

# PRODUCT DATA

## 7758 型 PULSE 管内法音響材料試験

7758 型 PULSE™ 管内法音響材料試験ソフトウェアは、空気伝搬音を吸収したり遮断したりして騒音低減に利用する音響材料の特性（吸音率、透過損失）を測定するものです。このソフトウェアは、太管と細管から成るインピーダンス管 基本構成キット 4206 型、4206-A 型 中管キット、4206-T 型 透過損失管キット、その他の特注測定管と組み合わせて使用します。



### 用途および特徴

#### 用途

- ・ 音響制御材料の開発
- ・ 製品の仕様適合性検証
- ・ 競合製品のベンチマークテスト
- ・ 最も適切な手段の選択支援
- ・ 数値解析手法による材料の評価や校正のための、材料の音響特性提供

#### 特徴

- ・ 垂直入射吸音率と音響透過損失の双方を評価する統合ソリューション
- ・ JIS A 1405-2 (ISO 10534-2) および ASTM E1050 に基づく垂直入射吸音率および正規化表面インピーダンスの測定
- ・ 優れた測定精度を保證する PULSE プラットフォーム
- ・ 拡張性のあるソリューション

---

## はじめに

---

車両の静粛性への要求が増えるにつれ、車室内音の快適性は自動車産業の主要な関心事となっています。吸音性能および遮音性能の最適化は設計プロセスにおいてより一般的な要件となっています。トリムライニングヘッドライナー、シートあるいは複層パネルシステムなどの音の影響について、開発プロセスの初期段階での予測は、目的とする音響快適性に到達するためと余分なプロトタイプ生産コストを最小化するのに望ましいやりかたです。

同様に、航空機産業では機内騒音の削減努力が非常になされています。機内騒音の低減は旅客機の商業的成功を収めるための主要な要素となっています。

さらに、燃費をより節約する必要性によって、産業界に新たな軽量化のためのより軽い音響特性が十分に検証された音響材料を使用する試みを強めています。その試みのゴールは同じコストで騒音と重量を同時に削減することです。

住居での外部騒音や、作業場での生産性の減少や労働者の健康を危険にさらすような過度な騒音から人を保護することが、今日の建築業で最大の要求事項のひとつとなっています。その結果ほとんどの建物で、騒音低減効果が音響材料の選択に大きく依存するような騒音低減手段が増加しています。

音響材料の性能は、使用方法や評価目的によって様々な方法で記述することができます。空気伝搬音を吸音するために表面や内部に適用する手法として一般的に多孔質材料が用いられ、多孔質材料が持つ固体相（骨格）と流体相（空気）の相互作用によって音響エネルギーが大きく消散させます。それらは一般的にランダム入射または垂直入射条件での吸音率によって評価することができます。防音壁や仕切り板では、高密度材料あるいは多孔質材料と高密度構造パネルを積層して作られた複層パネルシステムが用いられます。それらはランダム入射または垂直入射条件での透過損失によって評価することができます。

十分に吟味された規格に示された方法によるランダム入射条件での直接測定は高価な試験施設を使用しなければなりません。また、ランダム入射吸音率の測定には残響室が必要ですし、ランダム入射透過損失の測定には、一般的に試験材料で仕切られた残響室—無響室の試験施設が必要です。

一方、垂直入射条件での音響入射条件は定在波管を用いることで得られます。定在波管の断面寸法で決まる一次共振モードによるカットオフ周波数以下の周波数では、音波は管内を平面波として伝搬します。この方法は試験条件の高い再現性を保証します。さらに、特に残響室での正確なランダム入射測定のために大きなサンプルを用意する必要がありますが、このようなサンプルを得るのが困難な場合には、定在波管を使えば小さいサンプルで測定が可能で、非常に便利に試験を行うことができます。そのうえ、局所反発材料であれば、ランダム入射吸音率は、近似的な重み付けをした垂直入射吸音率を入射角として、とりうる角度範囲を積分することで推定できます。

---

## 7758 型の概要

---

7758 型では 2 個の異なる PULSE テンプレートが提供されます。ここでは各プロジェクトテンプレートの機能について紹介します。

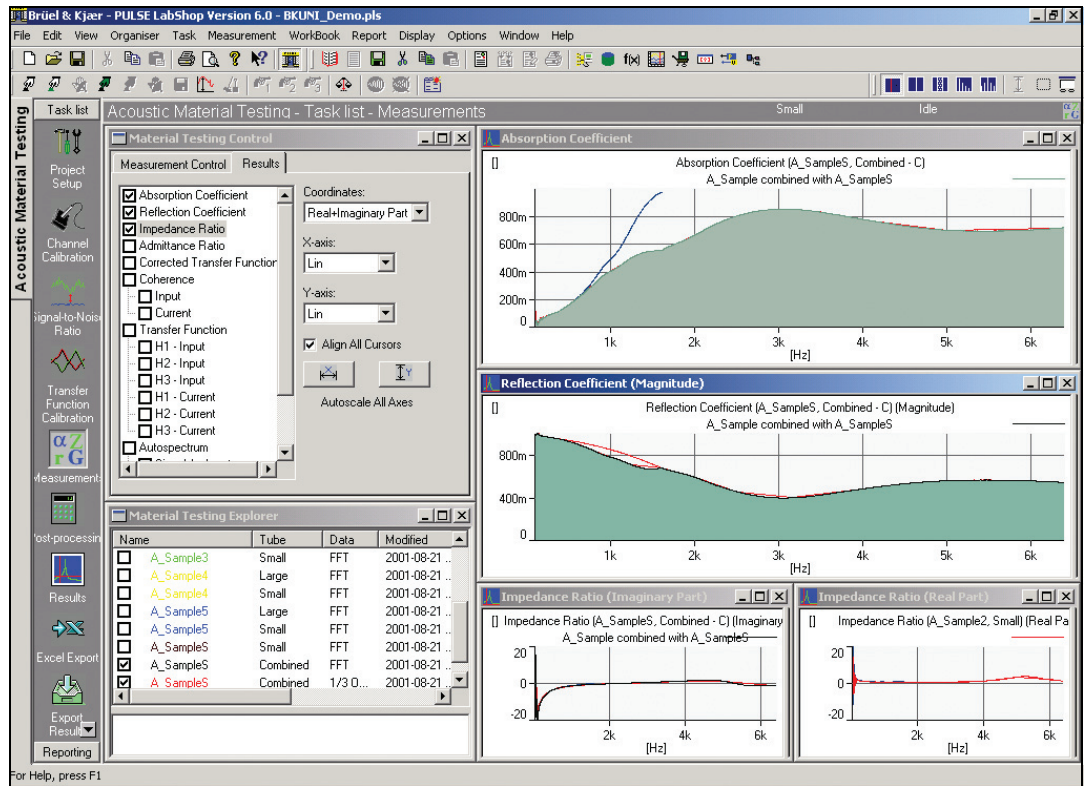
### 垂直入射吸音率

このテンプレートでは、例えば 4206 型や 4206-A 型といった 2 マイクロホンインピーダンスチューブを用いて、サンプルの垂直入射吸音率および関連する音響特性を得るための測定と計算手順を提供します。このテンプレートは JIS A 1405-2 (USI 10534-2) および ASTM E1050 に基づくものとなっており、2 個の測定チャンネル間の位相および振幅のばらつきの影響を取り除くための伝達関数校正を含んでいます。

高精度の結果を保証するために、試験を行う前に、各マイクロホン位置での信号対雑音比 (S/N 比) を決めることができます。測定時の S/N 比は自動的にユーザ定義されたしきい値 (例えば、暗騒音) と比較され、もしそのしきい値を超えた場合は警告を表示します。

図 1

PULSE™ 材料試験プログラムのタスク指向ユーザインターフェースが、すべての測定処理段階においてステップバイステップのガイドを提供



そのデータが許容される値かどうかを検証するために途中結果を検証することができます。さらに、例えば管内での音圧レベルの最大値と最小値が大きく異なる場合といった、パラメータレベルがあらかじめ定義した設定値から外れた場合には、プログラムは測定中に自動的に警告を出します。

強力なバッチ測定機能によって、最大 250 セットの測定の登録をおこなうことができます。この機能を使って、試験サンプルの変動を補うために測定結果を平均することができます。また、より広範囲の周波数領域をカバーするために異なる管タイプ (例えば太管と細管) の測定結果を結合することや、1/n オクターブ周波数情報を取り出すことができます。

測定データおよび結果はそのデータを作成したプロジェクトに保存できます。さらに、Export/Import Results タスクによって専用ファイルとしてデータを保存し、Normal Incidence Sound Absorption (垂直入射吸音率) プロジェクトテンプレートに基づくほかのプロジェクトでそのデータを読み出すことができます。

測定データの記録を保存するために、Material Testing Explorer と呼ばれる便利なツールを提供しています。測定したデータ、ポスト処理したデータ、あるいはインポートしたデータなど、すべてのデータを表形式で表示します。

### 垂直入射透過損失

このテンプレートでは、4 マイクロホン定在波管 (例えば 4206-T 型) を使い、試験サンプルの垂直入射音響透過損失および関連する音響特性の測定を行うことができます。

科学論文において古くから広く用いられている伝達マトリクス表現を導入しました。伝達マトリクスの要素は、サンプルの垂直入射透過損失のほか、例えば無響終端での垂直入射吸音率、サンプルへの注入エネルギーに対する消散エネルギーの比、無響終端でのサンプルの表面正規化インピーダンスなどの様々な音響特性を決定するために用いられます。

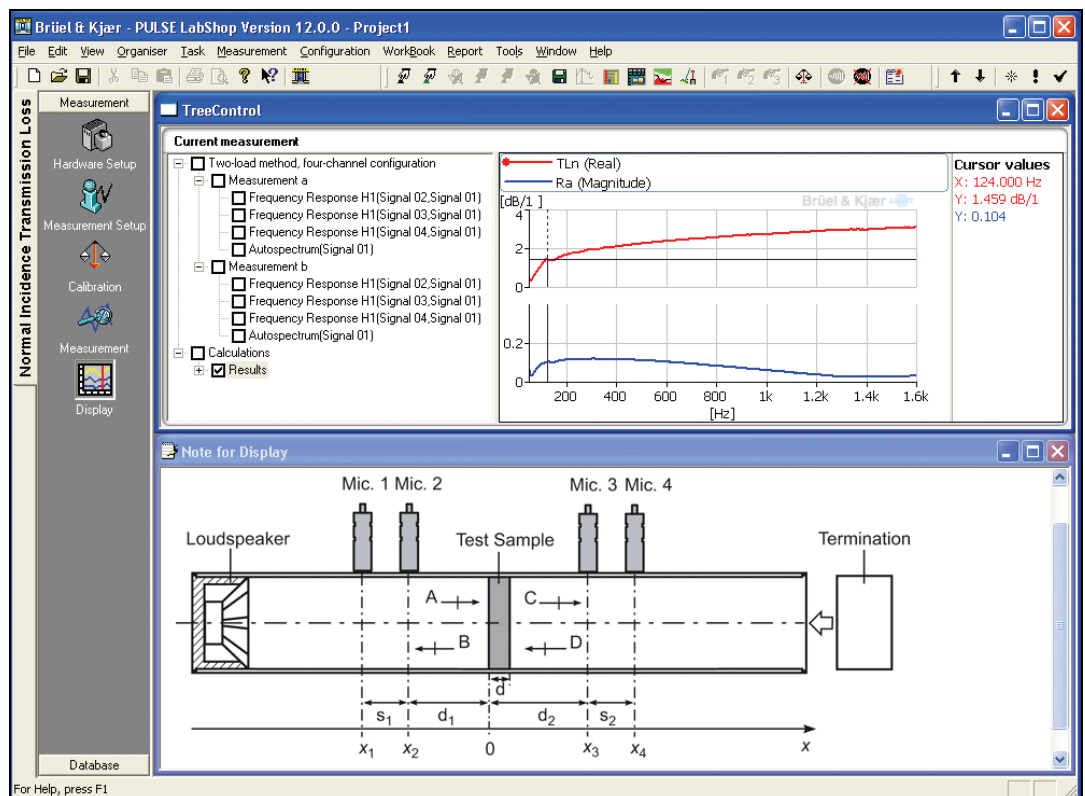
サンプルを透過する音響パワーは一般的にサンプルの特性と管の終端条件に依存しますが、この方法では測定に用いている実際の管の終端条件とは無関係に完全無響終端として垂直入射透過損失が得られます。すなわち、このテンプレートでは実現するのが困難でかつ装置が非常に高価となる完全無響終端である必要はありません。

伝達マトリクスは、異なる 2 条件の管の終端（または負荷）条件（一般的には開放終端と近似無響終端）による 2 回の測定から推定します（2 負荷法）。また、試験サンプルが前面から背面まで対称構造になっているときは、1 回の測定のみで伝達マトリクスを推定することができます（1 負荷法）。

サンプルがグラスファイバーや繊維系材料のような等価的に流体としてモデル化できる多孔質材料のときは、複素密度や複素音速などの関連値と共に材料の特性インピーダンスおよび複素波数が得られます。これらの値は計算手法の検証および校正においてしばしば必要になります。

測定したデータは、効果的に閲覧、比較できるように専用のデータベースに保存されます。7767 型 PULSE Data Manager を用いることで、データベースに保存されたバッチ測定から統計量（平均値、標準偏差など）を計算することができます。

図 2  
垂直入射透過損失および無響終端での垂直入射反射率の測定例



## 7758 型 PULSE 音響材料試験プログラム - 仕様

7758 型は 3560 型マルチ分析器システム PULSE<sup>a</sup> を用いたソフトウェアアプリケーションです。

### システム要件

すべての発生器機能を備えた発生器出力チャンネルを少なくとも 1 チャンネル備えた PULSE ハードウェア

#### 最小ライセンス要件

- 7770-N2 型 PULSE FFT 分析 2ch ライセンス (垂直入射吸音率用)
- a. PULSE の仕様については、システムデータ BU 0229 (ソフトウェア) および BU 0228 (ハードウェア) を参照

- 7770-N4 型 PULSE FFT 分析 4ch ライセンス (垂直入射透過損失用)
  - Microsoft<sup>®</sup> Office 2000 または 2003
- 画面解像度は 1400 × 1050 ピクセル 以上を推奨

### 校正

校正は PULSE に組み込まれた Calibration Master で行います。この Calibration Master では、あるマイクロホンから他のマイクロホンに校正器を移動させたときに、自動的に校正を開始します。トランスデューサの校正履歴がトランスデューサデータベースに保存され、一定期間の校正データの変動を確認することができます。グローバル校正では、すべての PULSE プロジェクトの間で共有される校正データベースを構築することができます。

## 垂直入射吸音率

### 規格

JIS A 1405-2: 音響管による吸音率及びインピーダンスの測定 - 第 2 部: 伝達関数法 ISO10532.2: Determination of sound absorption coefficient and impedance in impedance tubes . Part 2: Transfer-function method  
ASTM E1050: Standard test method for impedance and absorption of acoustical materials using a tube, two microphones and a digital frequency analysis system

### 推奨装置

- 4206 型インピーダンス管キット (50 Hz - 6.4 kHz)
- 4206-A 型インピーダンス管キット (100 Hz - 3.2 kHz)
- 任意の特注 2 マイクロホンインピーダンス管。1 つのプロジェクトで最大 3 個のユーザ定義管セットアップが使用可能。

### 測定

- 2 本のマイクロホン信号間の伝達関数
- 発生器オフ (暗騒音) および発生器オンにおける各マイクロホン位置での音圧レベル

プロジェクトでグループ測定あるいはバッチ測定を組むこと、および以前のプロジェクトの測定結果を現在のプロジェクトにインポートすることが可能。

### 計算

- 垂直入射吸音率
- 垂直入射音圧反射率
- 正規化表面インピーダンス比
- 正規化表面アドミッタンス比
- チャンネル不整合の補正のための、2 個のマイクロホン信号間の伝達関数

### 検証

- 各マイクロホン位置での S/N 比
- ユーザ定義 S/N 比しきい値レベル
- コヒーレンス

### 統計

バッチ測定による任意の測定量または計算量の平均 (最大 250 アイテムまで可)

### 追加後処理分析

- 2 個の異なる間の測定データの結合
- 1/n オクターブデータの抽出 (1/n オクターブ合成)

## 垂直入射透過損失

### 推奨装置

4206-T 型透過損失管キット (50 Hz - 6.4 kHz)  
任意の特注 4 マイクロホン透過損失管

### 測定

- 参照信号のオートスペクトル
- i 番目のマイクロホン位置での複素音圧と複素参照信号との間の周波数応答関数

### 計算

- 上流 (音源室) および下流 (透過室) での平面進行波および平面後退波の複素振幅。位相は参照信号に関連して定義される。
- 上流側および下流側のサンプル表面での音圧
- 上流側および下流側のサンプル表面での粒子速度
- 伝達マトリクス要素
- 無響終端条件での垂直入射音圧透過率
- 無響終端条件での垂直入射音圧反射率
- 無響終端条件での垂直入射音響パワー透過率
- 無響終端条件での垂直入射音響パワー反射率
- 無響終端条件での垂直入射吸音率
- 無響終端条件での垂直入射消散率
- 無響終端条件での垂直入射表面インピーダンス
- 剛壁条件での垂直入射音圧反射率
- 垂直入射透過損失  $TL_n$
- 試験材料の複素波数
- 試験材料の複素特性インピーダンス
- 試験材料の正規化複素音速 (群音速)
- 試験材料の正規化位相音速
- 試験材料の正規化複素密度

### 検証

- 音源レベル関数による、周波数応答関数のコヒーレンス

### 統計<sup>b</sup>

バッチ測定での任意の測定量あるいは計算量の平均および標準偏差

b. 7767 型 PULSE Data Manager が必要

## ご注文のための情報

7758-N 型	PULSE 音響材料試験	4206 型 <sup>a</sup>	インピーダンス管キット (50 Hz - 6.4 kHz)
<b>推奨アクセサリ</b>		4206-A 型	インピーダンス管キット (100 Hz - 3.2 kHz)
3560-B-130 型	5/1ch 入出力 PULSE データ取込ユニット (Dyn-X) - 発振器 - LEMO コネクタ	4206-T 型	透過損失管キット (50 Hz - 6.4 kHz)
7770-N5 型	FFT 分析 5ch ライセンス	4231 型	校正器
7767 型	PULSE Data Manager	DP-0775	1/4" マイクロホン用アダプタ (4231 型用)
2716-C 型	パワーアンプ (WL-324 入力ケーブルおよび WL-1325 出力ケーブルを含む)	AO-0479-D-001	7ピン Lemo - BNC ケーブル (0.1 m) (発振器出力から入力チャンネルへの接続用)
		JJ-0152	BNC T - コネクタ

a. 音響インピーダンス管の詳細な使用については、プロダクトデータ BP1039 を参照

### 登録商標

Microsoft および Windows は米国および/または各国の Microsoft 社の登録商標です。Pentium は米国および/または各国の Intel 社またはその子会社の登録商標です。

ブリュエル・ケアーは予告なく仕様および付属品を変更する権利を保有します。

HEADQUARTERS: DK-2850 Nærum · Denmark · Telephone: +45 4580 0500  
Fax: +45 4580 1405 · www.bksv.com · info@bksv.com

## ブリュエル・ケアー・ジャパン

スペクトリス株式会社 ブリュエル・ケアー事業部

東京都品川区北品川1丁目8番地11号 TEL.03(5715)1612  
大阪府大阪市淀川区宮原3丁目5番地24号 TEL.06(4807)3261  
愛知県名古屋市中区錦1丁目20番19号 TEL.052(220)6081  
http://www.bksv.co.jp info\_jp@bksv.com

Brüel & Kjær 