SDT03005 B21 C34 D46

制振材積層ビードパネルの減衰特性の FEM 解析

（散逸エネルギーを集約できるビード形状）

○ 山口 誉夫（群馬大） 黒沢 良夫（富士重工） 松村 修二（富士重工） 竹前 康徳（群馬大院）

Finite Element Analysis for Damping Properties of Stiffened Panel with Viscoelastic layer

Takao YAMAGUCHI (Gunma Univ.) Yoshio KUROSAWA (Fuji Heavy Industries) Shuuji MATSUMURA (Fuji Heavy Industries) Yasunori TAKEMAE (Post graduate school Gunma Univ.)

ビードパネルに制振材を積層した構造の振動減衰を取り扱った．制振材の粘弾性特性を複素弾性率とし，3DFEM を用いてモード減衰と散逸エネルギー分布を計算した．さらに，モード減衰に対する制振材積層位置の寄与率を求め制振材の最適配置を行った．これより軽量化，剛性，モード減衰の観点から効果的なビード形状を検討した．ビード形状をチューニングすると減衰寄与率が高い積層位置をパネル上の狭い領域に集められた．

Key Words: 制振材、有限要素法、ビード、モード減衰

1．緒言

自動車の車内騒音を低減するために車体パネルには粘弾性材料が積層される．パネルは剛性を確保するために図 1 のようなビードと呼ばれる凹凸を成形されることがある．一方，軽量化も求められる．今までの著者らの研究で，有限要素法によるモード減衰の計算法が粘弾性材（制振材）を積層したビードパネルの減衰特性の解析に有効であることが示された [2]．また，ビードの幾何学的な諸元（長さ，高さ）が，減衰特性に与える影響を解明した [3]．

本報告では，全周縁固定，微小振幅の条件のもとで，最低次パネル共振を対象に制振材積層ビードパネルの振動減衰問題を取り扱った．制振材の粘弾性特性を複素弾性率とし有限要素法を用いて解析を行った．モード減衰に対する制振材積層位置の寄与率を定式化し，それを用いてパネルにおける制振材の最適配置法を検討した．それらを元にパネルの軽量化，剛性，モード減衰の観点から最適なビード形状を検討し，制振材の積層量との関係を示した．

2．計算方法

粘弾性材，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．

粘弾性体である制振材を有限要素で表現する為に弾性率を複素数とすると弾性体と粘弾性体とが混在する構造物の複素固有値問題は次式となる．

$$\sum_{e=1}^{e_{\max}}\Big([K_R]_e(1+j\,\eta_e)-(\omega^{(n)})^2(1+j\eta_{tot}^{(n)})\times[M]_e\Big)\{\phi^{(n)*}\}=\{0\} \quad \text{--------(1)}$$

添字(n)は n 次モード，$\omega^{(n)}$は複素固有値の実部，$\{\phi^{(n)*}\}$は複素固有モード，$\eta_{tot}^{(n)}$はモード損失係数である．材料減衰η_e，(e=1, 2, . . . $e_{\max}$）に関し全要素中で最大のものを$\eta_{\max}$とし$\beta_e=\eta_e/\eta_{\max}$, $\beta_e\leq 1$ とする．$\eta_{\max}<<1$ と仮定し，微少量$\mu=j\eta_{\max}$ を導入し，式 (1) の解を漸近展開すると [1]，

$$\{\phi^{(n)*}\}^2=\{\phi^{(n)}\}_0+\mu\{\phi^{(n)}\}_1+\mu^2\{\phi^{(n)}\}_2+.. \quad \text{--------------------(2)}$$

$$(\omega^{(n)})^2=(\omega_0^{(n)})^2+\mu^2(\omega_2^{(n)})^2+\mu^4(\omega_4^{(n)})^2+\ldots \quad \text{---(3)}$$

$$j\,\eta_{tot}^{(n)}=\mu\eta_1^{(n)}+\mu^3\eta_3^{(n)}+\mu^5\eta_5^{(n)}+\mu^7\eta_7^{(n)}+.. \quad \text{---(4)}$$

式 (2)～式 (4) を式 (1) に代入し，μ^0とμ^1の量ごとに整理するとモード歪みエネルギー法 [4] と同様な形式を得る．

$$\eta_{tot}^{(n)}=\sum_{e=1}^{e_{\max}}(\eta_e S_e^{(n)})$$
$$S_e^{(n)}=\{\phi^{(n)}\}_0^t[K_R]_e\{\phi^{(n)}\}_0 \Big/ \sum_{e=1}^{e_{\max}}\{\phi^{(n)}\}_0^t[K_R]_e\{\phi^{(n)}\}_0 \quad \text{------------(5)}$$

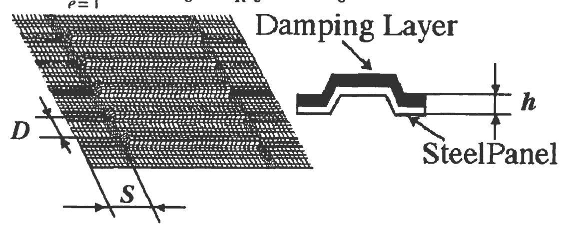

Fig.1 Bead panel with damping layer