

積層防音材の形状変更による遮音性能解析

○八木澤和稀
(帝京大)

黒沢良夫
(帝京大)

野澤新
(帝京大)

Sound Insulation Analysis of Porous Media Using Urethane and Gum

Kazuki Yagisawa
(Teikyo Univ.)

Yosio Kurosawa
(Teikyo Univ.)

Akira Nozawa
(Teikyo Univ.)

自動車の高周波車内音低減のために用いられる防音材は、軽量化や高性能化のためウレタン等の吸音材にゴムシートを積層した構造のタイプがある。これらはウレタンの形状変更により遮音性能が変化することが分かった。本研究では、簡易的な遮音装置を用いた実験結果とウレタン形状を変更した有限要素法による解析結果について紹介する。

Key words: 仮想モデリング、遮音、透過損失、FEM

1. はじめに

自動車 1 台に数十kgもの防音材が用いられており、エンジン・トランスミッション音や高速走行時のロードノイズ・風切り音など車内に入ってくる騒音を防ぐために重要な役割を果たしている。また、ハイブリット・電気自動車が開発されることにより新たな動作音が生じている。今後さらなる車内静粛性・快適性が求められていくだろう。しかし近年では車の低価格化や、燃費向上のためには闇雲に防音材を増やすことは出来ない。防音材の軽量化を図りながら防音効果の向上を研究しなければならない。

そこで我々は、FEM を用いて既存の防音材をモデル化し、形状変更による遮音性能の解析を試みた。遮音性能の予測技術を開発することで研究開発期間の短縮・コスト削減を可能と出来る。

2. Biot 理論

今回は MSC.Actran を用いて計算を行った。音響・構造解析を行うソフトで、Biot モデルを用いて計算をしている。Biot モデルは、材料に入ってくる入射音とその材料中の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、材料の内部を伝わ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 及び流体の変位： \vec{u}^f を用いて、それぞれ式 (1)、(2) のように表される。

$$\left. \begin{aligned} & ((1-\phi)\rho_s + \rho_a) \frac{\partial^2 \vec{u}^s}{\partial t^2} - \rho_a \frac{\partial^2 \vec{u}^f}{\partial t^2} \\ & = (P-N)\vec{\nabla}(\vec{\nabla} \cdot \vec{u}^s) + Q\vec{\nabla}(\vec{\nabla} \cdot \vec{u}^f) \\ & + N\nabla^2 \vec{u}^s - \sigma\phi^2 G(\omega) \frac{\partial}{\partial t}(\vec{u}^s - \vec{u}^f) \end{aligned} \right\} (1)$$

$$\left. \begin{aligned} & (\phi\rho_f + \rho_a) \frac{\partial^2 \vec{u}^f}{\partial t^2} - \rho_a \frac{\partial^2 \vec{u}^s}{\partial t^2} \\ & = R\vec{\nabla}(\vec{\nabla} \cdot \vec{u}^f) + Q\vec{\nabla}(\vec{\nabla} \cdot \vec{u}^s) \\ & + \sigma\phi^2 G(\omega) \frac{\partial}{\partial t}(\vec{u}^s - \vec{u}^f) \end{aligned} \right\} (2)$$

ϕ : 気孔率

ρ_s : 多孔質骨格の密度

ρ_f : 流体密度 (本論では空気)

ρ_a : 骨格部と流体の相互作用における粘性減衰を考慮した流体の等価密度

ρ_a について次式 (3) に示す。

$$\left. \begin{aligned} \rho_a & = \alpha_\infty \rho_f \left(1 + \frac{\phi\sigma}{j\omega\rho_f\alpha_\infty} G(\omega) \right) \\ G(\omega) & = \left(1 + j \frac{4\alpha_\infty^2 \eta \rho_f \omega}{\sigma^2 \Lambda^2 \phi^2} \right)^{1/2} \end{aligned} \right\} (3)$$