

# 多孔質材料の吸音率予測モデルの研究

— メルトブローを積層した材料の垂直入射吸音率の予測 —

電子科 木野直樹  
湖西フェルト株式会社 大場信宏 辻岡和則

## Study on prediction models for absorption coefficient of porous media

— Prediction of normal incidence absorption coefficient of a layered material with the melt-blown nonwoven —

Naoki Kino, Nobuhiro Ohba and Kazunori Tsujioka

### 1. はじめに

物性パラメータから吸音率を予測する数種類のモデルがある。Flow resistivity を用いる Delany and Bazley model<sup>1)</sup> や Miki model は、一般的に繊維材料の吸音率を予測するために使われている。しかし、筆者は、繊維材料やメラミンフォームの吸音率の予測精度を上げるために、Flow resistivity に加えて Porosity、Tortuosity と Characteristic lengths の 5 種類の物性パラメータで構成する Johnson-Allard model<sup>2)</sup> を改良したモデル<sup>3)</sup> を使用している。また、Miki も様々な材料に対応するために、Flow resistivity に加えて Porosity、Tortuosity と Pore shape factor ratio の 4 種類の物性パラメータで構成する一般化した Miki model<sup>4)</sup> を発表している。

メルトブローは、厚さ 1 mm 未満の薄膜にも関わらず、他の材料との積層によって、吸音率を向上する効果を発揮する材料である。本報告では、メルトブローを使った繊維積層材料の垂直入射吸音率を予測した結果を紹介する。

### 2. 実験方法

メルトブローとポリエステル繊維不織布について、それぞれの物性パラメータの計測を行った。Flow resistivity は、ISO9053 規格に基づき、直流の空気を流して試料前後の微差圧の計測を行った<sup>5)</sup>。Tortuosity と Characteristic lengths は、試料を透過する超音波の音速を計測することで導出した<sup>5,6)</sup>。Porosity は、高密度と原材料の密度を使って導出した。垂直入射吸音率の計測は、ISO10534-2

規格に基づき、音響管で行った。

計測した物性パラメータと予測モデルを使い、特性インピーダンスと波長定数を導出した。これらをマトリクス計算することで積層材の垂直入射吸音率を求めた。

### 3. 結果

計測した物性パラメータと予測モデルを使ってメルトブローをポリエステル繊維不織布の上に積層した材料の垂直入射吸音率を予測した。Delany and Bazley model を使った予測結果と計測値を図 1 に示す。また、Kino model<sup>3)</sup> を使った予測結果と計測値を図 2 に示す。

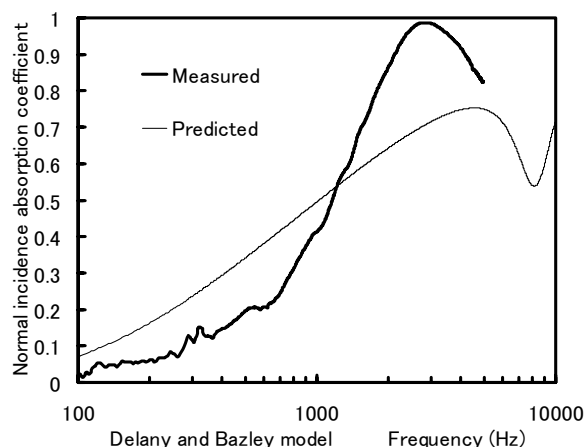


図1 垂直入射吸音率の計測値と予測値の比較  
予測モデル：Delany and Bazley model

また、Flow resistivity 以外の物性パラメータを取り入れた一般化した Miki model を使った予測結果と計測値を図 3 に示す。Miki の論文<sup>4)</sup> で、Pore shape factor ratio の値の範囲は、0.6~1.0 と記述されている。図 3 は、Pore shape factor ratio の

値を1.0とすることで予測値と計測値の食い違いが最も小さくなる結果である。

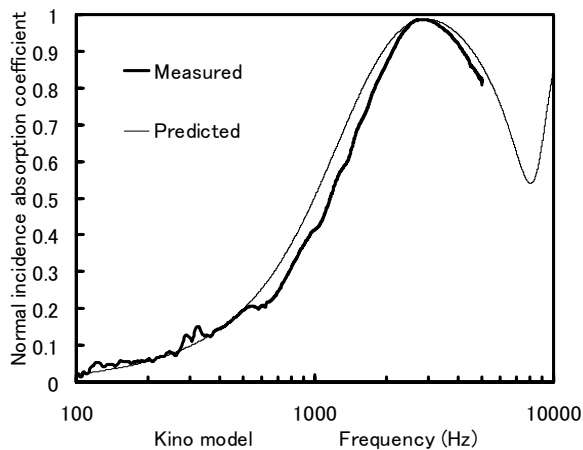


図2 垂直入射吸音率の計測値と予測値の比較  
予測モデル：Kino model

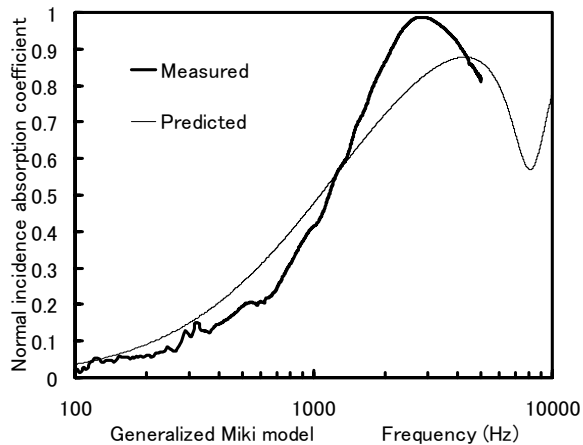


図3 垂直入射吸音率の計測値と予測値の比較  
予測モデル：Generalized Miki model

#### 4. 考察

2種類のポリエステル繊維不織布を積層した材料の垂直入射吸音率の予測値と計測値を比較した結果を図4に示す。Delany and Bazley modelで、実用上有効な吸音率の予測が可能であることが分かる。図1、2と4に示すように、繊維材料の中には、Flow resistivityのみで予測できる材料も有るが、Flow resistivity等の5つの物性パラメータが必要となる材料も存在することが分かる。

1970年当時、DelanyとBazleyは、様々な等級のガラス繊維を含む繊維材料を調査することでモデルを作成している。筆者も様々な高密度のグラスウールとポリエステル繊維について、Flow resistivity等の物性パラメータを計測しているが<sup>5)</sup>、それらの

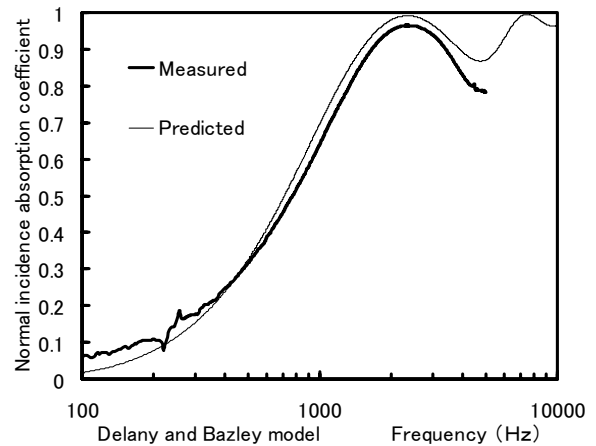


図4 垂直入射吸音率の計測値と予測値の比較  
予測モデル：Delany and Bazley model

TortuosityとPorosityの値は、1.0に近いものであった。そこで、彼らが実験で扱った材料もTortuosityとPorosityの値は、1.0に近いものであったと考える。メルトブローのTortuosityの値は、1.1より大きく、Porosityの値は、0.9未満である。メルトブローの物性パラメータが一般的な繊維材料と比べて異なるために、Flow resistivityだけの計測値を基に作られたモデルでは予測出来なかったと考える。一般化したMiki modelで予測出来なかった点については、波長定数等を調べることでその理由を検討する必要があると考える。

#### 参考文献

- 1) Delany ME et al. : Acoustical properties of fibrous absorbent materials, Appl Acoust, 105-116 (1970).
- 2) Allard JF et al. : New empirical equations for sound propagation in rigid frame fibrous materials, J Acoust Soc Am, 3346-3353 (1992).
- 3) Kino N et al. : Improvements to the Johnson-Allard model for rigid-framed fibrous materials, Appl Acoust, 1468-1484 (2007).
- 4) Miki Y : Acoustical properties of porous materials -Generalizations of empirical models-, J Acoust Soc Jpn, 25-28 (1990).
- 5) Kino N et al. : Experimental determination

【ノート】

of the micro- and macrostructural parameters influencing the acoustical performance of fibrous media, Appl Acoust, 1439-1458 (2007).

6) 木野直樹：多孔質材料の吸音率予測モデルの研究－非音響パラメータと音響管の計測精度を重視した取り組み－, 日本音響学会建築音響研究会, 1-8 (2011).