

吸音材を含む自動車用排気系の消音性能予測

○榎本 秀喜 黒沢 良夫 山口 誉夫
 (富士重工業) (富士重工業) (群馬大学)

Acoustic Performance Prediction for Automotive Exhaust System in Consideration of Sound Absorbing Materials

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

車外騒音の低減には、エンジン燃焼によって生じる脈動音を排気系でコントロールする必要がある。自動車用消音器は複雑な形状、部屋割りが施されており、且つ吸音材も活用している。そこでFEMにて吸音材を含む自動車用排気系の音響解析を実施したところ実用上十分な精度が得られた。また、吸音材の散逸エネルギーからモード減衰を同定し、音響モードと吸音効果の関係、及び吸音材の効果的な配置を明確にした。

Key words: 吸音材、FEM、モード減衰、自動車

1. はじめに

自動車から発生する振動騒音現象は数多くあるが、車体の構造振動から発生する騒音についてはCAEを活用した積極的な対策が行われている^{(1),(2)}。自動車の振騒性能開発としては、乗員の快適性だけでなく、交通環境に影響する車外騒音の対策も必須である。車外騒音はエンジン、吸排気系、タイヤなどから発生する。

排気音についてはエンジン燃焼によって発生する脈動音をコントロールすることが基本設計であり、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る。また排気系に設置されるサブマフラーにはガラス繊維の多孔質吸音体(吸音材)を充填しており、積極的な騒音低減を行っている。

また自動車開発では開発期間短縮、開発コスト低減を進めており、CAEを活用したデジタル開発が必須となっていることも事実である。そこで排気系開発においても消音性能を開発初期段階で評価する必要があり、実用的で信頼性のある解析技術の開発が重要となる。

本研究では複雑な構造である自動車用排気系に対して、吸音材を考慮した消音性能予測技術を確立し、吸音材の散逸エネルギーからモード減衰を同定することで、音響モードと吸音効果の関係を明らかにしたので報告する。また吸音材を効果的、且つ効率的に配置するために、吸音材の減衰寄与度解析技術を構築し、数値検証により妥当性を確認したのでその内容もあわせて報告する。

2. 解析手法

2.1 吸音材を含む音場の離散化

吸音材を配置した三次元閉空間を有限要素法により離散化する。解析対象は吸音材を含む音場であるためHelmholtz方程式ではなく、非粘性圧縮性完全流体の運動方程式を使用する。周期的な加振力が作用し、微小振幅を仮定することにより支配方程式は式(1)のように表せる。

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

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