラストを敷く前）



図8：コンクリートの下に敷設されたUSM[®] 路盤マット

バラストの下に路盤マットを敷くことにより、騒音・振動の低減以外にも次のような利点があります。

- バラストの劣化を抑える（路盤にかかるエネルギーが弾性エレメントによって変化し、バラストの損傷を防止）
- 軌道の長期安定性向上
- 動的輪重の減少
- 軌道および車両の応力低減
- バラスト層を薄くできる（死荷重の低減は、特に橋梁では大きな利点）
- 軌道保守費用の低減
- 耐久性に優れているので、交換は不要
- 耐用年数は60年以上（＝軌道の耐用年数）



図9：USM[®] 路盤マットが敷設されている橋

バラスト軌道

スラブ軌道

従来からあるバラスト軌道に代わって、近年ではさまざまなタイプのスラブ軌道システムの建設がさかんです。このシステムの利点は、保守費用が低く抑えられることですが、その一方で軌道の剛性が高いというマイナス面があります。特に橋梁の場合、騒音と振動の問題を避けては通れません（図10）。

路盤マットはコンクリート層の下に組み込む、いわば「埋込型枠」のようなものです。こうした構造は、「軽量マス・スプリング・システム」と呼ばれています（図11）。弾性エレメントを挿入することにより、軌道の弾性がアップし、騒音と振動を大幅に抑えることができます。



図10：サンパウロのピニエイロス川にかかる斜張橋（ブラジル）

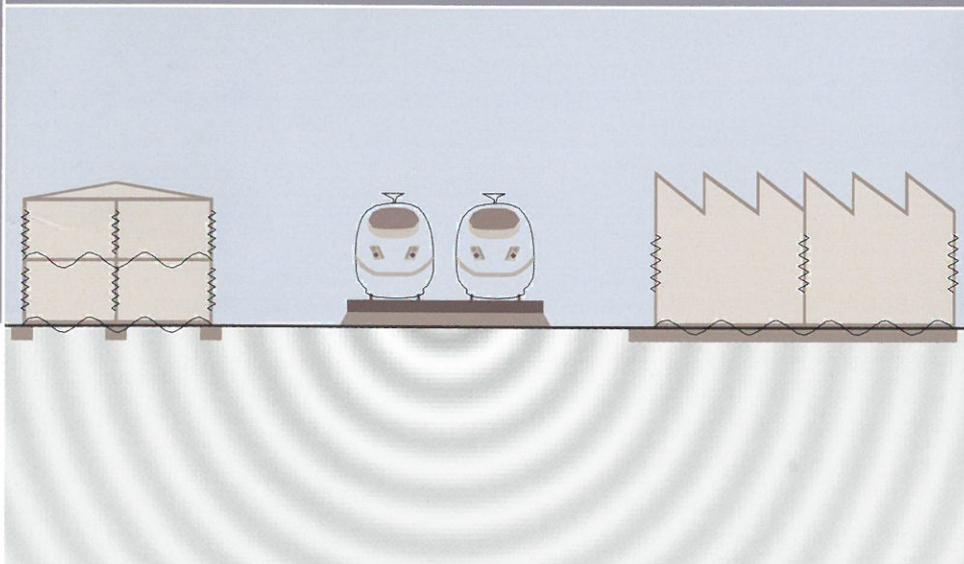


図11：軽量マス・スプリング・システムとUSM[®] 路盤マット



図12：路面軌道の軽量マス・スプリング・システムとUSM®路盤マット

なお一層の騒音低減が求められる場合、あるいはお客様の要望で弾性エレメントを交換するような場合には、重量マス・スプリング・システムを使用することもできます。このシステムは、重いコンクリート部材（バラスト層有り、または無し）を個別のエラストマー支承で、いわば点で支持します。詳しくは当社の製品一覧の「マス・スプリング・システム用エラストマー支承」の項をご覧ください。



線路のすぐ近くにある建物は、振動の影響にさらされます。こうした建物には、エラストマー・マットを組み込むと非常に効果的です。マットはたとえば基礎スラブの下または地下室の天井など、十分な剛性のある下地に設置します。後者の場合には、地下室の壁にもマットを設置すると効果が万全です。

重量マス・スプリング・システム および建物の弾性支承

製品案内

概要

USM®路盤マットは1977年から世界中で高い評価を得てきました。各国の100都市余りのプロジェクトに採用され、設置総面積は70万m²になります。豊富な製品ラインアップにより、振動をめぐるほとんどすべての問題に適切なソリューションを提供することが可能です。

Calenberg Ingenieure が開発した挿入損失測定用の診断プログラムは、現実に即した予測結果を出すことができますから、各プロジェクトに最適な製品をご選択いただけます。

必要な計算はサービスとして行っています。また適用技術に関するご相談に応じるほか、ご要望に応じて敷設作業員の研修や現場における監督を行うことも可能です。

USM®路盤マットの特長

- 抜群の固体伝搬音遮断性能
- 軌道および車両部材の負荷を軽減
- レールの波状摩耗を低減
- 動的剛性を抑える
- 電気絶縁性が非常に優れている
- 特殊なケースにも対応可能
- 卓越した耐老化性、耐候性
- 耐用年数は60年以上

USM®路盤マットは3シリーズからなり、さまざまな剛性の多種多様な製品がそろっていますから(図13参照)、路面電車、地下鉄、通勤列車、幹線鉄道のすべてにお使いいただけます。

マット型式	幅 [mm]	重量 [kg/m ²]	厚さ [mm]	静的地盤係数 [N/mm ³]
USM® G-1015	1500	14,0	15	0,100
USM® G-1023	1500	18,5	23	0,060
USM® G-1027	1500	22,0	27	0,030
USM® G-1032	1500	26,0	32	0,024
USM® 1000 W	1536	14,0	30	0,019
USM® 2020	1536	13,0	27	0,020
USM® 2025	1536	13,0	27	0,025
USM® 2030	1536	13,0	27	0,030
USM® 3000	1536	13,0	27	0,046
USM® 4010	1554	11,0	14	0,100
USM® 4015	1554	11,0	14	0,150

図13：路盤マットのテクニカルデータ



図14 : USM® 1000, 2000, 3000シリーズ

USM®1000,2000,3000シリーズ

このシリーズは、裏側に円錐台状のスプリング・エレメントが付いているのが特徴です。この構造には、次のような利点があります。

- マットの下から排水が可能
- 空気が十分通るのでマットの裏側が結露しない

USM®路盤マットは、Deutsche Bahn AG (ドイツ鉄道) 技術仕様書 TL 91 80 71 の要件を満たしています。常に厳しい品質管理を行って一定の品質を保ち、DIN EN ISO 9001に準拠した品質マネジメントシステムのもとで生産されています。

USM®路盤マットは下記の試験機関で検査および認可を受けています。

- ミュンヘン工科大学
- ベルリン工科大学
- アーヘン工科大学
- DB VersA ミュンヘン
- TÜV ラインラント
- SNCF
- ヘキストAG
- ミュラーBBM
- EMPA (スイス)



図15 : USM® G-1000シリーズ

USM®G-1000シリーズ

このシリーズの路盤マットはゴム顆粒の減衰層があり、その表と裏に耐摩耗性に優れたクロロプレンの保護層が付いています。そのため、減衰層はバラストなどによって損傷する心配がありません。



図16 : USM® 4000シリーズ

USM® 4000シリーズ

表面が凹凸になっているこのシリーズは、特に高速走行区間のために開発されました。

各シリーズのマットの測定報告書および試験報告書、データシートが必要な場合には、お気軽にご用命ください。

適合性証明

図17および図18は、路盤マットUSM® G-1023またはUSM® 1000 Wを使用した場合に、振動速度が周波数に依存してどのように減衰するかを、路盤マットを敷設していない従来のバラスト軌道と比較したものです。

Calenbergの路盤マットは、特許法により国際的に保護されています。USM®はCalenberg Ingenieure GmbH社の登録商標です。

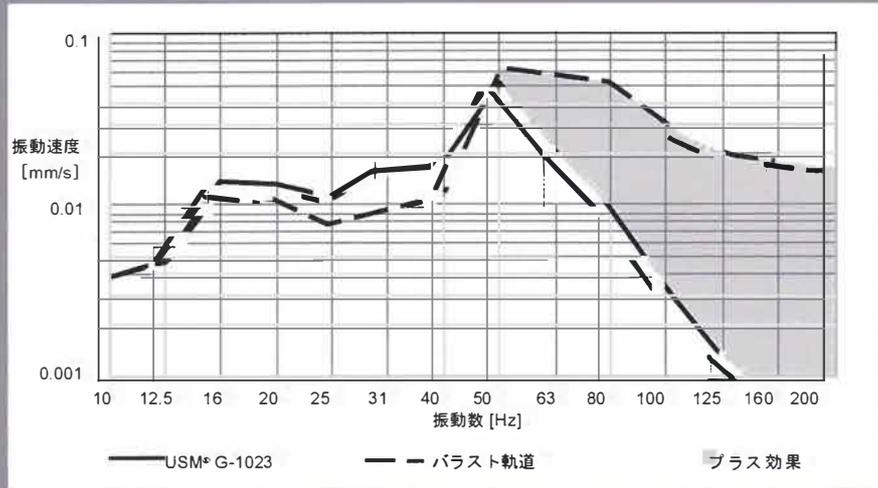


図17 : USM® G-1023の效果

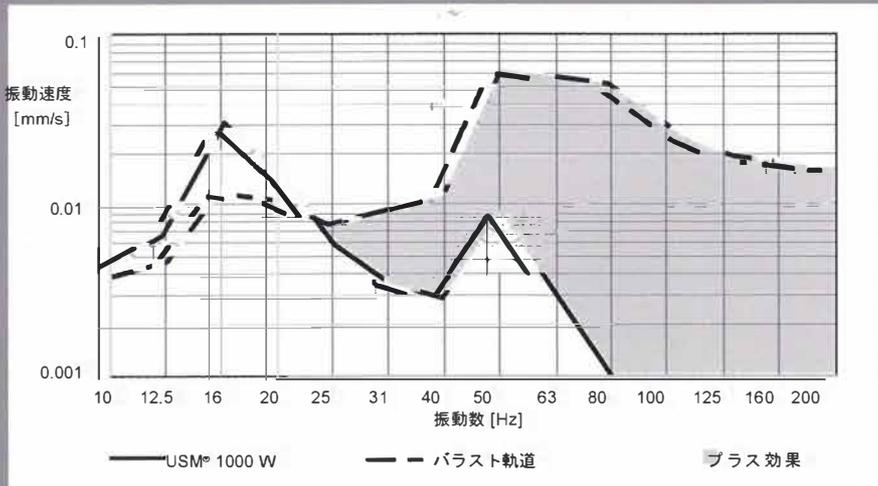


図18 : USM® 1000 Wの效果

この印刷物の内容は、長年にわたる研究と豊富な適用経験から導き出されたものです。すべての記載データと注意事項は最新の知見に基づいていますが、製品特性を保証するものではありません。したがって使用者は製品の適性を独自に試験し、第三者の工業所有権を侵害していないかどうか確認する必要があります。この印刷物に基づくアドバイスに関しては、いかなる種類のものでも、いかなる法的根拠も、損害賠償の責任は免除されます。さらなる製品開発により、技術上の変更が行われる可能性があります。

Calenberg Ingenieure GmbH
Am Knübel 2-4
D-31020 Salzhemmendorf / Germany
Tel. +49(0) 5153/94 00-0
Fax +49(0) 5153/94 00-49
info@calenberg-ingenieure.de
http://www.calenberg-ingenieure.de

お問い合わせ先

NOVOtan Japan

<https://www.novotanjapan.jp>



日本総代理店
株式会社ノボタン・ジャパン
〒464-0855 名古屋市中種区千種通6丁目29番地
Tel. 052-741-4121 Fax 052-731-6870
Mail. info@novotanjapan.jp