



アコースティックダクト・伝達関数法  
**垂直入射 音響計測システム**

## 9302型

垂直入射  
吸音率計測システム

高周波ダクト

低周波ダクト



## 9301型

垂直入射  
吸音率・透過損失計測システム

高周波ダクト

低周波ダクト





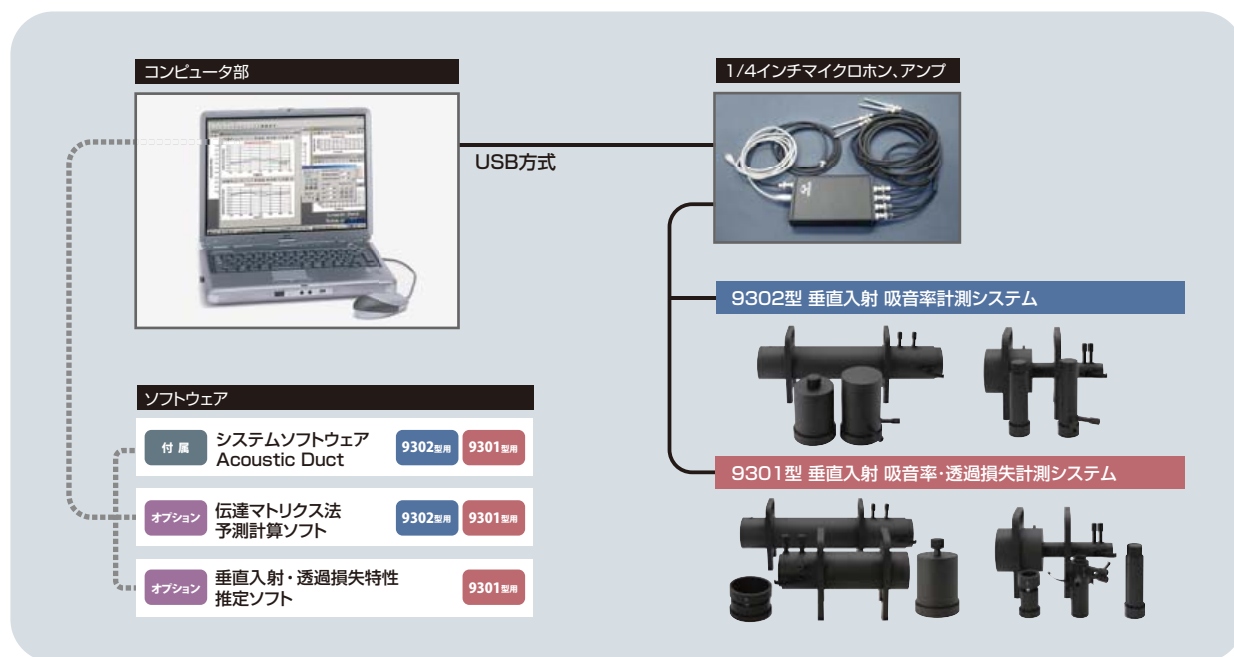
垂直入射 音響計測システムは、音響管（アコースティックダクト）の内部で吸音材、遮音材に音を垂直に入射して反射音または透過音を捉え、材料の吸音率、音響インピーダンス関連項目、透過損失を計測します。音響材料の開発、音響特性の確認など、吸音率では直径100 mm（透過損失では108 mm）の小さなサイズの試料で計測が可能になります。

自動車や建築物に使用される吸音材、遮音材などの音響材料は、新たな素材の活用、また材料の積層化により様々に検討され、その開発段階では、迅速な評価が求められています。本システムでは、これらの材料の評価および物理特性を容易に得ることができます。

音響計測システムは測定に応じて9302型と9301型の2種類から選択します。

## 音響管(アコースティックダクト)を用いた垂直入射 音響計測システムです

### 計測システムの基本構成



### 計測システムの構成、共通事項について

#### ●ダクト

9302型 垂直入射 吸音率計測システム

低周波ダクト(メイン用、校正用、測定用)

高周波ダクト(メイン用、校正用、測定用)

9301型 垂直入射 吸音率・透過損失計測システム

低周波ダクト(メイン用、結合用、校正/測定用、吸音材測定用)

高周波ダクト(メイン用、結合用、校正/測定用、吸音材測定用)

#### ●オプションソフトウェア

伝達マトリクス法予測計算ソフト(音環境技術研究所製)(9302型、9301型併用)

垂直入射・透過損失特性推定ソフト(音環境技術研究所製)(9301型用)

#### ●ハードウェア

ラウドスピーカ2セット(低周波、高周波メインダクトに内蔵)

1/4インチマイクロホン(9302型 2本、9301型 4本)

アンプ(マイクロホンアンプ、A/D変換部、信号源、パワーアンプ、電源、通信はUSB方式)

コンピュータ(Microsoft Windows 7 Professional 32 bit / 64 bit, 10 Pro 64 bit)

#### ●システムソフトウェア

Acoustic Duct(9302型用)、Acoustic Duct(9301型用)



本システムはSCIEN CO.,LTD(韓国)の製品です。同社代表Dr.Lee(ウルサン大学機械自動車工学部教授)の研究成果(吸音・遮音のメカニズム)を製品化したものです。

# 9302型 垂直入射 吸音率計測システム

9302型 吸音率計測システムは、吸音材の吸音率および音響インピーダンス関連項目を計測 (JIS A 1405-2、ISO 10534-2に準拠)

- 特長
- JIS A 1405-2、ISO 10534-2:1998 (音響管による吸音率及びインピーダンスの測定—2部:伝達関数法)に準拠
  - 伝達関数法 (2マイクロホン法)により、吸音率、反射係数、表面音響インピーダンスを瞬時に計測
  - 伝達関数法 (2マイクロホン法)により、表面音響インピーダンス、特性インピーダンス、伝播定数、等価音速、等価密度を瞬時に計測。計測結果は伝達マトリクス法予測計算ソフトのデータとなる
  - 伝達マトリクス法予測計算ソフト (オプション)で、積層時 (最大5層)の吸音率および透過損失の予測が可能



# 9301型 垂直入射 吸音率・透過損失計測システム

9301型 吸音率・透過損失計測システムは、吸音材の吸音率および音響インピーダンス関連項目、遮音材の垂直入射・透過損失を計測

- 特長
- 9302型の吸音率測定機能をすべて含む (9302型参照。校正用ダクトは透過損失用と共用)
  - 4マイクロホン法で透過損失を瞬時に計測
  - 透過損失カーブが共振特性を持つ場合、垂直入射・透過損失特性推定ソフト (オプション)を使用して質量則カーブを推定可能



# 9302型

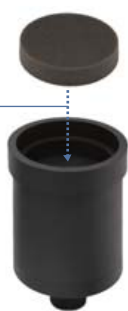


## 垂直入射 吸音率計測システム (9302型)

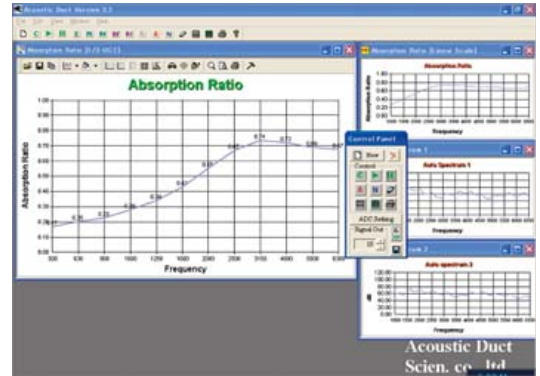
### 測定値と表示出力

- 基本機能1 (コントロールパネル1)
  - 垂直入射吸音率  $\alpha$
  - 反射係数  $R$  (実数/虚数)
  - 表面インピーダンス  $Z_1$  (実数/虚数、振幅/位相)
- 基本機能2 (コントロールパネル2)
  - 垂直入射吸音率  $\alpha$
  - 表面インピーダンス  $Z_1$  (実数/虚数、振幅/位相)
  - 特性インピーダンス  $Z_C$  (実数/虚数、振幅/位相)
  - 伝播定数  $\gamma$  (実数/虚数、振幅/位相)
  - 等価密度  $\rho_e$  (実数/虚数) (CSV形式ファイルのみ)
  - 等価音速  $c_e$  (実数/虚数) (CSV形式ファイルのみ)
  - CSV形式一括データ化 ( $Z_1$ ,  $Z_C$ ,  $\gamma$ ,  $\rho_e$ ,  $c_e$ )
- 主な操作手順
  - コントロールパネルの設定、操作
  - シグナルアウトの数値を設定 (スピーカ入力値)
  - 吸音率測定スタート (測定時間約10秒)
  - 背後空気層の深さ (Air Depth  $L_{01}$ ,  $L_{02}$ ,  $L_{03}$ ) を設定し、 $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  スイッチで  $Z_1$ ,  $Z_C$ ,  $\gamma$  の測定スタート (それぞれの測定時間約20秒)

ダクト内径にあわせてカットした  
試料を挿入する

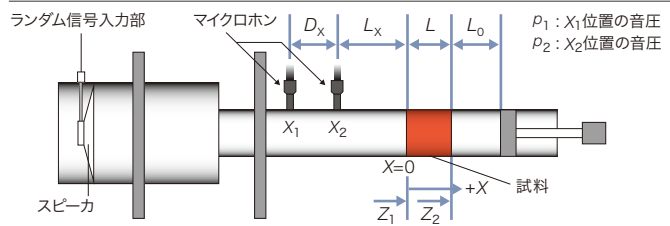


測定用低周波ダクト



測定画面

### 垂直入射 吸音率測定時のダクト内部の構成図

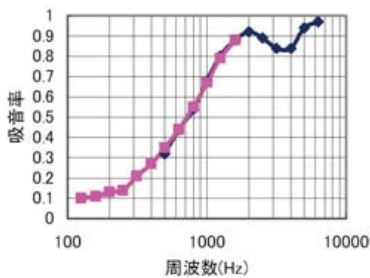


### 測定原理

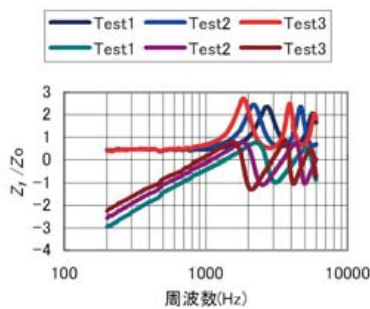
スピーカから放射された音は、試料で吸音され反射します。2つのマイクロホンで入射音と反射音を受音して信号処理を行い、吸音率やその他の測定原理を計算式から算出して表示します。

### 測定例 (Text データを表計算ソフトにて作図)

フェルト 吸音率

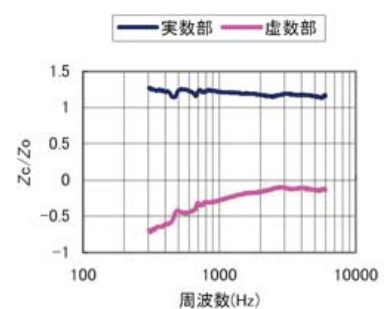


表面音響インピーダンス  $Z_1$

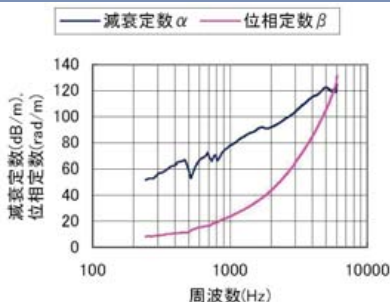


オプション 伝達マトリクス法予測計算ソフト……P6参照

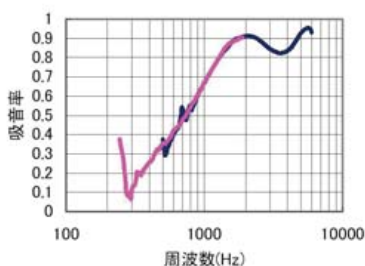
特性インピーダンス  $Z$



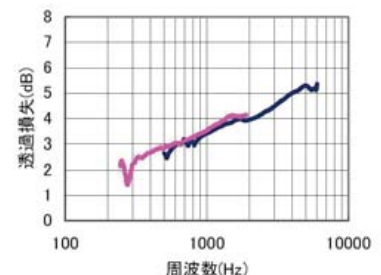
伝播定数  $\gamma$



フェルト 垂直入射吸音率(オプション)



フェルト 垂直入射透過損失(オプション)



# 9301型



## 垂直入射 吸音率・透過損失計測システム (9301型\*)

\* 垂直入射吸音率計測システム(9302型)の機能を含む

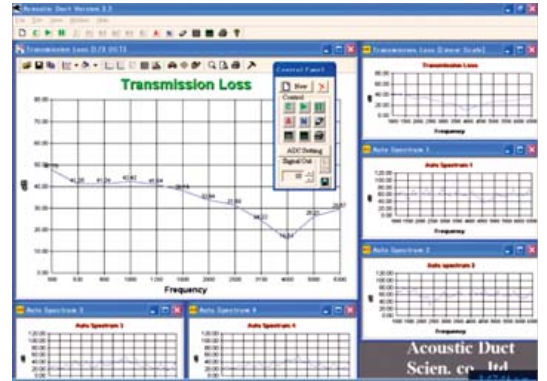
### 測定値と表示出力

- 吸音率の基本機能などは、垂直入射吸音率計測システム(9302型)を参照
- 垂直入射透過損失(1/3オクターブバンド分析、FFT分析)
- 全チャンネル入力音のFFT分析
- 主な操作手順
  - コントロールパネルの設定、操作
  - シグナルアウトの数値を設定
  - スタートスイッチで透過損失測定スタート(約10秒で終了)
  - 結合ダクトに試料を適切な強さで設定し数回測定

試料を結合ダクトで保持し、外周端をメインダクト間で適度な強さで挟みこむ



結合ダクト(低周波用)



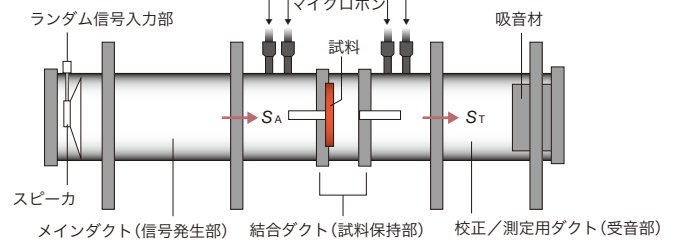
測定画面

### 測定原理

ダクト内部の構成図参照。試料(遮音材)に入射する音のインテンシティ $I_i$ は、信号発生部の2マイクロホンの入射波のオートスペクトラム $S_A$ として測定されます。また、受音管に透過してくる音のインテンシティ $I_T$ は、校正/測定用ダクトの2マイクロホンの入射波のオートスペクトラム $S_T$ が測定されます。これらから、垂直入射・透過損失 $TL$ は次式で測定されます。

$$TL = 10 \log_{10} \left[ \frac{I_i}{I_T} \right] = 10 \log_{10} \left[ \frac{S_A}{S_T} \right]$$

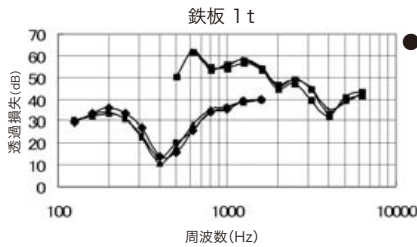
### 垂直入射・音響透過損失測定時のダクト内部の構成図



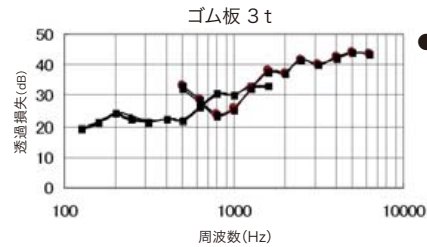
### 測定例の特長 (Text データを表計算ソフトにて作図)

オプション 垂直入射・透過損失特性推定ソフト(カーブフィットシート) ……P6参照

測定データ(左: 鉄板1 t, 右: ゴム板3 t)



● 鉄板1 tの共振特性を表した例(低周波/高周波ダクト共、鋭い共振周波数が得られる)

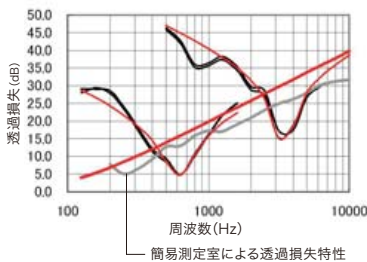


● ゴム板3 tの共振特性を表した例(共振特性がほとんど見られない)\*

\* 大きな資料の垂直入射・透過損失特性(質量則カーブ)を目視で推定可能

### 質量則カーブの推定結果(朱色太線)(オプション)

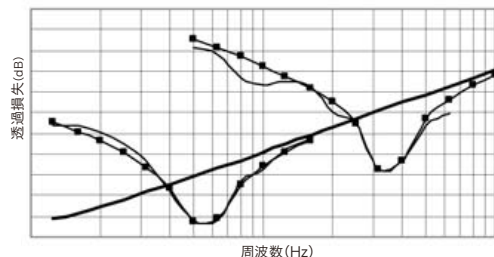
### カーブフィット画面(オプション)



● 鉄板1 tの質量則カーブを推定した例(共振特性を垂直入射・透過損失特性推定ソフト(オプション)を使用)

■ 試料がフェルト(やわらかい素材)の場合、多層化して厚みが出ると曲げ剛性が大きくなり、共振特性が得られる

■ 試料が軽量複合樹脂材料の場合、曲げ剛性が大きく、鋭い共振特性が得られる



● 質量則カーブを含めたカーブフィットの様子

オプション

## 伝達マトリクス法予測計算ソフト (9302型、9301型用共通)

この伝達マトリクス法予測計算ソフトは表計算ソフト・エクセルのワークシート関数によって計算されています。本予測計算ソフトは、次の計算が可能です。

- ・材料への音の入射角、その厚さなどの条件を変化させたときの吸音材、遮音材の音響特性
- ・材料を積層構成した時のトータルの音響特性

吸音材の予測計算は、音響管で測定した特性インピーダンス $Z_c$ 、伝搬定数 $\gamma$ のCSVデータを、また、遮音材の予測計算には、パネル材の透過損失測定値、または物理定数の入力データを使用します。

積層構成体の予測を容易にする目的で、単層材の予測計算がSheet単位で7種類用意され、さらに吸音材、パネル材では複数Sheetで並列的に予測計算が可能です。その結果、積層構成体の音響特性の確認、単層材の厚さ、面密度、音の入射角などの物理条件の変更の作業が容易となります。各種音響材料の開発に際して、本予測計算ソフトの有効活用をおすすめします。

### 仕様

#### 伝達マトリクス法予測計算法

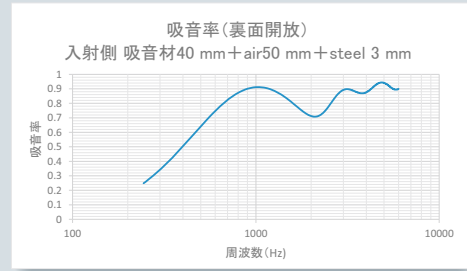
- 垂直入射、斜入射条件：  
単層材、積層構成体の音響諸特性の計算
- ランダム入射・コインシデンス特性：  
単層パネル材の透過損失特性の計算
- 拡散音場吸音率 (ISO 10534)：  
単層吸音材の計算

#### 入力データ

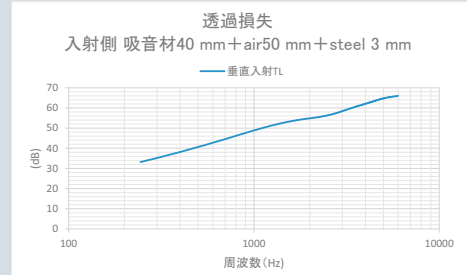
多孔質材1	特性インピーダンス $Z_c$ 、伝搬定数 $\gamma$ 、厚さ
多孔質材2	空気の流れ抵抗 (Delany-Bazleyの予測計算式)、厚さ
パネル材1	透過損失測定データ
パネル材2	面密度、ヤング率、損失係数、ポアソン比、厚さ
多孔板	孔半径、孔間隔、厚さ、(空気層厚さ)
積層構成	上記材料を最大10層

#### 出力データ

出力内容	グラフ、数値データ、伝達マトリクス要素
出力方法	エクセル表計算ソフトSheet 出力データをコピー&ペースト



吸音率



透過損失

#### 伝達マトリクス要素の取り扱い

##### 多孔質材

$Z_c$ は特性インピーダンス、 $\gamma$ は伝搬定数、 $L$ は材料厚さ、 $\theta_e$ は複素角

$$T = \begin{bmatrix} \cosh(\gamma L \cos \theta_e) & \left(\frac{Z_c}{\cos \theta_e}\right) \sinh(\gamma L \cos \theta_e) \\ \left(\frac{\cos \theta_e}{Z_c}\right) \sinh(\gamma L \cos \theta_e) & \cosh(\gamma L \cos \theta_e) \end{bmatrix}$$

##### パネル材

$Z_m$ は機械インピーダンス

$$T = \begin{bmatrix} 1 & Z_m \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

##### 多孔板

$k$ は波長定数、 $l_e$ は等価厚さ、 $\rho_c$ は空気抵抗、 $\theta_e$ は複素角、 $P$ は開口率

$$T = \begin{bmatrix} \cos(k l_e \cos \theta_e) & \frac{j \rho_c}{P \cos \theta_e} \sin(k l_e \cos \theta_e) \\ \left(\frac{j P \cos \theta_e}{\rho_c}\right) \sin(k l_e \cos \theta_e) & \cos(k l_e \cos \theta_e) \end{bmatrix}$$

オプション

## 垂直入射・透過損失特性推定ソフト (9301型用)

音響管で測定した材料の垂直入射・音響透過損失のデータのカーブは共振特性を示すものが多く、本ソフトはこのデータのカーブを近似的に表現できる透過損失の関数を使用して、大きな材料サイズで透過損失の質量則カーブを推定計算します。

### 計算方法

透過損失 $TL$ 関数のカーブフィット操作(変数操作)

### 入力データ

垂直入射透過損失レベル測定データ(低周波、高周波)

### 出力データ

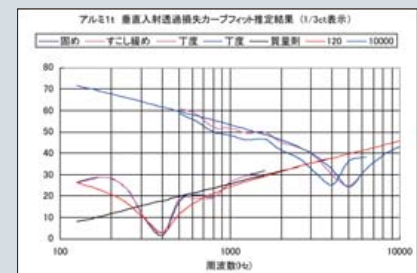
カーブフィットデータ(125 Hz~10 000 Hz、1/3オクターブバンド)  
音響等価面密度による質量則データ

### 透過損失 $TL$ の近似関数(平板の音響動作特性)

$$TL = 10 \log_{10} \left[ \frac{P_i}{P_t} \right]^2 = 10 \log_{10} \left[ \left[ 1 + \frac{r}{2\rho c} \right]^2 + \left[ \frac{1}{2\rho c} \right]^2 \left[ \cos m - \frac{k}{\omega} \right]^2 \right]$$

( $m$ は面密度、 $r$ は抵抗係数、 $k$ はばね定数、 $\rho c$ は空気の音響インピーダンス密度、共振角周波数 $=2\pi f$ )

透過損失関数の変換操作シート



出力データ

## 仕様

### ダクト 9302型 吸音率計測システム

適合規格 JIS A 1405-2、ISO 10534-2:1998

	ダクト名	直径(mm)	長さ(mm)
低周波数測定 周波数範囲 1/3 oct (125 Hz~1 600 Hz)	メイン用	100	645(620)*
	校正用	100	215
	測定用	100	210~313
高周波数測定 周波数範囲 1/3 oct (500 Hz~6 300 Hz)	メイン用	29	345(320)*
	校正用	29	215
	測定用	29	210~313

\*結合時の長さ

- メイン用ダクトにスピーカ内蔵
- 校正用ダクト内部に吸音材内蔵
- ダミーマイクロホン(樹脂製)2個付属
- 試料直径:100 mmおよび29 mm(公称値)
- 試料厚さ+背後空気層:100 mm Max(低周波用、高周波用共通)
- 構成時の外形最大寸法  
9302型 低周波用 280(H)×150(W)×930(D)mm  
高周波用 280(H)×180(W)×640(D)mm
- システム添付試料:各1種

#### 結果の表示(9302型)

吸音率	1/3オクターブバンド分析、FFT分析表示
音響インピーダンス $Z$	絶対値、位相、実数、虚数
反射係数	絶対値、位相、実数、虚数
表面インピーダンス $Z_1$	絶対値、位相、実数、虚数
特性インピーダンス $Z_c$	絶対値、位相、実数、虚数
伝播定数 $\gamma$	減衰定数 $\alpha$ 、位相定数 $\beta$
CSV形式ファイル出力	密度 $\rho$ 、音速 $c$ 、 $Z_1$ 、 $Z_c$ 、 $\gamma$

### ダクト 9301型\* 吸音率・透過損失計測システム

\*垂直入射吸音率計測システム(9302型)の機能を含む

	ダクト名	直径(mm)	長さ(mm)
低周波数測定 周波数範囲 1/3オクターブバンド (125 Hz~1 600 Hz)	メイン用	100	645(620)*
	結合用	100(108)	96~116
	校正/測定用	100	400(390)*
高周波数測定 周波数範囲 1/3オクターブバンド (500 Hz~6 300 Hz)	メイン用	29	345(325)*
	結合用	29(36)	116~156
	校正/測定用	29	169(159)*
	吸音率測定用	29	210~313

\*結合時の長さ

- メイン用ダクトにスピーカ内蔵
- 校正/測定用ダクト内部に吸音材内蔵
- ダミーマイクロホン(樹脂製)3個付属
- 試料直径:吸音率用100 mmおよび29 mm、透過損失用108 mmおよび36 mm(公称値)
- 透過損失用試料厚さ:低周波用20 mm Max、高周波用40 mm Max
- 吸音率用試料厚さ+背後空気層:100 mm Max(低周波用、高周波用共通)
- 構成時の外形最大寸法  
9301型 低周波用 280(H)×150(W)×1130(D)mm  
高周波用 280(H)×180(W)×640(D)mm
- システム添付試料:各1種

#### 結果の表示(9301型)

吸音率	1/3オクターブバンド分析、FFT分析表示
音響インピーダンス $Z$	絶対値、位相、実数、虚数
反射係数	絶対値、位相、実数、虚数
表面インピーダンス $Z_1$	絶対値、位相、実数、虚数
特性インピーダンス $Z_c$	絶対値、位相、実数、虚数
伝播定数 $\gamma$	減衰定数 $\alpha$ 、位相定数 $\beta$
CSV形式ファイル出力	密度 $\rho$ 、音速 $c$ 、 $Z_1$ 、 $Z_c$ 、 $\gamma$
透過損失	1/3オクターブバンド分析、FFT分析表示

#### ●リアルタイムデータ分析および表示

FFT 周波数分析範囲 (上限は有効範囲)	低周波 (6 Hz ~ 1900Hz) 高周波 (6 Hz ~ 6 497Hz)
オートスペクトル	マイク入力波形のスペクトル分析および表示 (9302型 2ch データ、9301型 4ch データ)
伝達関数	相対校正用のデータ分析および表示

#### ●マイクロホン

口径	1/4 インチ
周波数範囲	20 Hz ~ 15 kHz: ±3 dB 100 Hz ~ 10 kHz: ±1 dB
感度	50 mV/Pa ±5 %
最大入力音圧レベル	124 dB
温度範囲	-10 °C ~ +50 °C
出力端子	BNC 端子
自己ノイズ	FLAT (20 Hz ~ 20 kHz) < 100 $\mu$ V A-weight < 30 $\mu$ V
マイクロホン数	2個 (9302型)、4個 (9301型)
BNC-BNC ケーブル	1組 (2本平行ケーブル) (9302型) 2組 (2本平行ケーブル) (9301型)

#### ●アンプ関係

筐体寸法	30 mm(H)×100 mm(W)×160 mm(D)
入力端子 (マイクロホン用)	4チャンネル、BNC コネクタ 定電流駆動電源(CCLD)センサ用定電流供給 (24 V、2.1 mA ~ 2.5 mA)
出力端子(スピーカ用)	1チャンネル、BNC コネクタ
入力電圧レンジ (ソフトで設定・RMS)	100 mV、1 V、10 V +20 dB、0 dB、-10 dB
利得誤差	±0.1dB
チャンネル間利得誤差	±0.1dB
A/D 変換分解能	24 bits
サンプリングレート	48 kHz/ch
ダイナミックレンジ	128 dB
周波数特性(平坦特性)	0.5 Hz ~ 21 kHz(0.2 dB 以内) 1 Hz ~ 20 kHz(0.05 dB 以内)
総歪率	0.007 % (Typ)
出力電圧(スピーカ用・RMS)	1.0 V
出力周波数範囲	0.5 Hz ~ 22 kHz
出力信号の種類	ホワイトノイズ
USB インターフェース端子	USB1.1/USB2.0
電源	PC から USB ケーブルで供給(最大 500 mA)
ケーブル(スピーカ用)	BNC-BNC ケーブル 1本
ケーブル(USB 用)	USB 端子付ケーブル 1本

#### ●オプション

コンピュータ(推奨動作環境)	
CPU	2 GHz 以上
RAM	512 MB 以上
HDD	10 GB(空き容量)
USB	USB 1.1 / USB 2.0
対応 OS	Microsoft Windows 7 Professional 32 bit/ 64 bit、10 Pro 64 bit
伝達マトリクス法予測計算ソフト	9302型、9301型用
垂直入射・透過損失特性推定ソフト	9301型用

## 関連製品

### ダクト 9303型 道路表面吸音率計測システム

自動車走行騒音試験はISO 10844 (JIS D 8301) で規定された基準路面上で測定を行うことが義務付けられています。吸音率の現場測定方法はISO 13472-2:2010に規定されており、本システムは、ISO 13472-2:2010に準拠した測定が可能です。

音響管を路面に立てて設置するだけで表面の吸音率を短時間で測定できるので、基準路面の施工時の測定や経年変化の吸音率測定に最適です。



# Technical Information

## 垂直入射 吸音率計測システムの測定原理式

● 結果の出力、表示 ● 内部計算または定義

● 音圧( $p$ )=入射音圧( $p_i$ )+反射音圧( $p_r$ )	音の粒子速度( $u$ )=入射速度( $u_i$ )+反射速度( $u_r$ )	材料透過音: 音圧( $p_t$ )、粒子速度( $u_t$ )
● 校正後の伝達関数	$H_{12} = \hat{H}_{12} / H_C \quad \hat{H}_{12} = \frac{P_2}{P_1} = \frac{e^{jk_0 L_X} + R e^{-jk_0 L_X}}{e^{jk_0(L_X+D_X)} + R e^{-jk_0(L_X+D_X)}} = \hat{H}_{12r} + j\hat{H}_{12i}$	
● 反射係数 基準面( $x=0$ )での反射係数	$R = \frac{P_r}{P_i} = \frac{H_{12} - e^{jk_0 D_X}}{e^{jk_0 D_X} - H_{12}} \quad e^{2jk_0(L_X+D_X)} = R_r + jR_i$	
● 吸音率 音のパワーの入射量と透過量の比	$\alpha = \frac{P_t^2}{P_i^2} = \frac{P_i^2 - P_r^2}{P_i^2} = 1 -  R ^2$	
● 正規化表面音響インピーダンス 材料表面 音響インピーダンス(*: 剛直な終端時)	$Z_n = \frac{p}{u} \times \frac{1}{Z_0} = \frac{Z}{Z_0} = \frac{1+R}{1-R} = Z_{nr} + jZ_{ni}$	
● 材料透過音圧表現式 波長定数 $k_m$ と伝播定数 $\gamma = \alpha + j\beta$ で表現できる	$P_t = P_{te}^{-jk_m x} = P_{te}^{-\gamma x}, \quad jk_m = \alpha + j\beta, \quad k_m = \omega/c_e$	
● 波長定数	$k = \omega/c = 2\pi f/c, \quad f: \text{周波数}, \quad c: \text{音速}(20^\circ\text{C } 343 \text{ m})$	
● 正規化表面音響インピーダンス 背後空気層 $L_{01}(L_{02}, L_{03})$ 時の、 材料表面( $x=0$ )から材料を見た インピーダンス。 $Z_{cn}, \gamma$ の計算用	$Z_{in} = \frac{Z_1}{Z_0} = j \frac{-H_{12} \sin(kL_X) + \sin[k(L_X+D_X)]}{H_{12} \cos(kL_X) - \cos[k(L_X+D_X)]} = Z_{ir} + jZ_{ii}$	
● 正規化裏面音響インピーダンス 背後空気層 $L_{01}(L_{02}, L_{03})$ 時の、 材料裏面( $x=L$ )から剛直終端面を見た インピーダンス。 $Z_{cn}, \gamma$ の計算用	$Z_{2n} = \frac{Z_2}{Z_0} = -j \cot(kL_0)$	
● 正規化特性インピーダンス 背後空気層 $[L_{01}, L_{02}]$ $([L_{02}, L_{03}][L_{03}, L_{01}])$ 時の、 材料中の音の特性インピーダンス	$Z_{cn} = \frac{Z_C}{Z_0} = \pm \sqrt{\frac{Z_1 Z_1' (Z_2 - Z_2') - Z_2 Z_2' (Z_1 - Z_1')}{(Z_2 - Z_2') - (Z_1 - Z_1')}} = Z_{cnr} + jZ_{cni}$	
● 伝播定数 材料中を伝播する音の減衰と 位相速度を表わす	$\gamma = \frac{1}{2L} \log_e \left[ \frac{Z_1 + Z_C}{Z_1 - Z_C} \times \frac{Z_2 - Z_C}{Z_2 + Z_C} \right] = \alpha [\text{nep/m}] + j\beta [\text{rad/m}] \quad *注1$ $= 8.686 \alpha [\text{dB/m}] + j\beta [\text{rad/m}] \quad *注2$	
● 等価音速 材料透過音圧表現式より計算。 $C_e [\text{m/s}]$	$C_e = \frac{2\pi f\beta + j2\pi f\alpha}{\alpha^2 + \beta^2} = C_{er} + jC_{ei} \quad *注1$	
● 等価密度 材料の特性インピーダンス $Z_C$ 、等価音速 $C_e$ から計算。 $(Z_C = \rho_e C_e \text{の関係がある})$ $\rho_e [\text{kg/m}^3]$	$\rho_e = \frac{Z_C}{C_e} = \rho_{er} + j\rho_{ei} \quad *注1$	

### 測定原理の参照事項(P.4の図参照)

- $D_x, L_x, L, L_0, X_1, X_2, X: [m]$
- サフィックス $r, i$ : 実数、虚数
- 正規化インピーダンス: 空気特性インピーダンス $Z_0$ で除したもの  
( $Z_0 = \rho c = 415 [\text{N} \cdot \text{s/m}^2], 20^\circ\text{C}$ 時)
- \*: 終端が背後空気層では $Z_{1n}$ と同じ
- $Z_{1n}, Z_{cn}, \gamma$ は背後空気層 $L_{01}, L_{02}, L_{03}$ のそれぞれに対応する値と平均値( $Z_{cn}, \gamma$ )を得る
- $C_e, \rho_e$ は平均値

\*注1 CSV形式一括データのみ表示

\*注2 表示データのみ表示



https://smeas.rion.co.jp/



当社は、認定基準としてISO/IEC 17025 (JIS Q 17025)を用い、認定スキームをISO/IEC 17011に従って運営されているJCSSの下で認定されています。JCSSを運営している認定機関 (IA Japan) は、アジア太平洋試験所認定協力機構 (APLAC) 及び国際試験所認定協力機構 (ILAC) の相互承認に署名しています。当社の品質保証証は、国際MRA対応JCSS認定事業者です。JCSS0197は品質保証証の認定番号です。

ISO14001 本社・東海営業所  
西日本営業所 認証取得  
ISO9001 本社・東海営業所  
西日本営業所・九州リオン・  
リオン・ビルセンター 認証取得



\*本カタログに掲載されている価格はメーカーが希望する小売価格です。\*本カタログ掲載の会社名、商品名は一般に各社の登録商標または商標です。\*本カタログ掲載の各製品のデザイン・仕様などは予告なく変更する場合があります。

技術相談受付 ☎ 0120-26-1566

当社の休日および土・日・祝日を除く  
9:00 ~ 12:00 / 13:00 ~ 17:00

- |                |   |
|----------------|---|
| 本社・営業部         | 〒185-8533 東京都国分寺市東元町3丁目20番41号<br>TEL.042-359-7887 FAX.042-359-7458              |
| 西日本営業所         | 〒530-0001 大阪市北区梅田2丁目5番5号 横山ビル<br>TEL.06-6346-3671 FAX.06-6346-3673              |
| 東海営業所          | 〒460-0002 名古屋市中区丸の内2丁目3番23号 和波ビル<br>TEL.052-232-0470 FAX.052-232-0458           |
| 九州リオン(株)       | 〒812-0039 福岡市博多区冷泉町5番18号<br>TEL.092-281-5366 FAX.092-291-2847                   |
| 上海理音科技有限公司     | 郵編200233 中国上海市徐匯区宜山路900号 科技産業文化大樓 C区501室<br>TEL.021-5423-5082 FAX.021-5423-5266 |
| リオンサービスセンター(株) | 〒192-0918 東京都八王子市市兵衛2丁目22番2号<br>TEL.042-632-1160 FAX.042-632-1140               |