SDT05013 B21 C34 C35 D46 E53

多孔質材を挿入した二重パネルの振動伝達の二次元有限要素解析

山口 誉夫 ○五十嵐 雄太 黒沢 良夫 松村 修二
（群馬大学） （群馬大学院） （富士重工業） （富士重工業）

FEA of Wave Transmission between Double Walls Floated by Porous Material

Takao YAMAGUCHI Yuuta IGARASHI Yoshio KUROSAWA Shuuzi MATSUMURA
(Gunma Univ.) (Graduate School of Gunma Univ.) (Fuji Heavy Industries) (Fuji Heavy Industries)

弾性体と粘弾性体，多孔体，空気からなる混合構造の振動伝達特性を著者らが提案した減衰の連成を考慮する二次元有限要素で数値解析した．多孔体を樹脂シートとビームでサンドイッチした二重パネルにおいて，多孔体の厚さおよび長さ変化に対する振動伝達特性の散逸エネルギーを分析した．ビームを点加振した時の樹脂シートの平均振動加速度レベルと歪みエネルギー分担率を用いて評価を行った．

key words：制振材，多孔体，FEM，歪みエネルギー分担率

1．はじめに

本報告では弾性体と粘弾性体，多孔体，空気からなる混合構造の振動伝達特性を著者らが提案した減衰の連成を考慮する二次元有限要素で数値解析した．多孔体を樹脂シートとビームでサンドイッチした，いわゆる吸音二重壁において，多孔体の厚さおよび長さ変化に対する振動伝達特性の散逸エネルギーを分析した．ビームを点加振した時の樹脂シートの平均振動加速度レベルと歪みエネルギー分担率を用いて二重壁間の振動伝達特性の評価を行った．

2．解析手法

2．1 多孔体内部空気の音場の離散化

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．

$$\mathrm{grad}\, s = -\rho\omega^2 \{u_f\} \tag{1}$$

連続の式は次のようになる．

$$s = E\,\mathrm{div}\{u_f\} \tag{2}$$

ここで，$\{u_f\}$は粒子変位である．sは圧力pと$s=-p$なる関係を有する．Eとρはそれぞれ体積弾性率と実効密度である．また，ωは角周波数である．

要素内の粒子変位$\{u_f\}$と節点の粒子変位$\{u_{fe}\}$との関係を内挿関数行列$[N_f]^T$を用いて次式のように近似する．

$$\{u_f\} = [N_f]^T \{u_{fe}\} \tag{3}$$

さらに，非回転条件$\mathrm{rot}\{u_f\} = \{0\}$を考慮し，ラグランジェの方程式を用いると次式を得る．

$$([K]_{fe} - \omega^2 [M]_{fe})\{u_{fe}\} = \{f_{fe}\} \tag{4}$$

$\{f_{fe}\}$は要素の節点力ベクトル，$[K]_{fe}$は要素剛性行列，$[M]_{fe}$は要素質量行列である．

多孔体内部の音場を表すために，密度と体積弾性率を複素数とする以下のモデルが提案されている．

$$\rho_e \Rightarrow \rho_e^* = \rho_{eR} + j\rho_{eI} \tag{5}$$

$$E_e \Rightarrow E_e^* = E_{eR} + jE_{eI} \tag{6}$$

式(5)を式(4)へ代入すると，$[M]_{fe}$は次式となる．

$$[M]_{fe} = [M_R]_{fe}(1 + j\chi_e), \quad \chi_e = \rho_{eI} / \rho_{eR} \tag{7}$$

ただし，$[M_R]_{fe}$は$[M]_{fe}$の実部である．同様に，式(6)を式(4)へ代入すると，$[K]_{fe}$は次式となる．

$$[K]_{fe} = [K_R]_{fe}(1 + j\eta_e), \quad \eta_e = E_{eI} / E_{eR} \tag{8}$$

以上から，多孔体内部を表す要素では，$[K]_{fe}$と$[M]_{fe}$がともに複素数で表現される．

2．2 固体に関する振動場の離散化

固体の振動場については，微小振幅を仮定し通常の線形有限要素で離散化する．これを考慮し対象とする場の全要素を重ね合わせ，全系方