

# 博士論文要旨

## 論文題名：新幹線台車部空力音の評価手法に関する研究

立命館大学大学院情報理工学研究科  
情報理工学専攻博士課程後期課程

ヤマザキ ノブヒロ  
山崎 展博

新幹線から発生する騒音は沿線環境保全の観点からその低減対策が強く望まれている。これまでの研究から新幹線沿線騒音の標準的な測定点である地上25m点での音源寄与度は、最新の新幹線が現状の営業速度よりも高速で走行する場合、防音壁が設置された区間において主に車両下部音の占める寄与が大きいことが示されている。新幹線車両の台車部から発生する空力音については、台車部騒音を構成する発生要因として転動音と空力音（台車部空力音）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、前述した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る。

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実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する。

(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、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法について述べる。この手法では、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、また台車部空力音を精度よく測定するため、台車部周りの二次元音圧レベル分布を測定したうえで、車両側方における騒音レベルに変換する手法を提案する。さらに算出した台車部空力音と従来の研究で推定された転動音から車両下部音を推定し、現地でのレール近傍音測定結果と比較し、提案手法の有効性を確認する。

(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、評価実験により得られた知見について述べる。この評価実験では、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う。

最後に(III)では、マイクロホンアレイのビームフォーミング処理に適用する伝達関数に

ついて、音場情報を反映した伝達関数を数値計算により算出し、これを用いた台車部空力音の推定手法について述べる。この手法では、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する。これにより、地面、キャビティ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する。また、この伝達関数を用いて算出した台車部空力音と従来の研究で推定された転動音から車両下部音を推定し、現地でのレール近傍音測定結果と比較し、提案手法の有効性を確認する。

## **Abstract of Doctoral Dissertation**

### **Title : Methods to evaluate the aeroacoustic bogie noise of Shinkansen high-speed trains**

Doctoral Program in Advanced Information Science and Engineering  
Graduate School of Information Science and Engineering  
Ritsumeikan University

ヤマザキ ノブヒロ  
YAMAZAKI Nobuhiro

From the point of view of environmental issue, it is required to reduce the noise generated from Shinkansen high speed trains. Previous studies have shown that lower part noise becomes dominant at a standard measurement point 25 m far from the train track with sound barrier when the train runs at a faster speed than the current commercial speed.

Accordingly, in this thesis, the author discusses the method to evaluate the aeroacoustic bogie noise of Shinkansen high-speed trains. Firstly, the distribution of the mean velocity components of the rail direction at the first car and a middle car is simulated precisely along the sleeper direction in the low-noise wind tunnel. Aerodynamic noise generated by the bogie is estimated from the noise source distribution measured with the two-dimensional microphone array. The predicted noise generated from the lower part of the car was compared with the measurement data obtained near the track in the field test and validated.

Secondly, we discuss the result of evaluation experiments which is conducted to reveal the effect of reflection due to the ground and cavity wall and insulation loss due to the side cover along the acoustic path from the source inside the cavity and the observation point. In this experiment, gain factor and the acoustic path between the source and the observation point are measured based on the reciprocal theorem.

Finally, the author proposes the method to predict the aerodynamic noise by using the transfer function between the integrated spatial distribution of SPL and the results that are obtained by an omnidirectional microphone. The aforementioned transfer function is calculated based on the bogie conditions that the side cover would be set and that the ground reflection effect would also be included. As a result, the transfer

function is observed to change significantly in the lateral direction in low-frequency regions. The SPL of the aeroacoustic bogie noise of Shinkansen trains can be estimated using this transfer function and can be compared and validated with the results that are obtained from the field tests.