

学位論文及び審査結果の要旨

横浜国立大学

氏名 水野 孝則
 学位の種類 博士（工学）
 学位記番号 都市博乙第465号
 学位授与年月日 2021年3月25日
 学位授与の根拠 学位規則（昭和28年4月1日 文部省令第9号）第4条第1項及び横浜国立大学学位規則第5条第2項
 学府・専攻名 都市イノベーション学府 都市イノベーション専攻
 学位論文題目 分岐部を有する超高速鉄道トンネルの微気圧波の特性とその低減対策に関する研究

論文審査委員 主査 横浜国立大学 教授 勝地 弘
 横浜国立大学 教授 山田 均
 横浜国立大学 教授 前川 宏一
 横浜国立大学 教授 中村 文彦
 横浜国立大学 准教授 宮路 幸二
 横浜国立大学 上席特別教授 藤野 陽三
 成蹊大学 教授 小川 隆申

論文及び審査結果の要旨

本研究は、中央新幹線の環境課題の一つであるトンネルの微気圧波の低減手法について検討したものである。トンネルに超高速列車が突入した際に圧力波が発生し、それがトンネル内を伝播し、坑口から微気圧波として放射される問題に対しては、多孔板緩衝工による対策により解決済みであるが、トンネル内で本線から分岐する枝坑を通過する場合や、トンネル内の分岐区間のような断面積が変化する箇所が発生する圧力波に伴うトンネル坑口で放射される微気圧波の影響やその低減対策については未解明である。また、分岐部のような箇所においては、空間的制約から多孔板緩衝工の設置は困難である。このため、本研究では、分岐部を有するトンネルにおける超高速列車通過に伴い発生する微気圧波の特性について調査し、騒音対策との両立も踏まえながら、現場の空間状況を考慮に入れた実現可能な微気圧波低減対策を提案したものである。

まず、第1章では、これらの研究背景を述べ、続く第2章では、研究目的を述べた。

第3章では、本研究で対象とする分岐部に起因する微気圧波低減手法として、既往研究調査に基づき圧縮波の重ね合わせにより微気圧波の低減を図る手法を提案した。具体的には、山梨実験線の横坑において観測された圧縮波と膨張波の発生をうまく利用し、分岐部で発生した圧縮波に対し、このような横坑通過による正圧波と負圧波をうまく重ねることにより圧縮波圧力勾配を緩和する方法を模索した。

第4章では、前章で提案した手法をもとに、超高速列車が横坑を通過する際に発生する圧縮波と膨張波を合成し負の圧力勾配を持つ重畳波の生成に着目し、本線と並行した有限長の小径のトンネルを複数の小径の横坑で連絡する「並行トンネル」を考案した。そして、3次元数値流体解析や、圧縮波・膨張波を基本的な関数で近似することによる簡易的な計算により合成波の重畳効果を確認し、列車が分岐部を通過する際に発生する圧力波に対してその勾配を低減する重畳がうまく効果を発揮できる「並行トンネル」の長さや断面積などの各諸元を決定した。これを模擬した模型試験を実施し、分岐断面にて発生する圧縮波の圧力勾配が約3割程度、低減することを確認した。さらに、営業線に向けた分岐部を有する超高速鉄道トンネルの微気圧波対策の提案として、常業線での並行トンネルの諸元を示した。並行トンネルの建設手法を示すことでその実現性を明らかにし、さらに、並行トンネルの効果について、連絡坑の本数や将来の列の速度向上のほか、掘削する地山の地質の良し悪し、トンネル内壁面の表面粗度、断面形状、曲率の違いなどによる微気圧波低減効果への影響の感度分析を行い、並行トンネルは諸条件のもとで実用的な効果を発揮することを確認した。

第5章では、トンネル枝坑における付帯設備を考慮した微気圧波対策として、騒音対策との両立手法の提案を行った。模型実験と数値解析によって、枝坑を通過する圧力波に伴う微気圧波問題に対しては、それとトレードオフの関係にある騒音問題との両立を図り、風路断面を拡張し枝坑内の付帯設備を考慮すれば良いことを明らかとした。

以上より、本研究は、超高速鉄道の微気圧波問題である列車のトンネル突入による圧縮波が伝播し本

線から分岐し枝坑を通過することに伴う微気圧波問題、および超高速列車の分岐部通過に伴い形成される圧縮波による微気圧波問題の2つの問題を解決したものであり、中央新幹線のトンネル微気圧波低減対策のみならず今後の超高速鉄道技術に大きく資するものである。

さらに、提出された論文に対して、iThenticateにより剽窃、盗用の不正行為を確認したが、専門用語や一般的な現象の定義表現、文献引用箇所を除き、剽窃や盗用に該当するものは無いことを確認した。

以上より、本論文は博士（工学）の学位論文として十分な価値があるものと認められる。

注 論文及び審査結果の要旨欄に不足が生じる場合には、同欄の様式に準じ裏面又は別紙によること。