

フェルト・ゴム表皮を積層した際のパネル振動解析

○黒沢 良夫 三代川 生 山下 剛 尾崎 哲也 藤田 優希 村上 昌之 高橋 学 中泉 直之
(帝京大) (帝京大) (パーカー) (パーカー) (パーカー) (パーカーアサヒ) (パーカーアサヒ) (パーカーアサヒ)

Vibration analysis for panel laminated felt and rubber

Yoshio Kurosawa Naru Miyokawa Tsuyoshi Yamashita Tetsuya Ozaki Yuki Fujita
(Teikyo Univ.) (Teikyo Univ.) (Parker Corp.) (Parker Corp.) (Parker Corp.)
Masayuki Murakami Manabu Takahashi Naoyuki Nakaizumi
(Parker Asahi) (Parker Asahi) (Parker Asahi)

自動車のフロアパネルには、一般的にゴム表皮にウレタンやフェルトが接着されたカーペットが積層されて振動や騒音が低減されている。本研究では、自動車のフロア部分を模したパネルにカーペットを積層させた試験装置を用いて振動伝達率を計測した。また、本実験装置を有限要素でモデル化し、変位加振時の振動を解析した。

Key words: 制振, 固体伝搬音, FEM, 自動車

1. はじめに

近年、自動車の性能として車内快適性が重視され、さらなる車内の静粛性が求められている。乗員が車室内で走行時に聞く音は車内音と呼ばれ、その一つにロードノイズと呼ばれる現象がある。これは、おもに路面の凹凸によりタイヤが加振され、その振動がホイール→サスペンション→車体骨格→車体パネルと伝達し、車室に放射された音が乗員の耳に達する固体伝搬音が主である。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が、どの周波数域でも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。

自動車のフロアパネルは高周波ロードノイズ(200Hz~500Hz)への寄与が大きく、制振・防音対策が厳重になされている。フロアパネルは鋼板を所要の形状にプレス成形して作られ、振動レベルを抑制する目的で粘弾性体からなる制振材が積層されている。さらに、ゴム表皮にウレタンやフェルトが接着されたカーペットが積層されている。制振材が積層された自動車パネルのカーペット表皮の振動予測については、著者等によって解析手法が確立されたが^①、軽量化のため制振材が削減している場合も多い。本研究では、自動車のフロア部分を模したパネルにカーペットを積層させた試験装置を用いて振動伝達率を計測した。パネル

全体を上下加振できるような装置により、防音材の振動伝達を計測した結果を紹介する。

また、本実験装置を有限要素でモデル化し、変位加振時の振動を解析した。フェルトは Biot-Allard モデルを用いた。別途同定した Biot パラメータを用いて計算し、実験結果との比較やパネルの板厚を変化させた場合の振動の変化や得られた知見について紹介する。

2. 多孔体のモデルについて

今回は、多孔体の骨格と内部空気を扱う Biot モデル^①を用いて計算を行った。Biot モデルは、材料に入ってくる入射音とその材料中の多孔質弾性体(ウレタンやグラスウール等)の隙間を通過することで伝わってくる空気伝搬音と、材料の内部を伝わる固体伝搬の変位を予測する理論式である。固体伝搬と空気伝搬音の相互作用を考慮した骨格部の変位: \vec{u}^s 及び、流体の変位: \vec{u}^f を用いて、それぞれ式 (1)、式 (2) のように表される。

$$\left. \begin{aligned} & ((1-\phi)\rho_s + \rho_e) \frac{\partial^2 \vec{u}^s}{\partial t^2} - \rho_e \frac{\partial^2 \vec{u}^f}{\partial t^2} \\ & = (P - N) \vec{\nabla}(\vec{\nabla} \cdot \vec{u}^s) + Q \vec{\nabla}(\vec{\nabla} \cdot \vec{u}^f) \\ & \quad + N \nabla^2 \vec{u}^s - \sigma \phi^2 G(\omega) \frac{\partial}{\partial t} (\vec{u}^s - \vec{u}^f) \end{aligned} \right\} (1)$$