

## 伝達マトリクス法による空気伝搬音予測モデルの有効性調査

○加藤 大輔  
(豊和繊維工業 ㈱)

Study of efficacy in air-borne sound prediction model using the transfer matrix method



Kato Daisuke  
(HOWA textile industry)

吸音材の流れ抵抗から、特性インピーダンスと伝搬定数を得る予測モデルが古くから利用される。ただし、これら予測モデルは吸音率を求めることを目的とし、遮音材との積層構造の吸音率や音響透過損失の予測に、ほとんど利用されていない。そこで、流れ抵抗のみを用いる予測モデルをいくつか取り上げ、伝達マトリクス法により、吸音材と遮音材との積層構造における吸音率と音響透過損失を解析比較し、その有効性について考察する。

Key words : 特性インピーダンス、伝搬定数、流れ抵抗、吸音率、音響透過損失

## 1. はじめに

吸音材の流れ抵抗から特性インピーダンスと伝搬定数を予測する Delany-Bazley モデル<sup>1)</sup>、Miki モデル<sup>2)</sup>、Komatsu モデル<sup>3)</sup>などの予測モデルは、吸音材単層の吸音率予測によく利用される。また、細い円筒管内の複素密度と複素体積弾性率を流れ抵抗から予測する Zwikker & Kosten モデル<sup>4)</sup>も、わずかな修正により、Miki モデルによる垂直入射吸音率に、ほぼ一致することが報告されている<sup>5)</sup>。

もし、これら予測モデルが、積層構造の特性として利用できるならば、必要なパラメータが流れ抵抗のみとなり、大きな利点となる。そこで、これら予測モデルについて、2行2列の伝達マトリクス法を利用し、吸音材と遮音材との積層構造における吸音率と音響透過損失（垂直入射、及びランダム入射）を解析比較し、その有効性を調査考察する。

## 2. 流れ抵抗を利用する予測モデル

### 2.1 Delany-Bazley モデル

グラスウールとロックウールの特性インピーダンス  $Z_c$  と伝搬定数  $\gamma$  は、流れ抵抗  $R_f$  から得ることができる。このことを Delany と Bazley が、初めて実験式として 1970 年に示した<sup>1)</sup>。流れ抵抗の単位は  $N \cdot s/m^4$  であるが、当時扱われていた単位が、これとは異なるため、Allard は単位を換算した次式を示した<sup>6)</sup>。

$$Z_c = R + jX, \quad \gamma = \alpha + j\beta \quad (1)$$

$$R = \rho_0 c_0 \left[ 1 + 0.0571 \left( \frac{\rho_0 f}{R_f} \right)^{-0.754} \right] \quad (2)$$

$$X = -\rho_0 c_0 \left[ 0.0870 \left( \frac{\rho_0 f}{R_f} \right)^{-0.732} \right] \quad (3)$$

$$\alpha = \frac{\omega}{c_0} \left[ 0.189 \left( \frac{\rho_0 f}{R_f} \right)^{-0.595} \right] \quad (4)$$

$$\beta = \frac{\omega}{c_0} \left[ 1 + 0.0978 \left( \frac{\rho_0 f}{R_f} \right)^{-0.700} \right] \quad (5)$$