

宇宙機内部の騒音低減を目的とした積層型防音材の最適化検討

○川畑 翔 山本 崇史
(工学院大学大学院) (工学院大学)

A study on multi-layered sound-proof structure in payload fairing
to reduce interior sound pressure level

Sho KAWABATA Takashi YAMAMOTO
(Kogakuin University) (Kogakuin University)

宇宙機の発射時に生じる内部騒音を低減するため、積層型防音材の適正化を行う。吸音材の固体相と流体相の両方の特性を考慮できる Biot モデルの伝達マトリックス法を用いることで、大域的に効率的に求める。また、吸音材の評価指標として、体積速度伝達率と、散逸エネルギーに着目した特性を用いて評価を行った。

Key words : 積層構造, 防音材

1 はじめに

宇宙機は打ち上げ時に外部の高い音圧により加振され、フェアリングの内部空間に騒音が発生する。フェアリング内部には衛星などの機器が搭載されており、内部騒音により音響的に加振される。それら機器の故障を未然に防ぐため、フェアリング内部の騒音レベル抑制は非常に重要である。内部騒音の主たる発生要因は、構造系の共振（リングモード）と音響系の共鳴であり、これらに起因する音圧応答のピークレベルを低減する必要がある。しかし、構造系のリングモードは外壁に使用されている部材の影響が大きく、フェアリングの外壁構造の変更による振動レベル抑制は難しい。そのため、内部空間において音響的な特性を変更し、フェアリング内部の騒音レベルを抑制することが有効と考えられる。これまでの検討では、Acoustic Blanket と呼ばれる吸音材を付加した事例がある (Hughes et al., 1999)。通常、吸音材は外部の音圧により加振される外壁構造の上に設置されており、吸音材は振動伝達を遮断したり、フェアリング空間内の音を吸音したりする役割を果たしていると考えられる。こうした吸音材の設計検討を効率的にすすめるためには、吸音材の基本的な特性を事前に把握しておくことが重要である。吸音材は固体相と流体相が混在する二相材料であり、弾性体の特質と気体

としての特質をあわせ持つため両相の影響を考慮する必要がある。近年、吸音材の固体相と流体相の両者の特性を考慮し、その動的挙動を表現できる Biot のモデル (Biot, 1956a,b) が広く適用されている。固体相の材料特性値としてはヤング率や損失係数、流体相の材料特性値として空気流れ抵抗や空孔率などがあり、Biot のパラメータと呼ばれている。これらのパラメータは吸音材の材料特性値として設計に利用されている (山本, 丸山, 2007)。

そこで、本研究では、ペイロードフェアリング内の音響空間の一部を 1 次元音響管に単純化し、外壁構造に沿って設置される吸音材の適正な仕様を伝達マトリックス法により大域的かつ効率的に検討する。また、吸音材の固体相と流体相の両方の特質を考慮した性能指標として、吸音材の体積速度伝達率と散逸エネルギーに着目した特性を提案し、それにより吸音材の仕様を評価する。

2 解析モデル

吸音材の形状としては、自動車で使用されているフロアカーペットやダッシュインシュレーター、宇宙機ではフェアリング内部で使用されている Acoustic blanket など、大きさに比して厚みが小さい平面的なものを考える。こうした吸音材では厚さ方向の縦波の動的挙動が支配的であると仮定し、平面内のせん