

審 査 の 結 果 の 要 旨

氏 名 テウアシカル ジャンナティ アデニン

航空機の離着陸時に放出される騒音は、空港周辺の静粛性と航空機の受容性の観点から重要な指標となる。主要な音源であるエンジンでは、ナセルなど低圧部位に吸音パネルが設置され、ファン騒音低減に寄与している。近年では、エンジンの高バイパス比化によってファンや排気の騒音と比較して、燃焼器、タービンなど高温高圧部位（コア部）の騒音対策が注目されつつある。ナセルの吸音パネルが特定の離散周波数を対象とする共鳴型吸音機構を採用するのに対して、コア部の音は広帯域に渡ることから、多孔質構造を主体とするバルク型吸音機構の適用が考慮される。しかしながら、高温高圧環境でかつ表面を通過する気流（Grazing 流）の存在する条件での多孔質吸音材等の音響特性に関する知見は充分とは言えず、その吸音特性を探ることが将来の航空機用エンジンやガスタービンの一層の低騒音化に寄与する。

本論文では、耐熱性と広帯域の吸音特性を重視して、多孔質構造を有する金属性材料を取り上げ、数値モデルと実験によって、静止場のみならず Grazing 流がある場における吸音性能を明らかにすることを目的とする。多孔質材料は建材、車両、プラントなど様々な用途で見られるが表面に気流が無いか音響的に影響のない程度の低速流れしかない条件での使用に限定されている。航空機用エンジンのコア部の排気流路は、燃焼器からの中低周波数音と高周波数のタービン干渉音が広帯域の音場を形成する。このような複雑な熱空力的環境に曝された多孔質材の挙動については研究例に乏しく、音響対策は経験的にならざるを得ない状況であった。本論文は「Application of porous metals in sound absorption technology（多孔質金属の吸音技術への応用）」と題し、全6章から構成されている。

第1章は序論であり、多孔質金属材料による吸音、航空機用エンジンの騒音低減に関する研究を中心に従来の研究を示した上で、本論文の位置づけ及び目的が述べられている。本研究では、多孔質材料として成形が可能な繊維状フォーム状の2種類の多孔質構造を題材とした。実験に用いた供試体はいずれも金属多孔質材料であり、空隙率、線径、他を数種類変化させたものである。

第2章では X 線 CT 画像などを用いて多孔質金属材料の構造特性を評価した。また、第3章においては多孔質金属材料の供試体の流れ抵抗を専用の計測装置で計測し、モデル解析に使用できるよう整理した。

第4章では、垂直入射管による多孔質金属材料の音響特性試験について述べ

られている．材料の形状，空隙率が吸音率，音響インピーダンスに与える影響を実験とモデル計算の結果に基づき議論している．吸音率と流れ抵抗の関係を求め，吸音率が最大になる最適な流れ抵抗が存在することを明らかにした．

第5章では，Grazing 流を再現する実験装置（フローダクト装置）による多孔質金属材料の音響特性試験について述べられている．はじめに空気の流れがない場合について，垂直入射管実験とフローダクト実験の結果と比較した．空隙率が極めて大きな材料を除いて，2つの異なる実験から求められた音響インピーダンスはほぼ一致した．垂直入射管実験においては多孔質材料に対して垂直に音を入射させるのに対し，フローダクト装置実験においては多孔質材料の表面に沿って音を伝播させる点で両者は相違する．静止場では，いずれの実験装置にても同等の音響インピーダンスを得ており，垂直入射実験の妥当性を確認した．その一方で，Grazing 流がある条件では，主流方向と音の伝播方向による吸音率や音響インピーダンスの変化を観察した．加えて，多孔質金属材料の構造（形状，空隙率），音の条件（方向，振動数），流れの条件（平均マッハ数，速度分布）をパラメータとして実験および解析を行い，得られた音響インピーダンスの振動数特性から構造，音，流れの関係を定量的に議論した．

第6章は結論であり，以下の3つの結論を導いている．垂直入射管実験において，吸音率と流れ抵抗の関係を求め，吸音率が最大になる最適な流れ抵抗が存在することを明らかにすることで，優れた吸音特性をもつ多孔質金属材料の設計指針の一つを示すことができた．空気の流れがない場合のフローダクト実験から求められる音響インピーダンスと垂直入射管実験から求められる音響インピーダンスは，空隙率が極めて大きい一部の材料を除いて，よい一致を示した．最後に，フローダクト装置を用いた音響試験から，多孔質金属材料の音響インピーダンスが，多孔質構造，音，流れの条件の組み合わせによって様々に変化することを明らかにした．流れの条件により音響インピーダンスの振動数特性の変化と多孔質材料の関係を考察した．詳細に多孔質材金属材料の表面付近の音と流れの関係を解析することにより，グレイジング流れの条件下で優れた音響特性をもつ多孔質金属材料の設計指針を示すことができると考えられる．

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる．