

# 弾性板-多孔質材-粘弾性材-空気からなる混合体の減衰特性 の動的有限要素解析

○ 山口 誉夫 黒沢 良夫 松村 修二  
(群馬大) (富士重工) (富士重工)

Finite Element Analysis for Damping Properties of Sound-proof Structures  
Having Solid body, Porous Media and Air

Takao YAMAGUCHI Yoshio KUROSAWA Shuuji MATSUMURA  
(Gunma Univ.) (Fuji Heavy Industries) (Fuji Heavy Industries)

弾性板,多孔質材,粘弾性材と空気からなる混合体の減衰特性を有限要素法で解析する手法を提案した. 多孔質材内部の音場には実効密度と体積弾性率を複素数で表現するモデルを用い粒子変位を未知数とする要素で定式化した. 弾性板と制振材は通常のアイソパラメトリック要素で変位を未知数として離散化した. これらが任意の形態で混在する連成問題を数値解析した. さらに混合体のモード減衰を近似計算する手法も提案した.

**Key Words:** 制振材、多孔質材、有限要素法、モード減衰、MSKE 法

## 1. 緒言

ロードノイズはアクセルを踏まない状態で自動車走行時にゴーと聞こえるノイズで, 30Hz~8000Hzと広範囲な周波数にピークが乱立する. このノイズは, 周波数ごとに要因が異なり, 150Hz~500Hzでは, 路面の微細な凹凸が起振源となりタイヤ, ホイール, サスペンション, 車体のフレーム部材, 車体パネルへと振動が伝達し車室内へ音が放射される. 車体パネルは車室と接するので, 制振, 遮音対策が厳重になされる. 車体パネルは鋼板を所要の形状にプレス成形されて作られる. 共振を抑制するためにパネルには車室内側に制振材が積層される. その上に多孔体, 樹脂シート, カーペットが積層される. 多孔体をパネルと樹脂シートで, サンドイッチにし, 二重壁遮音構造を形成するものもある. これより, パネル振動からの放射音が車室内への流入するのを防ぐ. このように車体パネル周辺の防音構造は固体(弾性体, 粘弾性体), 多孔体, 気体(空気)が混合している<sup>(1)(2)</sup>. 以降, この防音構造を複合防音構造と呼ぶ. 複合防音構造を最適化する手段の一つとして, 数値計算の援用が考えられる.

建築分野の制振防音設計には, 主に拡散振動, 拡散音場を仮定した手法が確立されてきている<sup>(3)(4)(5)</sup>. しかし, 自動車の車体の振動場や車室内音場は, 問題となる波長に比べ小さく, 拡散場とはみなせない場合が多い. よって, 数値計算法として定在波を含んだ振動音響連成問題を, 制振材や多孔体の減衰を考慮して解析する手法が必要である.

本報告では, 車体パネル用の固体, 多孔体, 空気が混在した防音構造(図1)の数値解析法を提案する. 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. このとき粘弾性体, 多孔体の減衰を考慮するとともに, 固体, 多孔体, 気体の間の連成問題を扱えるようにする. さらに複合防音構造のモード減衰の近似計算法をも提案する. 提案法に基づきプログラムを作成し検証する. また, 固体と多孔体の減衰の連成を調べる.

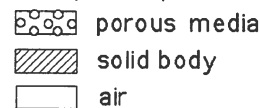



## 2. 解析方法

### 2.1 多孔体内部空気に関する音場の離散化

多孔体内部の空気に関する二次元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で表すことができる<sup>(6)(7)(8)</sup>.

$$\text{grad } s = -\rho\omega^2 \{u_r\} \quad \text{----- (1)}$$


  
 porous media  
 solid body  
 air

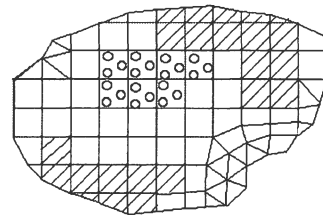


Fig.1 Finite element analysis of mixture having solid body, porous media and air