

パイロジェル™ XTEを用いた 鉛レス仕様防音ラギング工法の紹介

基幹産業事業本部 プラント技術部 環境対策課

1. はじめに

本誌410号にて紹介しましたように、ニチアスでは「『断つ・保つ』®で明るい未来へ」のコーポレートスローガンのもと、「プラント向け工事・販売事業」にてプラントにおける防音に関する事業を行っています¹⁾。その中でもプラントにおける防音対策の中心的な役割を持つ防音ラギングについて、高性能で特異な機能を持つパイロジェルXTEを用いて鉛を使用せず広い温度帯域で利用できるラギング工法を提案させていただきます。

2. 防音ラギングとは

防音ラギングは配管や機器の表面から発生している騒音の低減を目的としています。

プラントにおける防音ラギングの一般的な構造は配管や機器の表面に、防振や保温を兼ねて、一般的には吸音材として使用するロックウール（以下RW）などを取り付け、その上面に重量のある遮音材を取り付け、表面を保護するための薄い鋼板にて被覆するものです。図1にその構造例を示します。

なお、表面保護の鋼板も遮音材として効果がありますが防音性能向上を目的として遮音材を利用します。

また、上記構造は吸音材および遮音材の厚み等の変更をすることで減音量を最適化しています。

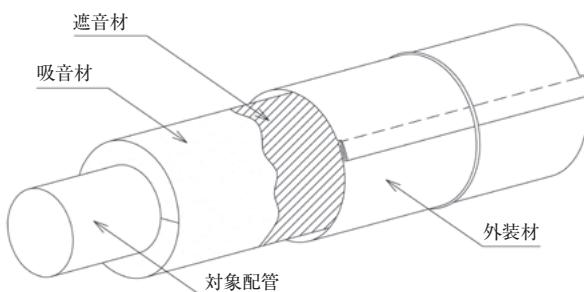


図1 防音ラギングの構造例

3. 従来からの防音ラギングの課題点について

従来の防音ラギングの課題は特に遮音材の部分で使用している材料にあります。

以下に従来から使用されている材料とその課題について記載します。

表1 防音ラギングに用いられる主な遮音材

遮音 材料名	課題	備考
鉛	環境負荷が高く、特に欧米メーカー設計の機器では不使用のことが多い	プラントにて一般的に使用
遮音 シート	有機材のため耐熱性・難燃性に問題あるため、高温機器では利用できない部位が多い	建築系にて一般的に利用
鋼板	可撓性が低く施工性に難あり	ISO15665 では遮音材として記載されている
ハード セメント	塗り材であるため、乾燥工程が必要など施工性に難あり	高質量により低周波帯での防音効果が高いが、現在では採用数は少ない

現在、弊社にて実施しているプラント向けの防音対策では主に鉛を使用した防音ラギングを実施していますが環境的な配慮等の理由により鉛を使用しないことを前提にしているメーカー設計では代替案が求められております。

遮音シートはプラント向けとしては高温機器では利用できない部位が多く、不燃材ではないことからも利用を敬遠されやすい状況です。

このように特に防音ラギングの遮音材はプラント向けの材料では課題がある状況です。

この問題点を解決する一つの提案として、シリカエアロゲル断熱材である「パイロジェル XTE」用いた防音ラギング工法をご提案させていただきます。

4. パイロジェル XTEについて

まずパイロジェル XTEはシリカエアロゲルをグラスファイバー不織布に含浸させた保温用ブランケットとなります。

シリカエアロゲルは90%以上の極めて高い空隙率と細孔径が10～50nmである細孔構造を併せ持つ多孔体であり、空気中の気体分子が自由に運動できないサイズ（自由行程長以下）の空間を蓄積した構造を持つことで静止空気を下回る低熱伝導率を有する物質となります（図2）。

なお、パイロジェル XTEの製造は米国アスペン・エアロジェル社となり、日本国内ではニチアスが代理店として販売をしている商品となります。

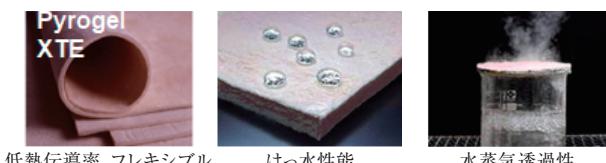


図2 パイロジェル™ XTEとその特徴

5. パイロジェル XTEの単体での音響特性について

一般的に吸音性と遮音性は相反する特性であり、実際の測定結果から材料を大別できます。パ

イロジェル XTEの音響特性として吸音率は図3のとおりとなります。



図3 パイロジェル™ XTEおよびロックウールの吸音率
(弊社浜松研究所音響管測定データ)

厚みの関係もありますが各周波数帯域でロックウールやグラスウールなどの纖維系吸音材と比較して吸音性能は劣っていることから吸音材として用いることは困難であることが分かります。これはパイロジェル XTEが、シリカエアロゲルという小さい多孔体がガラス纖維の間隙で微細な3次元骨格構造をとる材料であるため、空気抵抗が大きいことから固体材料に近い性状を持つものと推察しています。

そのため、弊社では遮音材としての用途検討を行いました。

遮音材は一般的には質量が重いほど性能が上がる質量則に準じます。

残響室法によるパイロジェル XTE (10mm 2kg/m²) の透過損失値は図4のとおりです。鉛 (0.5mm 5.6kg/m²) と比較するとパイロジェル XTEの方が低い透過損失を示しており、鉛の方が遮音性能的には優位であると推察されました。

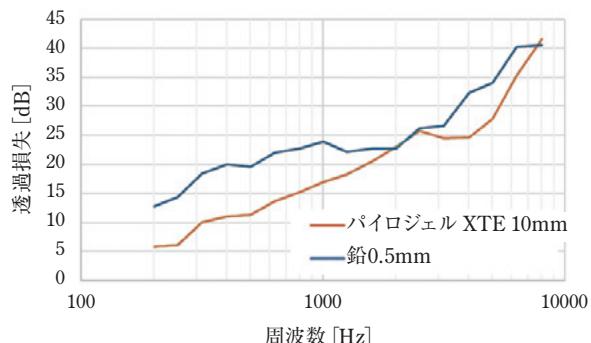


図4 パイロジェル™ XTEおよび鉛板0.5mm透過損失
(弊社浜松研究所音響管測定データ)

6. 防音ラギングへの パイロジェル XTE の適用について

前項のパイロジェル XTE の音響性能や可撓性等の加工性が良いことから防音ラギングの遮音材として弊社実験設備にて試験しました(図5)。その結果、図6のデータのとおり鉛板0.5mmとパイロジェル XTE10mmにてほぼ同等の性能を得られることが分かりました。

なお、実際の現場での適用は弊社にて音源データと必要な減音量より構造を最適化して仕様を提示します。

一般的に防音ラギングの減音量は質量則、2重壁や振動伝達など複数の因子が複合的に組み合わされて得られると考えられるため、統一された減



図5 防音ラギング減音量実験装置一例

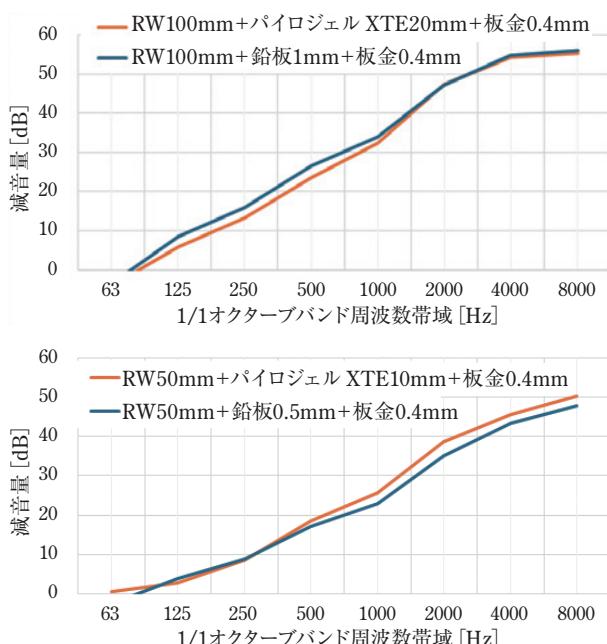


図6 防音ラギング減音量実験データ2種

音量の算出方法はなく、前章の説明を含めた複数の因子から、弊社を含めた設計・施工する会社が各種実績も鑑み算出しています。このように整然とした理論で記述することは難しいのが現状です。

本稿で記載している防音ラギングにおいて鉛と比較して軽量なパイロジェル XTE を遮音材に用いても鉛と同様の性能を得られる推論の一つとして以下を提示します。

ラギング対策は配管等の音源の近傍にて防音材を設置する工法です。一般的に音源の近傍では音源振動が直接空気を加振することで空気の運動が大きい特殊な環境となります（音源近傍では粒子速度が速い）。

そしてパイロジェル XTE は、もともと空気の動きが自由行程長以下まで制限される多孔構造に設計された製品ですので、防音ラギングにおいては空気の運動を制限するよう作用して質量則から大きく乖離した防音性能を得られるものと推察しています。

尚、実際の現場にて施工した場合、暗騒音や振動伝達部位からの騒音が存在すること等により上記の減音量が施工前後で得られるものではないことはご理解ください²⁾。

詳細は技術時報2023年1号「プラント内での音源探査」を参照ください。

7. 防音ラギングへのパイロジェル XTE 適用のメリットについて

防音ラギングの遮音層にパイロジェル XTE を用いるメリットは以下のとおりと考えます。

- 1) 鉛を使用しないことによる環境負荷低減および軽量化が可能
- 2) パイロジェル XTE は400°Cでの使用も問題ないことから遮音シート（弊社基準にて80°C程度以下）、鉛板（弊社基準にて200°C程度以下）の温度制限以上でも使用可能。
- 3) 外装の直下にパイロジェル XTE を用いることで弊社にて行っている「増し保温®工法」（技術時報2022年3号参照）と同様の仕様となることから騒音発生源が高温であれば保温材の

含水を防ぐことが可能となり、機器のCUI（断熱材下腐食）対策としての効果も得られる³⁾。

4) パイロジェル XTEの高断熱性による断熱性能の向上
等々各種のメリットを得られると考えます。

8. おわりに

本稿で紹介した「パイロジェル XTE」を用いた防音ラギング工法は環境負荷の高い鉛や、遮音シートなどの燃焼性の高い材料を使用しないなどの特徴を持ち、さらには施工部分のCUI対策にもなり得るメリットの大きい工法になります。

現在はデータ取得の問題から配管部分への適用から進めていくものとしています。

今後は大型ダクトや大型ファンなどへの適用についても進めていく所存です。

防音ラギングをはじめとした各種防音対策に弊社の防音技術が一助になれば幸いです。

尚、本内容や防音技術のお問い合わせは基幹事業事業本部 プラント技術部 環境対策課までお願いいたします。

参考文献

- 1) 「ニチアスの防音対策事業の概要について」ニチアス技術時報、No.410、p.1-4（2025）
- 2) 「プラント内での音源探査」ニチアス技術時報、No.400、p.2-4（2023）
- 3) 「エアロジェル保温材による「増し保温®工法」の紹介」ニチアス技術時報、No.398、p.7-11（2022）

* ®が付されている名称はニチアス(株)の登録商標です。

* 「パイロジェル」はAspen Aerogels社の製品であり商標です。

* 本稿の測定値は参考値であり、保証値ではございません。



極低温から超高温にいたる領域で、
独自技術を駆使したエンジニアリング
サービスを提供しています。

プラント向け各種工事

- 断熱(保湿・保冷)工事
- 耐火工事
- 電気ヒータトレース工事
- 防音工事

省エネ対策提案 Thermofit®

保温メンテナンス工事 増し保温®工法

シール材販売

各種ガスケット

- NAジョイントシート など

各種グランドパッキン

- ナフロン® ファイバーパッキン-T など

ガスケットソリューションサービス

- ガスケットLab™
- GASKET工房™
- ガスケットNAVI™
- BT Master™

※®が付されている名称はニチアス(株)の登録商標です。
※TMが付されている名称はニチアス(株)の商標です。

ニチアス