

# 制振材を積層した自動車パネルの高周波振動解析

○黒沢 良夫 榎本 秀喜 山口 誉夫 松村 修二  
(富士重工業) (富士重工業) (群馬大学) (富士重工業)

Analysis for High Frequency Vibration of Automotive Body Panels  
Laminating Damping Materials

Yoshio Kurosawa Hideki Enomoto Takao Yamaguchi Syuji Matsumura  
(Fuji Heavy Industries) (Fuji Heavy Industries) (Gunma University) (Fuji Heavy Industries)

高周波 (200~500Hz) ロードノイズの現象把握・低減を図るため、車体パネル振動をCAEで予測する手法を開発した。大規模車体FEモデルの実固有値解析結果と制振材のモーダル減衰を算出できるMSE法を用いて周波数応答計算を行い、実験結果と概ね一致した。本解析と実験計測により、モード減衰と振動モードの関係、制振材の制振効果を明らかにした。また、制振材の効率的な配置を行える手法を開発した。

key words : FEM、制振、損失係数、予測、ボディ

## 1. はじめに

近年、環境問題や車内快適性への対応として自動車の騒音低減が進んできている。特にロードノイズは乗員にとって耳障りで車内快適性を損なうため、その対策が望まれている。ロードノイズとは、主に路面の凹凸によりタイヤが加振され、その振動がタイヤ→サスペンション→車体骨格→車体パネルと伝達し、車内に放射される固体伝播音である。図1はロードノイズ計測結果であり、広範囲の周波数域で発生して、周波数域により振動騒音現象が異なることが特徴である。

ロードノイズの性能評価技術としては、開発の効率向上・コスト削減のため、試作車製作前にCAE (Computer Aided Engineering) による予測・対策技術が発達してきた。低周波ロードノイズ (0~100Hz) については、有限要素法 (FEM) による車体振動解析と境界要素法 (BEM) による車内音場解析を組み合わせた手法により、定性的な振騒評価が可能となっている。しかし、高周波ロードノイズと呼ばれる200~500Hzについての実用的な予測技術は、いまだに確立されていない。その要因として、高周波域で影響の大きい車体パネルに積層された制振材の振動特性を正しく予測することの難しさがある。

本報告では制振材を積層した車体パネルの高周波振動を予測する解析手法について紹介する。また、実験計測結果と本解析により得られたモード減衰と振動モードの関係、制振材の制振効果について説明する。さらに、モード歪エネルギー法<sup>(1)(2)</sup> (以下 MSE 法) を応用した制振材の効率的な配置手法を紹介する。

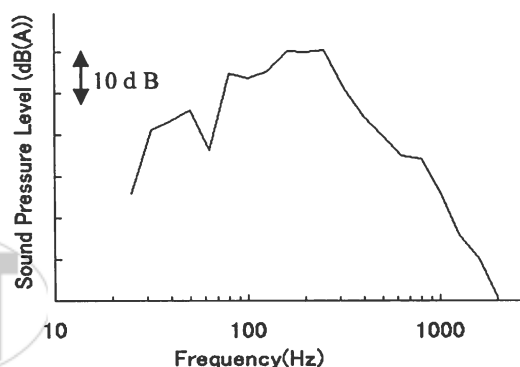


Fig.1 Interior noise spectrum during rough road driving.  
(Driver's seat ear position : 1/3 octave band)

## 2. 解析手法

### 2.1 解析方法

自動車のような大規模複雑構造物の振動問題を扱うには、通常 FEM が用いられる。離散化された弾性体構造物の要素内部の運動方程式は次式になる。

$$([K]_e - \omega^2 [M]_e) \{u_e\} = \{F_e\} \quad (1)$$

ここで、 $[K]_e$ : 要素剛性行列、 $\omega$ : 角周波数、 $[M]_e$ : 要素質量行列、 $\{u_e\}$ : 要素変位ベクトル、 $\{F_e\}$ : 要素内の節点力ベクトルである。粘弾性体である制振材を有限要素で表現するには要素剛性行列を複素数にする必要がある<sup>(1)(2)</sup>。

$$[K]_e = [K_R]_e (1 + j\eta_e) \quad (2)$$

$[K_R]_e$ : 要素剛性行列の実部 (以下添え字  $R$  は実部を表す)、 $j$ : 虚数単位、 $\eta_e$ : 要素  $e$  の材料減衰である。式(2)を用いて式(1)を弾性体と粘弾性体が混在する構造物の全要素について重ね合わせると次式を得る。