

均質化法による発泡材の音響性能および断熱性能の予測検討

○ Ren Tianxin
(工学院大学大学院)

山本 崇史
(工学院大学)

李 知桓
(工学院大学大学院)

朝倉 由貴
(工学院大学)

山川 啓介
(マツダ)

桂 大詞
(マツダ)

遊川 秀幸
(マツダ)

Prediction Study of Acoustic and Thermal Insulation
Performance of Foam Materials by Homogenization Method

Tianxin Ren
(Kogakuin University)

Takashi YAMAMOTO
(Kogakuin University)

Zhihuan LI
(Kogakuin University)

Yoshitaka ASAKURA
(Kogakuin University)

Keisuke YAMAKAWA
(Mazda)

Daiji KATSURA
(Mazda)

Hideyuki YUKAWA
(Mazda)

電気自動車の普及により、電池効率の向上とロードノイズの低減という問題が目立つようになった。それを解決するために、断熱性能及び音響性能発泡材が注目されている。本研究では、COMSOLとMATLABを利用して微視構造モデルから、発泡材の音響性能と断熱性能を向上させる影響因子を探することを目的とする。

Key words : 吸音率, 均質化法, 発泡材, ケルビンセル, 断熱性能

1 緒言

近年、電気自動車は従来の自動車とは違い、エンジンの騒音がほとんどないことなどから、走行による路面の凹凸から発生するロードノイズが目立つようになってきている。さらに、電気自動車の電池効率を高めるために、断熱性の高い材料が求められている。そのため、音響性能と断熱性能が高く密度が低い発泡材が求められている。本研究では、Surface Evolverを用いてモデリングした発泡材のKelvinセルモデルおよび単純気泡モデルを作る。COMSOLにモデルを導入して吸音、熱伝導率を計算し、発泡材の音響性能と断熱性能への影響因子を探することを目的とする。

2 発泡材

発泡材は材料合成の過程で無数の空孔で、また高分子材料であり、軽量かつ優れた吸音性能また断熱性

能を有することから、自動車車内では多くの場所で用いられている。空気中に伝わる音が多孔質発泡材の表面に伝わると、音響エネルギーの一部が熱エネルギーに変換され、一部が反射され、一部が材料に吸収される。本研究の発泡材の材料はウレタンフォームである。

3 均質化法を適用した支配方程式

この章では多孔質吸音材の支配方程式について説明する。固体相は線形弾性体、流体相は粘性係数 μ^f の圧縮性粘性流体とする。固体相の支配方程式は次のように表される。

$$\begin{aligned}
 -\rho^s \omega^2 u_i^s &= \frac{\partial \sigma_{ij}^s}{\partial x_j} \\
 \sigma_{ij}^s &= c_{ijkl}^s \varepsilon_{kl}^s \\
 \varepsilon_{kl}^s &= \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u_k^s}{\partial x_l} + \frac{\partial u_l^s}{\partial x_k} \right)
 \end{aligned} \tag{1}$$