

緩支持法による音響管計測の FE モデル化

○黒沢良夫
(帝京大)

FE model for the loosely-support method in impedance tube measurement

Yoshio Kurosawa
(Teikyo Univ.)

音響管計測において、サンプルと管壁の接触により吸音率計測結果が変化することがあり、サンプルと管壁が接触しない緩支持法が開発された。サンプルと管壁の隙間やサンプル径の影響を有限要素モデルを用いて数値計算した。今回、繊維材（グラスウール）を JCA モデルで、ウレタンフォームを Biot モデルを用いて計算した結果を紹介する。

Key words: 吸音率、音響管、FEM、防音材

1. はじめに

現在、多孔体等の吸音材を開発するにあたって、コストの削減や開発期間の短縮のために市販の音響解析ソフトを用いて音響性能を予測することがある。

しかし、このような解析ソフトを使用し、予測計算を行うためには、予測したい材料の正確な材料パラメータ（Biot パラメータ）が必要となる。この際に用いられる材料パラメータは、専用の計測器による計測値を用いることもあるが、音響管の垂直入射吸音率から同定した値を用いることも多い。ウレタンフォームや密度の大きいフェルト等の繊維材は、カットサンプルと音響管壁の接触状況によって吸音率計測結果が異なることがある。当然、そこから同定される Biot パラメータの値も変化してしまう。

そのため、サンプルと管壁が接触しない緩支持法が開発され、市販されている。本研究ではサンプルと管壁の隙間の影響を調査するため、緩支持法による音響管を FE モデル化し、垂直入射吸音率（以下吸音率）を算出した。音響管は内径 $\Phi 29$ mm とし、500 Hz から 6300 Hz を解析周波数とした。多孔体はグラスウール (GW) とウレタンフォーム (VO) を用い、GW は JCA モデル、VO は Biot モデルを用いた。吸音率と隙間の関係について報告する。

2. 多孔体のモデルについて

今回は構造音響解析ソフト MSC.Actran を用いて計算を行った。今回はグラスウールのモデル化として JCA モデル⁽¹⁾ を用いた。このモデルは多孔体中の空気の換算密度を式(1)、換算弾性率を式(2)のように表現する。

$$\rho_e \cong \frac{\alpha_\infty \rho_0}{\phi} \left[1 - j \frac{\sigma \phi}{\alpha_\infty \rho_0 \omega} \sqrt{1 + j \frac{4\alpha_\infty^2 \mu \rho_0}{\sigma^2 \phi^2 \Lambda^2} \omega} \right] \quad (1)$$

$$K_e \cong \frac{\gamma P_0}{\gamma_0 - (\gamma_0 - 1) \left[1 + \frac{8\mu}{j\Lambda^2 B^2 \omega \rho_0} \sqrt{1 + j\rho_0 \frac{\omega B^2 \Lambda^2}{16\mu}} \right]^{-1}} \quad (2)$$

ϕ : 多孔度、 ρ_0 : 空気の密度、 α_∞ : 迷路度、 σ : 流れ抵抗、 ω : 角周波数、 μ : 空気の粘性係数、 Λ : 粘性特性長、 γ_0 : 空気の比熱比、 Λ' : 熱的特性長、 B^2 : 空気の Prandtl 数である。

ウレタンフォームは Biot モデル⁽²⁾ を用いた。入射音が多孔質弾性体の隙間を通ることで伝わってくる空気伝搬音と、材料の内部（骨格）を伝える固体伝搬音の変位を予測する理論式である。固体伝搬音と空気伝搬音の相互作用を考慮した骨格部の変位: \vec{u}^s および流体の変位: \vec{u}^f を用いて、それぞれ式(3)、(4)のように表される。