

フレームと接合された自動車用制振材積層パネルの振動減衰特性

○山口誉夫 黒沢良夫
(群馬大) (スバル研究所)

Vibration Characteristics of a Damped Panel Connecting with a Frame
Takao YAMAGUCHI Yoshio KUROSAWA
(Gunma Univ.) (SUBARU Research Center Co.)

非拘束型制振材を積層したパネルとフレームとが接合された構造の振動減衰特性を、有限要素法とモード歪みエネルギー法とにより調べる。同種の内容の基礎検討は構造物制振特性WGですでに報告されている。本報告は、その基礎検討で得られた知見を自動車の車体用のパネルに応用したものである。数値解析した結果、基礎解析のときと同様に、接合部の剛性を変化させるとモード減衰が変化することがわかった。

Key Words:モード歪みエネルギー法,有限要素法,自動車車体

1. 緒言

非拘束型制振材を積層したパネルとフレームとが接合された構造の振動減衰特性を、数値解析により調べる。同種の内容の基礎検討は制振工学研究会の構造物制振特性WGですでに報告されている^{(1)~(13)}。本報告は、その基礎検討で得られた知見を自動車用の車体用のパネルに応用したものである。

フレームの諸元がモード減衰や振動応答に与える影響を明らかにした。

2. 解析方法

粘弾性材と弾性材が任意の形態で複合された構造の振動減衰特性を有限要素法により解析する。大規模計算が必要な実構造への適用を考え、計算負荷を軽減するために構造物のモード減衰の第一近似式を漸近法⁽¹⁴⁾⁽¹⁵⁾⁽¹⁶⁾を用い導く。

まず調和励振を受け微小変形を仮定した弾性構造物の有限要素による運動方程式を記述する⁽¹⁷⁾。応力と歪みの関係および歪みと変位の関係は次式となる。

$$\{\sigma\} = [D] \{\varepsilon\}$$

$$\{\varepsilon\} = [A] \{u\}$$

ここで、 $\{\sigma\}$ は応力ベクトル、 $\{u\}$ は変位ベクトル、 $\{\varepsilon\}$ は歪みベクトルである。また $[A]$ は微分演算子で構成される行列、 $[D]$ は弾性率、ポアソン比で構成される行列である。

適当な内挿関数 N_i ($i=1,2,\dots$) を用いて要素内の変位 $\{u\}$ と節点の変位 $\{u_e\}$ との関係を次式のように近似する。

$$\{u\} = [N]^t \{u_e\} \quad (3)$$

式(1)、式(2)、式(3)より運動エネルギー \bar{T} 、歪みエネルギー \bar{U} 、ポテンシャルエネルギー \bar{V} を求め、エネルギー最小原理 $\delta(\bar{U} - \bar{T} - \bar{V}) = 0$ を適用すると次式を得る。

$$([K]_e - \omega^2 [M]_e) \{u_e\} = \{F_e\} \quad (4)$$

ω は角周波数、 $\{F_e\}$ は力ベクトル、 $[K]_e$ は要素剛性行列、 $[M]_e$ は要素質量行列である。

粘弾性体である制振材を有限要素で表現するには、式(1)の $[D]$ の中の弾性率を複素数とすれば良い⁽¹⁴⁾⁽¹⁸⁾。これより式(4)中の要素剛性行列 $[K]_e$ も次式のごとく複素数となる。

$$[K]_e = [K_R]_e (1 + j \eta_e) \quad (5)$$

(1) η_e は要素 e に対応する材料の損失係数、 $[K_R]_e$

(2) は要素剛性行列の実部である。なお、上式は