

## 論文の内容の要旨及び論文審査の結果の要旨の公表

学位規則第8条に基づき、論文の内容の要旨及び論文審査の結果の要旨を公表する。

○氏名	山崎 展博 (やまざき のぶひろ)
○学位の種類	博士 (工学)
○授与番号	甲 第1326号
○授与年月日	2019年3月31日
○学位授与の要件	本学学位規程第18条第1項 学位規則第4条第1項
○学位論文の題名	新幹線台車部空力音の評価手法に関する研究
○審査委員 (主査)	西浦 敬信 (立命館大学情報理工学部教授) 山下 洋一 (立命館大学情報理工学部教授) 野間 春生 (立命館大学情報理工学部教授)

### <論文の内容の要旨>

本論文は新幹線車両の台車部から発生する空力音の定量的な評価手法を研究対象としており、実際の車両走行条件を模擬した風洞試験を通じて有効性を明らかにした。

新幹線車両の台車部から発生する空力音には、転動音と空力音が混在しているため、その寄与度の解明が重要となる。また、台車部空力音と転動音の寄与度は、列車走行速度のみならず周波数にも大きく依存するため、それぞれの寄与度の周波数依存性を明らかにする必要があった。そこで本論文では、(I) 実際の車両走行条件を模擬した風洞試験でマイクロホンアレイを活用した台車部空力音の評価手法の検討、(II) 台車部のキャビティ内部から発生した音波が車両側方に伝播する際の音場状況の把握、(III) マイクロホンアレイで得られた指向性音圧レベル分布に台車部周りの音場情報を反映した伝達関数を適用した台車部空力音の定量的評価手法の検討を行うことにより、新幹線の台車部から発生する空力音の定量的な評価手法を検討した。

(I) では、新幹線の台車部空力音を評価するための手法として、台車部に流入するレール方向流速成分のまくらぎ方向分布を風洞試験で正確に模擬する方法を提案した。(II) では、台車部から発生する騒音が沿線での観測点に伝播する過程で影響を受ける地面反射や台車部側カバーによる遮へいの影響について、相反定理に基づく音響実験を実施し、新幹線車両の台車部から発生する音波が車両側方に伝播する際の音圧レベル特性および伝播経路特性について調査を行った。(III) では、マイクロホンアレイのビームフォーミング解析で算出される指向性積分音圧レベルならびに現地観測点での音圧レベルを求めるための伝達関数を、地面やキャビティの存在を考慮した三次元境界要素法により算出し、地面、台車上

部壁面および側カバー間の音響的干渉が伝達関数の空間分布特性に与える影響を明らかにした。

結論として、風洞試験結果と現地でのレール近傍音測定結果を比較した上で、空力音の定量的な評価手法の有効性を確認した。

#### <論文審査の結果の要旨>

本論文では、新幹線台車部空力音に対する定量的な評価手法を提案し、その有効性を現地での音響計測実験を通じて確認した。新幹線台車部空力音に関しては、新幹線走行時に発生する騒音の 1 要素として認知されているものの、転動音と空力音が混在して観測されるため、周波数依存性を含む寄与度の解明は今後の車両開発における低騒音設計に向けて非常に重要となっていた。また、現地でのレール近傍音計測は膨大なコストと時間がかかるため、実際の車両走行条件を模擬した風洞試験環境における、台車部空力音の定量的な評価手法の確立は、今後の車両開発期間の短縮にもつながる独創性の高い研究といえる。

特に本論文では、転動音と空力音の混在問題に対してマイクロホンアレイを用いることで台車部周りの二次元音圧レベル分布を測定し、車両側方における騒音レベルに変換する手法を提案したことに加えて、さらに推定した台車部空力音と従来技術で推定した転動音から車両下部音の推定にも成功した。また、台車部の騒音放射特性を解析するためには、台車部にスピーカを設置して計測音を放射するのが一般的であるが、発生源の特定が難しくかつ複雑な形状を持つ台車部にスピーカを設置するのは非常に困難な状況である。この問題に対しスピーカとマイクロホンを入れ替えた相反定理に基づく音響実験を実施し、新幹線車両の台車部から発生する音波が車両側方に伝播する際の音圧レベル特性および伝播経路特性について解析する手法を提案した。最後に、台車部、側カバーや地面間の音響的干渉による影響を解析するために、三次元境界要素法を用いた伝達関数の推定手法を提案し、その有効性を現地でのレール近傍音計測実験を通じて確認した。

技術提案に留まらず理論構築から実環境での評価まで行っており、特に騒音振動分野の研究に対して電気音響分野の知見を積極的に取り入れる姿勢は学術的にも高く評価できる。また、実用化に向けても一定の道筋を立てることに成功しており、情報理工学、特に音情報処理分野に多大な貢献をしたと評価できる。

公聴会での口頭試問結果を踏まえ、本論文は本研究科の博士学位論文審査基準を満たしており、博士学位を授与するに相応しいものと審査委員会は一致して判断した。

#### <試験または学力確認の結果の要旨>

本論文の審査に関して、2019年2月4日(月)14時30分から15時30分にクリエーションコア 5階画像・音メディアコース会議室にて公聴会を開催し、学位申請者による論文要旨の説明後、審査委員は学位申請者に対する口頭試問を行った。審査委員および公聴会参加者より、新幹線台車部空力音の定量的な評価手法の妥当性、各車両に対する流速分布

の調整法、研究結果を踏まえた今後の低騒音対策の展開、および 1/7 模型を使用した際の風洞試験における留意点などについて質問がなされたが、いずれの質問に対しても学位申請者の回答は適切なものであった。主査および副査は、公聴会の質疑応答を通して、学位申請者が十分な学識を有し、博士学位に相応しい能力を有することを確認した。

以上の諸点を総合し、審査委員会は、本学学位規程第 18 条第 1 項に基づいて、学位申請者に対し「博士（工学 立命館大学）」の学位を授与することが適当であると判断する。