

リアシートで仕切られた車室内音場の音響伝達特性の検討

○岡 拓也 山本 崇史
(工学院大学大学院) (工学院大学)

Acoustic transfer functions between trunk and cabin
coupled with a rear seat made of poroelastic materials

Takuya OKA Takashi YAMAMOTO
(Kogakuin University) (Kogakuin University)

自動車のリアシートが有する音響および構造的な特性が、セダン型自動車の車室内音響伝達関数におよぼす影響を実験および数値解析により検討した。その結果、シートクッションを Biot モデルで表現することでその影響を再現でき、シート表皮に通気性がない場合には、弾性体でモデル化可能であることを確認した。また、音場とシートの連成固有値がシートの構造特性によりどのように変化するかを検討した。

Key words : セダン車, 構造・音響連成, リアシート, 多孔質体

1 はじめに

車室とトランクがリアシートで仕切られているセダン車型では、ロードノイズやトランクリッドの振動による騒音がトランクからリアシートを通過して車室内に伝わり、車室内の静粛性に影響を与えていると考えられており、対策が必要となっている。

セダン車型の車室内音響特性は、車室とトランク間の連結による影響を受け、特に低周波数域での車室内の音響応答のピークがリアシートの音響的および構造的な現象によるものであることが分かっている (Sanderson, et al., 2007)。自動車の車室とトランクの間を隔てる部分の連結効果の調査は、車室内音響特性の低周波数域でのこもり音等の問題において重要な役割を果たす。

また、自動車のこもり音に関する問題は、ワゴン車型を 1 次元音響管でモデル化し、音響特性を理論的に説明されているもの (山内他, 2003) があるが、セダン車型のような系において説明されたものは少ない。

そこで、本研究ではセダン車のトランク部と車室部を繋ぐリアシートを研究対象とし、実験および解析結果の比較検討からリアシートが車室内音響伝達特性におよぼす影響を検討する。また、セダン車型のような二つの音場とシートが連成する系において、

固有値がどのように変化するか検討する。

2 シートクッションのモデル化

シートクッションのモデルとして吸音材で一般的な Biot モデル (Biot, 1956a, 1956b) を適用する。Biot の表現を考慮した多孔質体の支配方程式は以下の式で表される (Biot, 1962a, 1962b; Carcione, 2009)。

$$\begin{aligned} \rho_{av} \frac{\partial^2}{\partial t^2} \mathbf{u} + \rho_f \frac{\partial^2}{\partial t^2} \mathbf{w} - \nabla \cdot \boldsymbol{\sigma} &= 0 \\ \rho_f \frac{\partial^2}{\partial t^2} \mathbf{u} + \frac{\mu_f}{\kappa} \frac{\partial}{\partial t} \mathbf{w} + \frac{\tau}{\varepsilon_p} \rho_f \frac{\partial^2}{\partial t^2} \mathbf{w} + \nabla p_f &= 0 \end{aligned} \quad (1)$$

ここで、 \mathbf{u} は固体相の変位、 $\boldsymbol{\sigma}$ は応力テンソル、 \mathbf{w} は流体相の変位、 ρ_f は流体相の密度、 μ_f は流体相の粘性、 τ はトーチュオシティ、 p_f は間隙流体圧、 κ は透水率、 ρ_{av} は平均密度、 ε_p はポロシティを表す。そして、平均密度 ρ_{av} は固体相の密度と流体相の密度の和で表される。

変位を $\mathbf{u}(\mathbf{x}, t) = \mathbf{u}(\mathbf{x})e^{j\omega t}$ と $\mathbf{w}(\mathbf{x}, t) = \mathbf{w}(\mathbf{x})e^{j\omega t}$ と仮定すると、式 (1) は以下の式となる。

$$\begin{aligned} -\rho_{av}\omega^2 \mathbf{u} + \rho_f \omega^2 \mathbf{w} - \nabla \cdot \boldsymbol{\sigma} &= 0 \\ -\rho_f \omega^2 \mathbf{u} - \omega^2 \rho_c(\omega) \mathbf{w} + \nabla p_f &= 0 \end{aligned} \quad (2)$$