

吸音材と触媒を含む減衰系の3次元排気音響解析

○榎本 秀喜 川村 智也 山口 誉夫
(富士重工業) (富士重工業) (群馬大学)

3D Acoustic Analysis for Automotive Exhaust System having
Sound Absorbing Materials and Catalyst

Hideki Enomoto Yoshio Kurosawa Takao Yamaguchi
(Fuji Heavy Industries) (Fuji Heavy Industries) (Gunma Univ.)

自動車開発では交通環境対応として排気脈動音の対策が必須であり、吸音材による積極的な消音も行っている。また排ガスを浄化する触媒はハニカム構造であり、粘性抵抗により音響減衰が生じる。そこで減衰要素を含む音場について、複素実効密度をパラメータとしてFEMで定式化した。この手法を自動車排気系に適用したところ、実用精度で消音性能を予測できることを確認した。また、吸音材と触媒の減音効果についても明らかにした。

Key words: 吸音材、FEM、モード減衰、自動車

1. はじめに

自動車開発での騒音性能設計は、乗員の快適性確保だけでなく、交通環境に影響する車外騒音対策も必須である。車外騒音はエンジン、吸排気系、タイヤなどから発生し、特にエンジン燃焼にて発生する脈動音は排気全系での構造検討が必要となる。つまり商品コンセプトに応じた排気系レイアウト、消音器の容量や構造を考える必要があり、基本設計は脈動音をコントロールすることである。

排気系で使用されるサブマフラにはガラス繊維の多孔質吸音体（吸音材）を充填することで、積極的な消音も行っている。そこで吸音材の減衰特性を考慮した有限要素法による消音性能予測、及び吸音材の効率的な配置技術が提案されている⁽¹⁾。さらに実用的なツールとして確立するには、排気系全体レイアウトでの検証が必要であり、排気系上流に配置される排ガス浄化装置（触媒）を含んだ系での性能評価が望ましい。触媒は細孔の集合体であり、流れの粘性抵抗によって生じる音響減衰をシミュレートする必要がある。

本研究では吸音材と触媒が配置された自動車排気系に対して、音響減衰を正しく定式化することにより実用精度の消音性能予測を可能にした。また減衰に対する吸音材や触媒の寄与を明らかにしたので報告する。

2. 解析手法

2. 1 減衰要素を含む音場の離散化

減衰要素が配置された三次元閉空間を有限要素法により離散化する。支配方程式は式(1)に示す周期的な加振力が作用し、微小振幅を仮定した非粘性圧縮性完全流体の運動方程式である。

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

ここで p : 音圧, ρ : 実効密度, ω : 角周波数, U : 粒子変位である。また連続の式は式(2)のように表せる。

$$p = E \operatorname{div}\{U\} \quad (2)$$

ここで E : 体積弾性率である。要素内の音圧 p と節点の音圧 $\{p_e\}$ との関係の内挿関数 $N_i, (i=1,2,3,\dots)$ を用いて式(3)のように近似する。