

## Q & A

**Q(1) 残響室を使って測定した吸音率と音響管を使って測定した吸音率が異なる結果になるのはなぜですか？**

**Q(2) 残響室法吸音率が1を超えることがあるのはなぜですか**

**A(1)** 残響室吸音率測定は、音響管に比べて現実に近い測定条件ということがいえます。そして吸音材(吸音体)の種類や構造に制限がありません。

さて、空の残響室(体積  $V$ 、表面積  $S$ )の残響時間  $T$  は式(1)の Sabine の残響式

$$T=0.163V/(\alpha_0 S) \quad (1)$$

によって空の残響室法吸音率  $\alpha_0$  が計算されます。残響時間はランダムノイズ音の遮断によって1/3オクターブバンドノイズ音圧レベルが60dB減衰する時間です。

次に吸音材(または吸音体)を使用状態と同じ方法で設置し、吸音材の立体的面には音波が様々な角度から入射します。残響室法吸音率  $\alpha$  は式(2)の Eyring の残響公式によって求まります。 $S_s$  は試料の面積です。

$$T=-0.163V/[S \ln(1-\bar{\alpha})] \quad (2)$$

$$\bar{\alpha}=[S_s \alpha+(S-S_s)\alpha_0]/S \quad (2')$$

式(2)で得られた残響室吸音率  $\alpha$  は、吸音材への入射音の角度がランダム入射であるために、吸音体の表面積の応答差、残響時間の誤差が生じて、吸音率の数値の再現性、安定性に影響します。

音響管で測定できる吸音材は一般的には多孔質材と呼ばれ、単層、積層状の多孔質材が測定対象となります。吸音材の外径は音響管内径と同じになります。また吸音率は吸音材が剛壁の前面に密着設置された場合の数値です。吸音材に平面音波を入射すると、直接反射波、透過波が剛壁面で全反射して入射面に透過する波、吸音材内部の繰返し反射波が発生して、吸音材表面で再現性の高い干渉波を形成し、式(3)で吸音率が計算されます。

$$\alpha(\text{垂直入射吸音率})=1-|R|^2 \quad (3)$$

$R$  は反射係数で式(4)で計算されます。 $Z_1$  は吸音材表面から見た音響インピーダンス、 $\rho c$  は空気抵抗です。

$$R=(Z_1-\rho c)/(Z_1+\rho c) \quad (4)$$

垂直入射吸音率  $\alpha$  の誤差要因は吸音材の設置の安定性です。また、この吸音率は垂直入射条件であるため外径サイズ(大きさ、厚さ)で決まる最大値

を示し、再現性、安定性共に優れています。

残響室と音響管で求めた吸音率の違いは、一例として、図-1の多孔質材(孔が連通)の吸音率で示すことができます。この多孔質材は、残響室内では入射角度、入射音速、透過角度、透過音速間でスネルの法則が成立して、音波は吸音材の法線軸と接近した狭い角度範囲で進行します。この吸音率は「ISO 10534 付属書 F (informative) の局所作用吸音材の拡散音吸音率の決定」の計算式 (F.1) で計算されます。

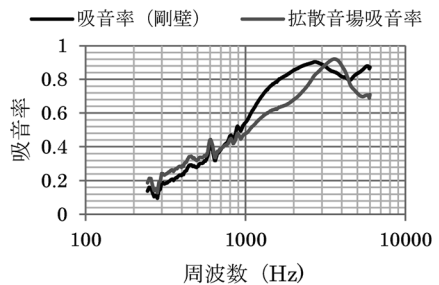


図-1 厚さ40mmのウレタン吸音材の垂直入射吸音率と拡散音場吸音率の違い

**A(2)** 残響室法吸音率が1を超える原因は、吸音材の立体的面への音波の入射が複雑で実面積より大きくなる効果によって残響時間が小さくなり、吸音率が1より大きくなるためです。図-2に例を示します。

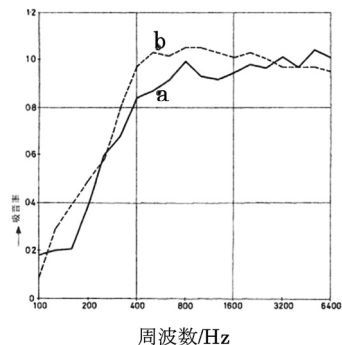


図-2 コンクリート面に密着した厚さ50mmのロックウールの残響室法吸音率  
(a) 密度  $40 \text{ kg/m}^3$ ,  $12.7 \text{ Rayl/cm}$ ; (b) 密度  $100 \text{ kg/m}^3$ ,  $22 \text{ Rayl/cm}$   
(室内音響学(市ヶ谷出版局) p173より)

(音環境技術研究所 小白井敏明)