ヒートポンプに静穏性を

- 適切な振動対策が、仕事や生活に悪影響を及ぼす騒音を防ぐ
- なぜポリウレタンがヒートポンプに最適な選択なのか
- 一次騒音をさらに7 dB(A)低減する方法

getzner

コンプレッサーの振動と固体伝播音に、より注目することが重要な理由。

「うるさい。ポンプ音のせいで眠れない。」これは、ポンプの製造や取付に関わる方、そして購入されたお客様の恐らく全員が経験することではないでしょうか。低周波の唸り音を聴いているとイライラさせられるものです。騒音とその日常生活への影響についての意識がますます高まる今、それは当然のことです。

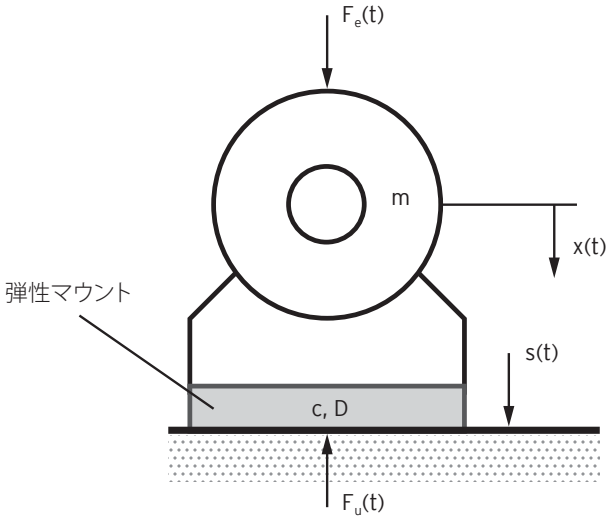
脱炭素は、現在熱心に議論されている話題です。これは、英国の国内再生可能熱インセンティブのような政府規制につながります。世界の多くの国で、住宅の暖房効率を高めるため、ヒートポンプの設置を推奨しています。この動きにより、ヒートポンプが普及し、私たちは問題に直面することになるでしょう。複数世帯が同居する住宅など、私たちの住まいは皆、より近隣と密接になりつつあります。都市部だけでなく、国内全体においてもそうです。数々の研究によると、騒音および騒音減少は今後ますます重要な課題になっていくことが分かっています。

つまり、私たちはヒートポンプから発生する騒音源により注意を向ける必要があります。当社では、製品の設計や設置を検討する際、空気伝搬音だけでなく固体伝播も配慮しています。固体伝搬音の発生と伝播の抑制が騒音低減に重要な役割を果たします。一言でいうと防振です。

コンプレッサーは、あらゆるヒートポンプの心臓部分にあたります。「騒音の少ないポンプモード」はよく宣伝されており、また高く評価されています。その高評価は、騒音の中でも一次空気伝播音について与えられたものです。多くのケースでは、このような「サイレントモード」にはインバーターコンプレッサー技術が使用されています。このため、コンプレッサーのモーター速度は実際のニーズに合わせて制限されるため、ヒートポンプを最大活用するうえで非常に効率的な方法といえるでしょう。しかし、皮肉にも、モーター速度を落とすことによってコンプレッサーの励起周波数も変更および低減されるため、避けるべき低周波の不快な騒音がさらに増える結果になってしまうのです。

したがって、一次空気伝搬音のみに焦点を当てると、固体伝播音の影響を無視することになります。測定結果が示すように、効率的な振動対策を施したヒートポンプは、騒音レベルがさらに低くなります。そして何より、一般家庭に設置されたヒートポンプで住民が通常直面する問題は、まったく発生しません。

コンセプトとソリューション



m [kg]	マシン重量
c [kN/mm]	弾性マウントのバネ定数
D	弾性マウントの減衰
$F_e(t)$ [N]	励振力
x(t) [mm]	マシンの変位
s(t) [mm]	床の変位
$F_u(t)$ [N]	基礎に伝達される力

物理的な観点から見ると、ヒートポンプは単一の重量振動システムを作り出します。

物理的な視点から考えると、弾性のある材料やマウント構造を使用することで、振動システムを作り上げることになります。これは単一の重量振動モデルを用いて記述され、共振または固有振動数を有します。固有振動数は、システムの重量mと弾性マウントの動的剛性cから導かれます。

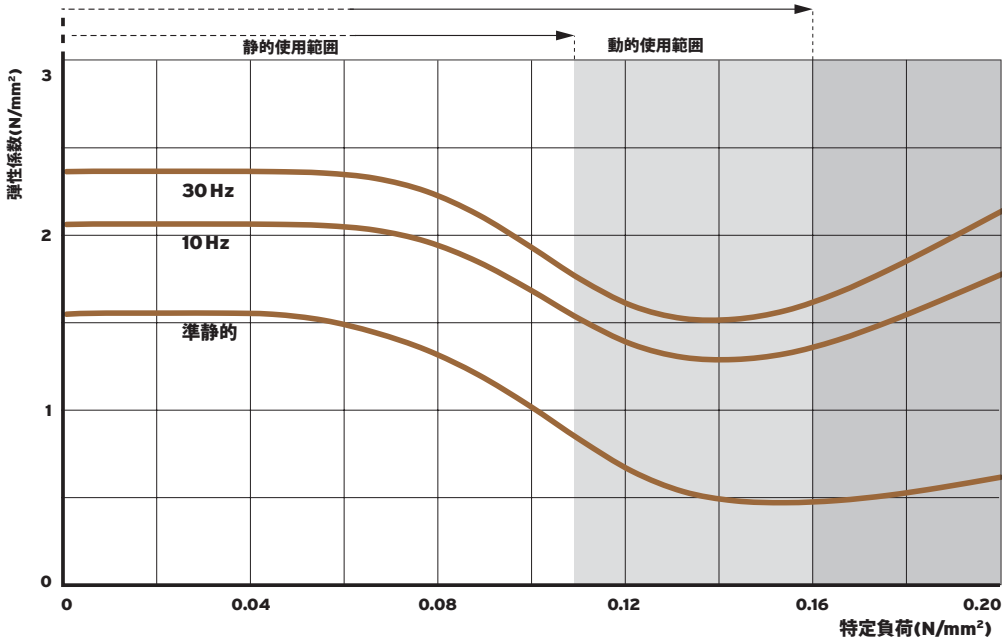
$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{c}{m}}$$

そして、外部刺激によって振動システムが励起され、振動が開始されます。このモデルでは、これを起振力としています。1つの重量発振器において防振効果を評価する際、外部刺激の励起周波数(f_e)と振動システムの固有振動数(f_0)の周波数比ηを考慮する必要があります。

$$\eta = \frac{f_e}{f_0}$$

防振効果が得られるのは周波数範囲が$f_e/f_0 > \sqrt{2}$の場合のみです。いわゆる低周波数調整は、システムの固有振動数f_0が機械的振動の最低周波数f_eの約1.41倍低い場合に発生します。

共振範囲$f_e/f_0 < \sqrt{2}$では、機械振動の増幅が、減衰装置とは無関係にすべてのケースで発生します。



ポリウレタン(PUR)材料は、弾性防振部品に最適です。従来のゴム材料に比べ、ポリウレタンは可塑剤を含まないため、弾性特性を何十年にもわたって一貫して保つことができます。

防振性能にさらに重要になるのは動的バネ定数です。動的バネ定数とは、特定負荷の元で発生する材料反応です。ポリウレタン材料を用いた機械防振材では、動的バネ定数を従来のゴムと比較して格段に抑えることができます。この柔軟性により固有振動数を低減することができ、また防振効果も高まります。

振動を最小限に、騒音を低減。騒音の少ないヒートポンプの実現。

ポイント

- システムの固有振動数を把握することは、最適な防振ソリューションを見つける上で重要です。
- 目的に合わせた特性を持つ材料(例:ポリウレタン(PUR))を使用することで、計算が容易になります。
- ポリウレタンは動的使用下で柔らかくなるため、より優れた防振効果につながります。

ヒートポンプの防振コンセプト

ポリウレタンが持続的かつ効率的な防振に適した材料と特定されたことで、防振設計や応用について議論できる段階に至りました。

ヒートポンプ全体の防振は、主に固体伝播音を低減します。

コンプレッサーの防振では、空気伝播音と固体伝搬音を低減できます。

防振の方法としては、ヒートポンプそのものを防振するか、内部のコンプレッサーを防振する、またはその両方を行うというものがあります。機械防振では振動が建物構造に伝わらないようにして固体伝搬音を防ぐのに対し、コンプレッサー防振は音の中でも一次空気伝播音に効果を発揮することができます。

詳細はこちら
コンプレッサー防振材の異なるコンセプトについて

getzner.com/heatpump

製品ソリューション

GetznerのIsotop®は、ポリウレタン材料のSylomer®、Sylodyn®、Sylodamp®と金属部品を組み合わせた多様な設備用防振材を提供し、容易にかつ効果的な設置が行えます。

ヒートポンプ全体の防振材

Isotop® DSD

Isotop® DMSN

Isotop® MSN-DAMP

Isotop® ENI

Isotop® SE pro

コンプレッサーの防振材

Isotop® MSN-DAMP

Isotop® Compact

Sylomer®/Sylodyn® Compressor Grommet (pro)

getzner.com/catalogue-hvac-en

固体伝播音の低減

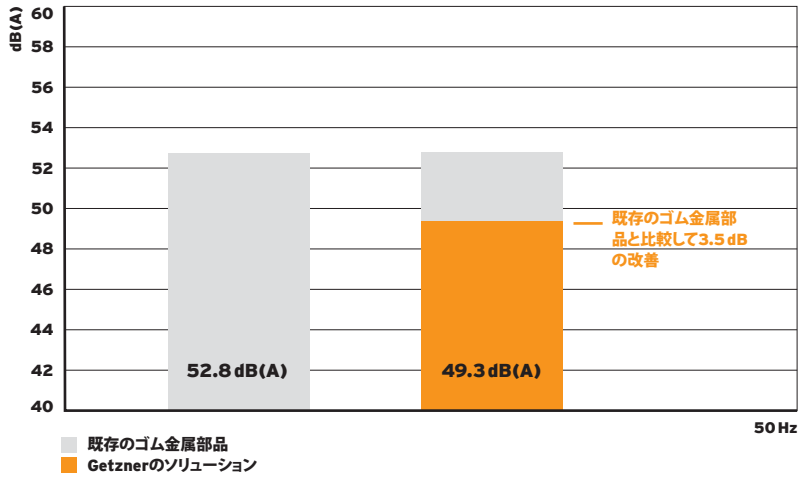
屋根裏空間における冷凍プラントの効果的な防振材

産業用コンプレッサーの弾性マウント

ある顧客は製造工場向けに3台の冷却装置を必要としており、これらは事務所エリア上部の屋根裏空間に並べて設置されました。ユニットごとに設置された2台のスクロールコンプレッサーから発生する固体伝播音は、下層階のオフィスで働くスタッフの日常業務を妨げていました。

既存のマシン用防振材（ゴム金属複合材）は期待される結果をもたらしませんでした。Getznerの技術者は、Sylodyn®点支持の設置前後において、コンプレッサーが生み出す騒音と振動を測定しました。固体伝播音の発生量は4～6 dB(A)低減されました（図1および図2）。防振効果は10 dB向上しました(図3)。これは、Getznerのソリューションが事務所エリアの労働環境を大幅に改善したことを意味しました。

図1:50 HZにおける空気伝播音レベルの改善(1システム稼働時)



システムに設置されたスクロールコンプレッサー

図2:50 HZにおける空気伝播音レベルの改善(全システム稼働時)

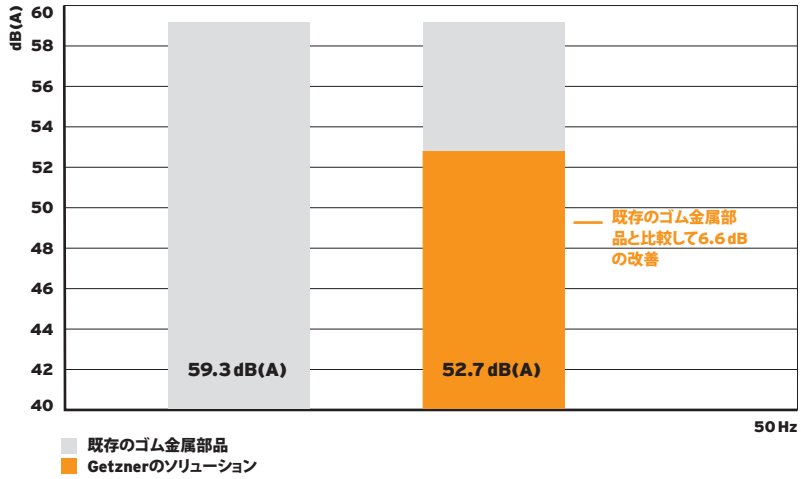
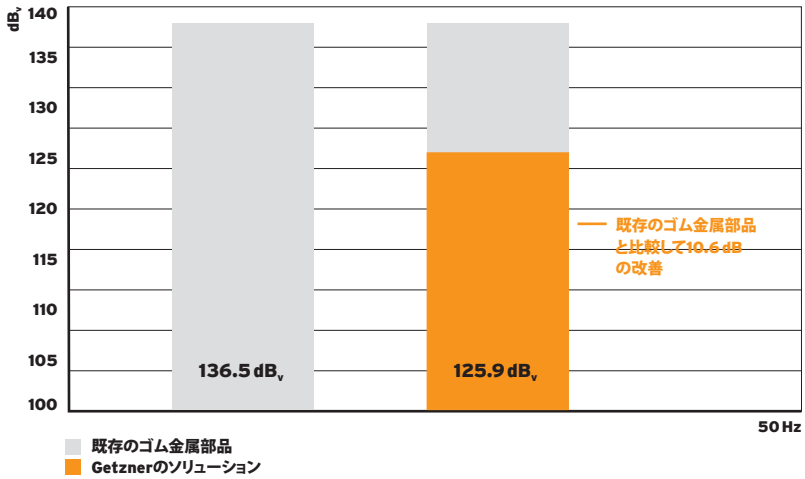
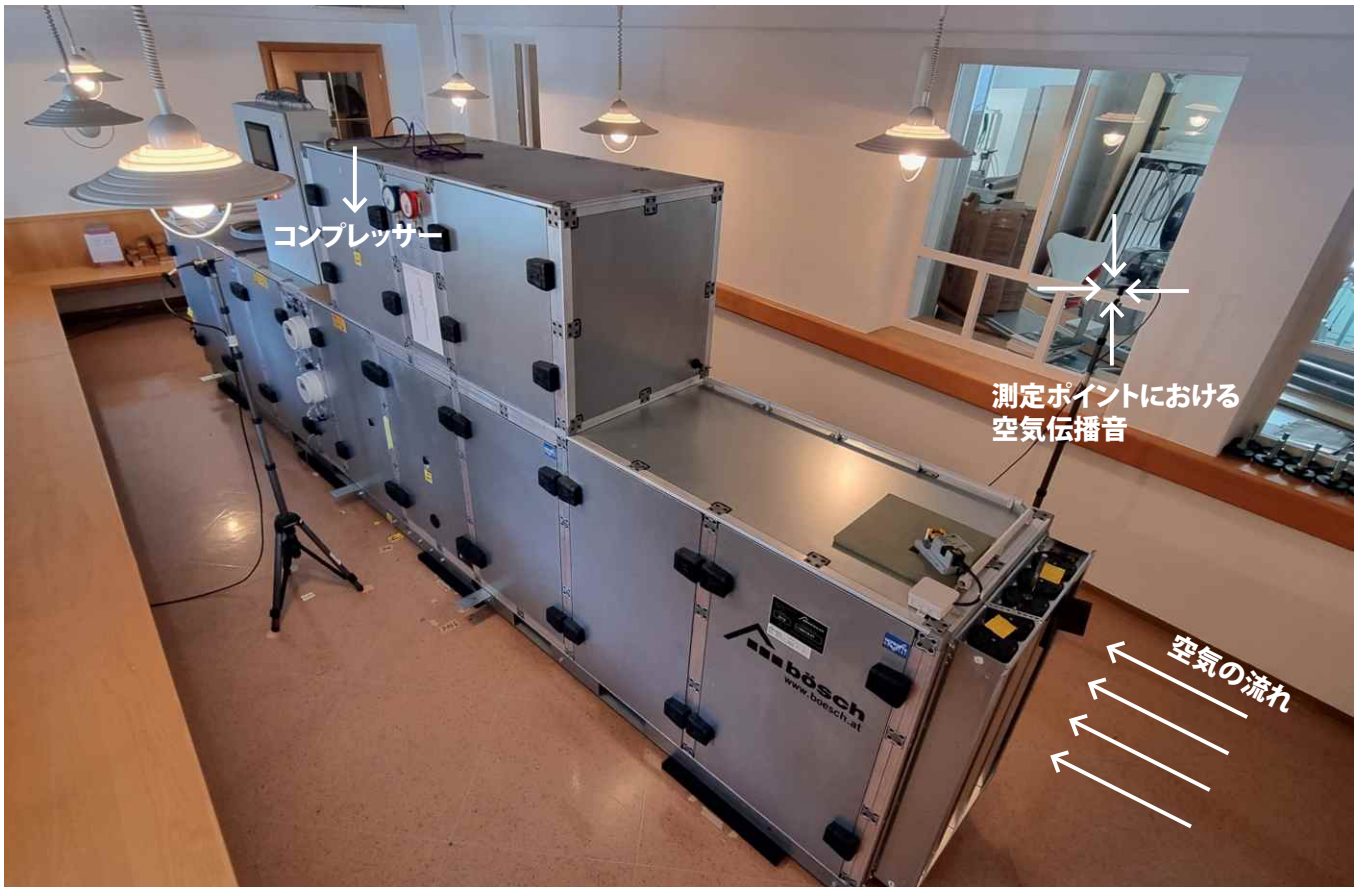


図3:50 HZにおける振動加速度



一次空気伝播音の低減



空気伝播音の測定設定

コンプレッサーの弾性マウント

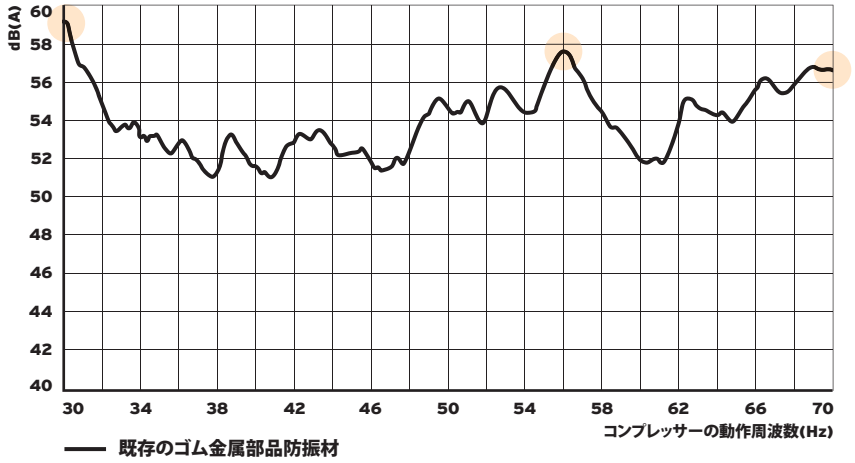
コンプレッサーの異なる弾性マウントが一次空気伝播音に及ぼす影響を比較するため、コンパクト空調ユニットを用いて測定を実施しました。

主な励起はGEA Bock製冷媒圧縮機から発生していました。周波数変換器により、動作周波数を30 Hzから70 Hzの間で調整することが可能となりました。ファンは公称最大性能の30 %に設定されていました。防振材が一次空気伝播音に及ぼす影響を測定するため、ユニット周囲に4つのマイクロフォンを設置しました。

コンプレッサー自体は4箇所の点支持で設置されていました。既存のゴム金属部品とIsotop® MSN-DAMP製品を比較しました。

コンプレッサーを4箇所に設置
Isotop® MSN-DAMP製品

絶対音圧レベルDB(A)既存ゴム金属防振材(4回の測定値の平均値)



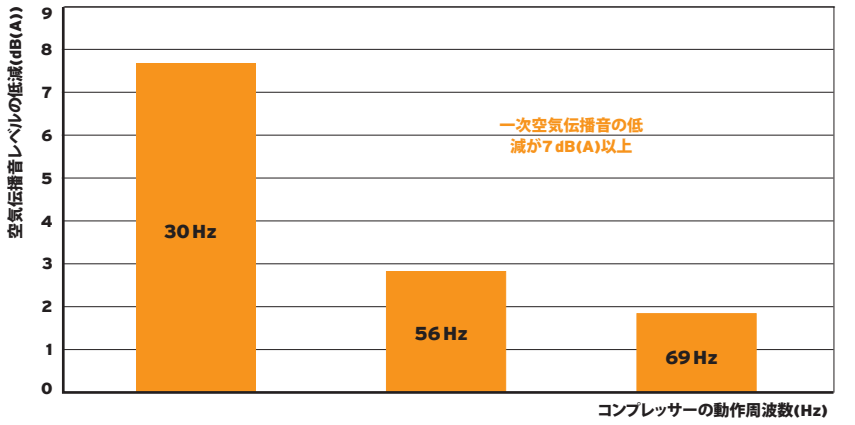
既存のゴム金属防振材を用いた最初の測定では、コンプレッサーの運転周波数をゆっくりと継続的に増加させました。マイクロフォンの信号を記録し、A特性空気伝播音圧レベルを測定しました(4回の測定値の平均値)。30 Hz 56 Hz 69 Hzのインバーター周波数における音響放射の最大値が明瞭に確認できます。

この最初の測定後、装置をIsotop® MSN-DAMP製品に変更しました。右のグラフは、ゴム金属防振材と比較した空気伝播音放射の測定減少率を示しています。最大7.7 dB(A)の差が測定されました。特に低負荷運転時(コンプレッサー低速運転時:インバーター周波数30 Hz)において顕著でした。

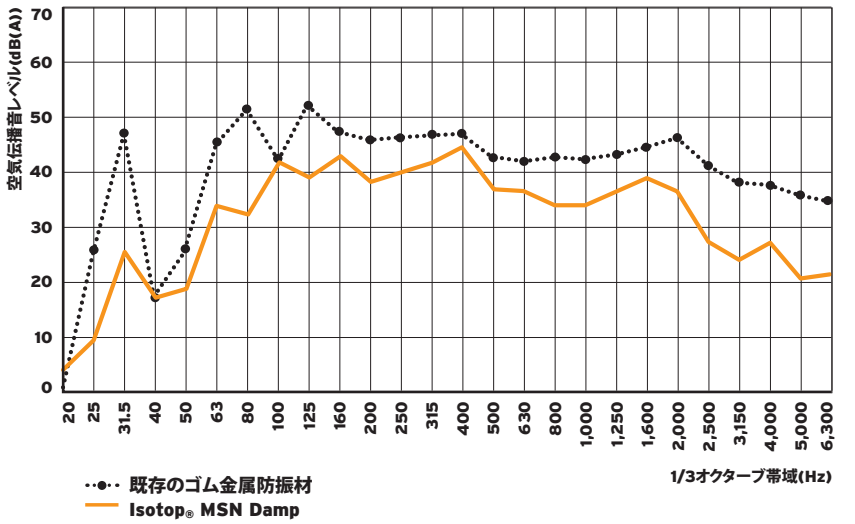
インバーターコンプレッサー技術を利用したヒートポンプは、効率性へ極めて好ましい効果をもたらすため、この業界における最先端技術となっています。したがって、当社は、適切に設計された防振を利用した場合における、運転時のコンプレッサー周波数(即ち、部分負荷領域)変更が一次空気伝播音に及ぼす影響に非常に強い関心を抱きました。

動作周波数30 Hzにおいて周波数領域(1/3オクターブスペクトル)を観察した場合には、明らかな改善が確認できます。改善が可聴周波数帯域全体にわたってほぼ均一に生じていることは注目に値します。

既存のゴム金属防振材と比較したIsotop® MSN-DAMPによる空気伝播音レベルの低減



コンプレッサー動作周波数30 HZにおける空気伝播音の1/3 オクターブスペクトル



White Paper Heat Pump JA © Copyright by Getzner Werkstoffe GmbH
10-2025 | Subject to change without notice.

WMUF.AT

当社は環境に配慮した印刷を行っています。

騒音の少ないヒートポンプの実現方法

- エンジニアリングサポートを受け、そのサポート内容を製品設計のできるだけ早期段階で取り入れる。
- 振動発生源のできるだけ近くに設置する（例：コンプレッサーの防振）。
- 動的使用時でも弾性力を持つ防振材を選ぶ。
- 固有周波数の低い防振材を選び、部分的な特定負荷がある場合にコンプレッサーから効率的に振動絶縁できるようにする。
- 一貫した性能を長期的に維持できる防振材を選ぶ。言い換えれば、軟化剤(時間経過で硬化する）材料を避けること。

ヒートポンプに最適な製品を選ぶのは非常に簡単です。
当社のオンライン製品選択ツール「EquipCalc」は、すばやく直感的に操作でき、常に最新のデータを適用しています。今すぐ登録を！

getzner.com/equipcalc

日本ゲッツナー株式会社
〒103 - 0011
東京都中央区日本橋大伝馬町6 - 8
PMO日本橋大伝馬町 7 階
T +81-3-6842-7072
info.tokyo@getzner.com

Getzner Werkstoffe GmbH
Herrenau 5
6706 Bürs, Austria
T +43-5552-201-0
info.buers@getzner.com

getzner.com