

Q & A

Q 吸音材料として用いられる多孔質材料の吸音メカニズムと使用上の注意点について教えてください。

A 多孔質材料とは、細かい気孔が無数にあいている材料で、多孔質を構成する素材は硬い物から軟らかい物まで多岐にわたり、構造も連通性から非連通性のもので種々の材料があり、吸音・遮音材料として用いることができる。

◇多孔質材料の吸音要素

多孔質材料中の吸音要素は音波が細孔中を伝搬する際の粘性減衰、言わば、材料中の空気伝搬路における減衰、多孔質構造体の動的弾性挙動による振動減衰、言わば、固体伝搬路における減衰、空気音と固体音の相互作用、他に熱伝導、熱交換などに起因する減衰により音波は熱として消散され消滅する。

◇吸音性を表す量

通常多孔質構造体においては、構造体自体も弾性体であるため、吸音性を表す量としては、固体振動要素を加味する必要があるが、吸音のメカニズムが複雑になるため、ここでは、構造体は剛であると仮定し、連通性の空気伝搬路における減衰のみに着目し説明を行う。

多孔質材料に音波が入射するとその表面で音波は入射方向に反射する波と材料中に浸入する波に分かれる。材料中に浸入した音波は減衰しつつ伝搬していくもので、伝搬定数 γ および特性インピーダンス Z_c が材料中での音波の挙動を規定する基礎量となる。ここでは以下、論理的・実証的に扱いやすい条件である平面音波が材料に垂直に入射する場合を想定し話を進めることとする。

γ および Z_c は下式で表すことができる。

$$\gamma = \alpha + j \cdot \beta \quad (1)$$

γ : 伝搬定数

α : 減衰定数 (nepers/m)

(1 neper = 8.686 dB)

β : 位相定数 = ω / C (radian/m)

(ω : 角周波数 (radian/s), C : 位相速度 (m/s))

$$Z_c = \rho_e \cdot C_e \quad (2)$$

Z_c : 材料の特性インピーダンス ($N \cdot s / m^3$)

ρ_e : 実効 (等価) 複素密度 (kg / m^3)

C_e : 実効 (等価) 複素位相速度 (m/s)

◇伝搬定数 γ および特性インピーダンス Z_c の計測方法

γ , Z_c は多孔質材料に関わる音波の挙動を規定する複素基礎量であるため、これらの未知量を正確に計測できれば、多孔質材料のエネルギー評価値 (吸収率・吸音率・透過率・透過損失など)などを容易に求めることができる。その方法は音響管を用いた伝達関数法¹⁾と称する計測方法である。

◇計測上の注意点²⁾

音響管で測定すべき材料は連通性の多孔質材料が基本となるが、骨格構造が剛でないグラスウールなどの繊維系材料や軟質ポリウレタンフォームのような一般の材料においては、測定結果の中に骨格構造の振動の影響が加味された結果となるため注意が必要となる。第一に注意すべき点は、試料を管内にセットした際の拘束条件の影響により生じる曲げ振動であり、これは不要共振として取り除くべきもので、測定結果に影響を与える。

二番目も振動の問題であり、これは不要振動ではないが大いに認識すべき点である。第一の場合と同様、剛でない骨格構造をもつ試料は、不要共振とは別に、高高構造体としての縦振動の影響が測定値に必然的に加味される。そのため、同種の試料であっても、試料厚、平面寸法の差異により縦弾性率が違うため、測定結果に違いが生じることがある。

参 考 文 献

- 1) H. Utsuno, T. Tanaka, T. Fujiwara: Transfer function method for measuring characteristics impedance and propagation constant of porous materials, J.A.S.A., vol. 86, pp. 637-643 (1989).
- 2) 山口道征, 豊田政弘: 小特集「音響管による垂直入射吸音率測定」にあたって, 日本音響学会誌, vol. 68, no. 9, pp. 461-462 (2012).
(エム・ワイ・アコーステク 山口道征)