

Numerical Simulation of Vibration Damping Properties for  
a Stiffened Plate with a Damping Material

○山口 誉夫

Takao Yamaguchi

(株)スバル研究所

SUBARU Research Center Co.ltd.

佐藤 直人

Naoto Sato

概要:自動車車体のパネルはビードなどで補剛されている。ビードパネルに非拘束型制振材を積層した場合の振動減衰特性を数値シミュレーションで求め実験結果と比較した。シミュレーションではソリッド要素を用いた有限要素法(FEM)とモーダル歪みエネルギー法を組み合わせた計算法を用いた。減衰値および歪みエネルギー分布の計算結果を補剛されていない平板の結果と比較しビードの影響を調べた。

自動車車体, ビードパネル, モーダル歪みエネルギー法, FEM

## 1. はじめに

制振材は固体音を低減するために自動車の車体に使用されている。しかし制振材を積層した構造物の動特性は、平板など単純な形状では解明されているが<sup>(1)(2)(3)(4)(5)</sup>、車体のように複雑な形状を持つ場合は十分に解明されておらず、報告も少ない<sup>(6)</sup>。筆者らはモーダル歪みエネルギー法<sup>(7)(8)(9)</sup>とソリッド要素を用いた有限要素法(FEM)による減衰特性のシミュレーションを検討してきた。本報では代表的な車体用の三次元部材としてビードにより補剛されたパネルを選んだ。非拘束型制振材を積層し減衰特性を計算し、ビードの影響を調べた。

## 2. 減衰特性の解析手法

(1) モーダル歪みエネルギー法<sup>(7)(8)(9)</sup>とFEM

制振材を積層した構造物の減衰(モード損失係数 $\eta_n$ )を米国の航空宇宙の分野で用いられているモーダル歪みエネルギー法により計算した。その概要を示す。

損失係数 $\eta$ の定義式は

$$\eta = D / (2\pi \cdot S) \dots \dots \dots (1)$$

S: 振動1サイクル中の最大歪みエネルギー

D: 1サイクル中に減衰で消散するエネルギー  
これを積層構造の構成要素ごとに分ければ

$$\eta_n = \sum_{h=1}^m \eta_h \sum_{e=1}^{b_h} \frac{\text{(n次, h層, 要素eの歪みエネルギー分担率)}}{\dots \dots \dots} \dots \dots (2)$$

$n$ : 振動モードの次数,

$\eta_h$ : 材料 $h$ が持つ損失係数

$m$ : 積層構造を構成する材料の数

$b_h$ : 各層を構成する要素の中で材質 $h$ に相当する要素の数

(2)式は積層構造の $n$ 次振動モードの減衰(損失係数 $\eta_n$ )を表す。式中の $n$ 次,  $h$ 層, 要素 $e$ の歪みエネルギー分担率はソリッド要素を用いたFEM実固有値解析を使って求める。

なお固有値解析はFEMの汎用コード MSC/ NASTRANを用いた。

(2) 周波数, 温度依存性の換算方法<sup>(10)</sup>

制振材の材料特性には周波数, 温度依存性がある。したがって、材料の周波数依存性と、