

自動車用防音構造の遮音吸音特性シミュレーション

○ 山口 誉夫
(スバル研究所)

Numerical Simulation of Sound Insulation and Sound Absorption Properties for Automotive Multiple-Layered Sound Proof Structures

Takao Yamaguchi
(SUBARU Research Center Co.)

自動車には高周波数域(200Hz~4000Hz)の車内音を低減するために防音材を車体や内装に積層する対策が行われる。効率よい対策のためには積層構造として防音特性を最適化する必要がある。積層構造の遮音特性と吸音特性とを伝達マトリクス法により予測した。本報告では予測計算精度の検証結果と自動車用多層防音構造へ適用した例を報告する。

Key Words : 遮音、吸音、伝達マトリクス法、自動車車内音

1. はじめに

自動車の車内音は、起振源(路面の凹凸、エンジンなど)→伝達系(サス、ゴムマウントなど)→放射系(車体パネル)の経路をなす固体音(30~500Hz)と、エンジン、排気系、タイヤ等から放射された音あるいは風切音が車体を透過してくる空気音(200~4000Hz)とにより構成される。この車内音を低減するために防音材を車体や内装に積層する対策が行われる。例えばエンジン房内と車室との隔壁に相当するダッシュパネルでは、車体パネル、制振材、制振材を拘束する鋼板パネル、繊維材もしくは発泡材、軟質シート、表皮材とが多重に積層された構成となっている。この積層構造でエンジン音が車室内へ流入するのを防ぐ。これらの積層構造の防音特性は個々の材料、部材のみで得られる特性と異なる^{(1)~(6)}。積層することで各材料への音波の入射量と位相が変化する。また層間で共振が起こり、その共振周波数で層間の音波の伝達特性が変化する。したがって、効率良い騒音対策を行うには積層構造としての防音特性のチューニングが重要となる。本報告では車体パネル+防音材+内装からなる積層構造の吸音特性、遮音特性を予測計算した。解析方法と精度検証結果、さらに適用例を示す。

2. 吸遮音性能の計算法^{(1), (2), (5), (6)}

車体パネル+防音材+内装とからなる構造を図1のようなm層の多重積層体と考える。具体的には弾性体(車体パネル)、粘弾性体(制振材)、多孔質体(繊維材、発

泡材)、気体(空気)を積層した構造を扱う。まず個々の層の特性(材料内部の音波の伝わり方、表面での反射特性)を伝達マトリクスを用いて表わす。ついでその個々の特性を実際に積層する順序で合成し、積層体の音響伝達特性を求める。その伝達特性と入射音 P_i と反射音 P_r との関係から、吸音率 α を求める。吸音特性を求める場合には図1のように音源と受音部を同一空間内に置く。次式でランダム入射吸音率 α_r を計算する。

$$\alpha_r = \int_0^{\pi/2} 2\pi \alpha_\theta \sin\theta \cos\theta \, d\theta / \int_0^{\pi/2} 2\pi \sin\theta \cos\theta \, d\theta,$$

$$\alpha_\theta = 1 - |p_r/p_i|^2 \quad (1)$$

θ : 積層体表面への音波の入射角

遮音特性を求める場合には、図1のように音源と受音部を異なる空間内に置き、両者の間に積層体を

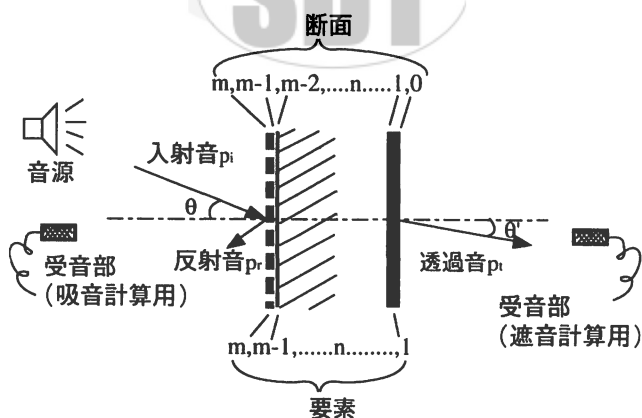


図1 積層防音構造の解析モデル