

# 論文審査の結果の要旨

氏名 大嶋 拓也

本論文では、屋外建築付帯物などの柱状物体列周り流れによる空力音の数値解析における過大な解析所要負荷に対し、空力音源の空間的なコヒーレンスに着目して柱状物体形状解析対象の一部の解析結果から全物体の放射音圧を推定することにより流体音源解析負荷低減を図る手法を提案している。さらに同手法の妥当性を実験および数値解析の両面から立証し、解析負荷低減に対する有効性を確認している。

第1章では本研究の背景として、本研究の端緒となった屋外建築付帯物から発生する空力騒音の対策に関する現状、当該騒音問題に対する空力音数値予測手法導入における問題点を指摘し、空力音に関する既往研究についてまとめている。

第2章では Lighthill-Curle の空力音理論、および非圧縮性流体解析(LES)および Curle の式を組み合わせた空力音数値予測手法について述べている。また、本研究の LES 解析では、LES における空間フィルタは人間の可聴域をほぼカバーすることを述べている。

第3章では、負荷低減法提案の前段階としての諸検討を行い、数値流体解析結果から Curle の式における物体表面摩擦応力の寄与は無視できること、正確な音源周波数特性の把握には三次元流体解析が不可欠であること、さらに LES によるペランダ手摺子周り流体解析結果から、既往の実験結果と比較して妥当な放射音のピーク周波数が得られていることを示している。

第4章では、物体表面変動流体力のスパン方向コヒーレンスを利用して部分スパン数値流体解析結果から全スパンの放射音を推定する手法を構築している。本手法において必要となるコヒーレンス実部のモデル関数には Gauss 分布型の関数を使用して定式化を行い、具体的な推定手順を示している。ついで実験解析により、モデル関数が妥当であること、本推定手法による推定結果が全スパンからの放射音実測値とよく合致することを確認している。さらに既往の類似手法との比較を行い、提案手法が解析スパンに対して実スパンの大きな状況において特に推定精度に優れることを示している。一方、数値解析においても同様に短スパン解析結果を利用した推定結果と全スパン解析結果の比較を行い、両者が良く合致することを示している。さらに両解析における負荷の比較から、解析負荷がおよそ 1/5 に低減されることを示している。

第5章では、第4章で構築した手法と同様な考え方によって、柱状物体列の一部の解析結果を使用し

て全物体列からの放射音を推定する手法を構築している。本手法において必要となる物体間のコヒーレンスモデル関数の妥当な関数形を数値流体解析によって検討し、正負交互のコヒーレンスが指数関数的に減衰する形が適当との結論を得て、定式化および具体的な推定手順の構築を行っている。さらに本手法による推定結果、物体間のコヒーレンスが非常に小さい場合を仮定した簡易推定式、および全物体の数値解析を行った場合の三者の比較から、本推定手法の妥当性および簡易推定式に対する優位性を示している。

第6章では、第4章および第5章で提案した両推定手法の同時適用に関する検討を行っている。位相情報の欠落の問題から前2章で提案した手法の順次適用が不可能であるため、新たな定式化を行い、推定手順を構築している。スパン方向および物体間のコヒーレンスモデル関数は前2章と共通の関数が使用可能であることを示し、また本定式化において仮定した他物体との音源コヒーレンスに対する性質について、その妥当性を示している。さらに本手法による推定結果および全物体の数値解析を行った場合の比較により、本推定手法の妥当性が示され、解析負荷に関しては推定法適用により約1/6に低減されている。また、物体間のコヒーレンスが非常に小さい場合を仮定した簡易推定式との比較から、本推定手法の妥当性および優位性を示している。

第7章では、各章で得られた成果をまとめ、本研究の意義、課題について述べている。

以上本論文は、流れ中の柱状物体列からの空力音数値予測における負荷低減法の実証との直接的成果のみならず、そのプロセスを通して、柱状物体および柱状物体列における空力音源の空間的コヒーレンスの性状の詳細な解明、推定式の導出による空力音源コヒーレンスと放射音強度の関係の定量化など、流体力学および空力音響学全般への貢献となる非常に有用な成果を得ている。

さらに本論文の成果は屋外建築付帯物のみならず、高速鉄道車両のパンタグラフ、送電線からの空力音問題など、良好な音環境を築く上で近年急速に騒音低減のニーズが高まりつつある、低マッハ数流れとの干渉によって発生する空力音問題全般に対して広範に適用可能であり、本論文の成果は環境学の発展に対する大きな貢献といえる。

よって本論文は、博士(環境学)の学位申請論文として合格と認められる。