

構造・音響連成面上にある多孔質材を含む 積層構造物のモデル化について

○山本 崇史, 丸山 新一
(日産自動車株式会社)

On Modeling of Multilayered Structures on the Coupling Surface
between a Structure and an Acoustic Cavity

Takashi YAMAMOTO, Shinichi MARUYAMA
(Nissan Motor Co., Ltd.)

構造・音響連成面に配置された多孔質材を含む積層構造のモデル化およびその影響を考慮できる計算手法を提案する。本手法では一次元伝達マトリックス法を適用して積層構造部の伝達特性を近似的に計算することの特徴としている。なお、多孔質材層に関しては Biot のモデルから導出した伝達マトリックスを用いる。本手法による計算値と有限要素法による計算値を同じ系において比較した結果、本手法により計算精度の低下を抑止しつつ、計算時間を約 1/40 に短縮できることが分かった。

Key words : 積層材料, 内装材, 防振, 制振

1 緒言

自動車の乗員の快適性を向上させる要素として、車室内の静粛性は近年ますます重要になってきている。自動車では車体構造パネルと車室音響空間の境界面に配置した吸遮音材により静粛性を向上させる。吸遮音材は厚さ数 mm へ数十 mm の多孔質材や弾性材などを二層以上積層させた構造となっており、100Hz 程度の低い周波数から 10kHz 以上の高周波までの広い周波数域にわたり騒音を抑制する効果がある。

高周波域では、吸音や遮音の効果により車室内の静粛性が向上する。吸遮音材を設計する場合、高い周波数で有効な SEA や音線法などを用い、適正な吸音率や遮音度となるよう層構造や各層の厚さを決めることが多い。一方、低周波域での性能は、SEA や音線法が適用できないことから十分検討されていないのが現状である。低周波域では、車体構造パネルの減衰を増加させたり、車室音響空間へ伝達する振動を低減することで、静粛性を向上させる効果がある [1]。しかし、構造パネルと吸遮音材の組合せが悪いときには、構造パネルの振動が吸遮音材系により増幅されて伝達し、車室内の静粛性が損なわれる場合がある。

したがって、低周波域においても吸遮音材の効果を考慮した解析ができ、かつ仕様を変更して構造パネルと吸遮音材の組合せを効率的に検討できる計算モデルおよび手法が必要となる。

これまで、低周波域において吸遮音材の効果を考慮する方法としては、多孔質材に Biot のモデルを適用し有限要素法によって計算する方法が用いられている [2],[3],[4]。

吸遮音材のような積層構造物の各層における運動方程式を、弱形式で表現し有限要素法により計算する場合、任意の形状を有する積層構造や詳細な境界条件を扱うことができる。しかし、Biot のモデルによる多孔質材の運動方程式には、周波数依存性をもつ係数が含まれるため、動的応答の計算には物理自由度による直接解法を適用する必要がある。直接解法は有限要素モデルの自由度が増加するにともない、多大な計算時間とメモリーを要するため、大規模な有限要素モデルに適用するのは困難となる [5]。

積層構造物の各層における運動方程式は、スカラーおよびベクトルポテンシャルにより波動方程式、あるいは定常状態であればヘルムホルツ方程式に変換し