

グラスウール及びかさ高不織布の Biot パラメータ

○木村 正輝
(ブリュエル・ケアー・ジャパン)

佐藤 利和
(ブリュエル・ケアー・ジャパン)

山口 道征
(エム・ワイ・アコーステック)

Biot parameters of glass wool and bulked nonwoven fabric

KIMURA Masateru
(Brüel & Kjær Japan)

SATOH Toshikazu
(Brüel & Kjær Japan)

YAMAGUCHI Michiyuki
(M.Y. Acoustech)

多孔質材料の Biot パラメータを得る方法として、垂直入射吸音率から Biot パラメータを逆推定する方法があるが、この方法は垂直入射吸音率に対する Biot パラメータの性質を考慮したうえで逆推定が必要である。そこで当論文では、グラスウール及びかさ高不織布の音響特性から求めた垂直入射吸音率を用いて様々な条件で Biot パラメータの逆推定を行い、正しく逆推定できる条件について検討した。

Key Words: Biot パラメータ, 垂直入射吸音率, 逆推定

1. はじめに

昨今 Biot 理論¹⁾による音響材料シミュレーションが行われることが多くなり、音響材料シミュレーションで使用する Biot パラメータの重要性が高まりつつある。

Biot パラメータを取得するには、Biot パラメータ測定装置を用いて測定、あるいは Biot パラメータ逆推定ソフトウェアを用いて垂直入射吸音率から逆推定することが一般的である。

本報では、垂直入射吸音率から Biot パラメータの逆推定を行う方法に着目し、グラスウール及びかさ高不織布について様々な条件で Biot パラメータの逆推定を行い、より正確に逆推定を行う方法について検討した。

2. Biot パラメータの逆推定手法

Biot パラメータの逆推定は、音響管で測定した垂直入射吸音率 ϕ_i と Rigid モデルに基づいて算出した垂直入射吸音率 $\Phi(\omega_i; \mathbf{a})$ とが一致するような Biot パラメータ $\mathbf{a} = \{\phi, \sigma, \alpha_\infty, \Lambda, \Lambda'\}$ を検索することで行う。ここに、

ϕ : ホロシティ (空隙率、多孔度)
 σ : 流れ抵抗 [Pa·s/m²]
 α_∞ : トーチュオシティ (屈曲度、迷路度)
 Λ : 粘性特性長 [m]
 Λ' : 熱的特性長 [m]

2.1 逆推定に用いる Biot-Allard モデル

垂直入射吸音率 $\Phi(\omega_i; \mathbf{a})$ は、

$$\Phi(\omega_i; \mathbf{a}) = 1 - \frac{|Z(\omega_i; \mathbf{a}) - 1|^2}{|Z(\omega_i; \mathbf{a}) + 1|^2} \quad (1)$$

により算出できる。ここに、 $Z(\omega_i; \mathbf{a})$ は比音響インピーダンス比で、

$$Z(\omega_i; \mathbf{a}) = j \frac{1}{\phi Z_0} \sqrt{\rho_{eq}(\omega_i) K_{eq}(\omega_i)} \cot \left(\omega h \sqrt{\frac{\rho_{eq}(\omega_i)}{K_{eq}(\omega_i)}} \right) \quad (2)$$

である。また、 Z_0 は空気の特徴インピーダンス、 ρ_{eq} は実効密度、 K_{eq} は実効体積弾性率で、

$$\rho_{eq} = \frac{\rho_0 \alpha(\omega_i)}{\phi} \quad (3)$$