

防音材を積層した自動車パネルの透過音解析

黒沢 良夫 山口 誉夫 吉川 公利
 (富士重工業) (群馬大学) (富士重工業)

Vibro-Acoistic Analysis of Automotive Panels Laminated Porous Media

Yoshio KUROSAWA Takao YAMAGUCHI Kimitoshi YOSHIKAWA
 (Fuji Heavy Industries) (Gunma Univ.) (Fuji Heavy Industries)

自動車では、エンジン音やタイヤ音・風切り音等の騒音をパネルに防音材を積層して吸音・遮音している。本パネル構造の防音性能を推定するツールを開発した。パネルは従来の有限要素で、防音材は内部空気を複素密度と複素体積弾性率を用いて有限要素化し、振動・音響連成問題を計算した。また、自動車パネルを模擬した簡易モデルを作成し、音圧レベルを計測した。解析結果と実験結果を比較し、定性的な予測が可能であることを確認した。

key words :多孔体、FEM、モード減衰、自動車

1. はじめに

近年、自動車の性能として車内快適性が重視され、設計構想段階から車内静粛性が求められる。そのため、自動車の車体パネルまわりは騒音低減のため防音対策が厳重になされている。たとえば、エンジンルームにはボンネット裏等に吸音材(多孔体)が配置され、車室を隔てているパネル(トーボードパネル:図1参照)は鋼板にフェルト・ウレタン等の多孔体からなる防音材を積層し、さらに車室内もパネルに制振材(粘弾性体)・防音材(図2参照)を配置してエンジン音やロードノイズ(主に200~500Hzの定常走行時の車内騒音)、タイヤパターンノイズ、風切り音を低減している。このように車体パネル周辺は、固体(弾性体、粘弾性体)と多孔体(防音材)と気体(空気)とが混合した複合防音構造で形成されている。自動車パネルの共振周波数はエンジン音やロードノイズのピークと近く、これらのパネルまわりの防音性能を予測するためには振動音響連成解析を行う必要がある。

本研究では、固体と多孔体と空気とが混在した複合防音構造の数値解析手法を紹介する。任意の形態・任意の境界を扱うために有限要素法を用いる。また、粘弾性体や多孔体の減衰を高速で計算する手法を用いて、固体・多孔体・気体の連成問題を扱えるようにした。本手法を自動車パネルまわりの防音構造を模擬したテストピースに適用し、計測結果と解析結果の比較を行った結果について報告する。

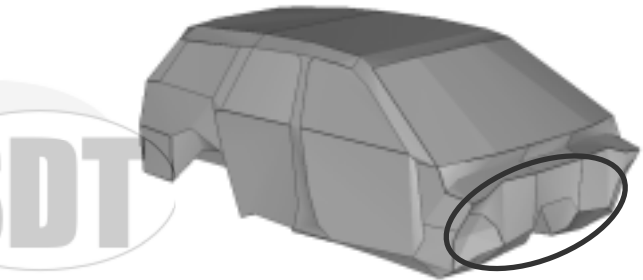


Fig.1 Toe board of Automotive panel



Fig.2 Insulator of Toe Board

2. 解析手法

2.1 多孔体内部空気の音場の離散化

複雑構造を計算できるように有限要素法を適用する。まず多孔体内部の空気の音場を有限要素で離散化する。周期的に加振される非粘性圧縮性完全流体の運動方程式は、微小振幅の条件のもとでは次式のように表すことができる⁽¹⁾⁻⁽³⁾。

$$-\rho\omega^2\{u_f\} = -\nabla p \quad (1)$$

圧力と体積ひずみの関係は次式のように表すことができる。