HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Study on environmental vibration and mitigation countermeasures caused by running high-speed train on railway viaduct [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	孫, 亮明
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第11893号
Issue Date	2015-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/58959
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Liangming_Sun_review.pdf, 審査の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称　博士 (工学)　　氏名　孫 亮明

審査担当者　主　査　特任教授　林川 俊郎
副　査　特任教授　緑川 光正
副　査　教　授　小林 幸徳
副　査　准教授　松本 高志

学位論文題名

Study on environmental vibration and mitigation countermeasures caused by running high-speed train on railway viaduct
(高速列車走行による鉄道高架橋の環境振動と軽減対策に関する研究)

東海道新幹線が 1964 年に開業し、日本の新幹線は大都市間を結ぶ有効な交通機関として、かつ、安全で快適な交通手段として重要な役目を果たしている。約 20 年後に完成する北海道新幹線では札幌―上野間を約 4 時間で結び、最大速度は 370km/h を目指している。新幹線の速度が上昇すると、鉄道高架橋と車両との連成振動が発生し、橋脚から地盤振動が周辺に伝播し、鉄道高架橋沿線の病院、建物、家屋などに有害な振動を発生する環境振動問題を提起することがある。しかし、高速列車走行による鉄道高架橋の振動伝播は非常に複雑であり、画一的な工法では振動軽減できないのが実情である。

本論文は新幹線鉄道車両の 3 軸並進運動および回転運動を考慮した三次元新幹線車両モデルを構築し、鉄道高架橋を三次元骨組構造にモデル化し、モード解析法により新幹線鉄道車両と鉄道高架橋との連成振動を定式化している。高速列車走行による鉄道高架橋の動的応答性状を明らかにし、さらに振動軽減対策について検討し、地盤振動が鉄道高架橋沿線の建物に与える振動使用性について照査し、鉄道高架橋の性能照査型設計法に資する新たな知見を得たものである。

本論文は全 7 章から構成されており、各章の内容は以下のようである。

第 1 章では、研究の背景および既往の研究成果をまとめ、本研究の目的を明確に示し、各章の構成について記述している。

第 2 章では、新幹線鉄道車両と鉄道高架橋との動的相互作用を考慮した動的応答解析手法について記述している。新幹線鉄道車両は多質点系バネモデルに、鉄道高架橋は 3 次元ラーメン部材モデルに置換し、有限要素法により定式化している。時刻歴応答解析では直接積分法のひとつであるニューマーク β 法を適用した数値計算方法を提示している。地盤と構造物との動的相互作用問題はサブストラクチャー法を適用し、汎用プログラム SASSI2000 により数値計算を明示している。さらに、わが国の新幹線騒音に関する環境基準と世界基準について明確に記述している。

第 3 章では、300 系新幹線鉄道車両が一定速度 262Km/h で走行した時の鉄道高架橋の鉛直方向および水平方向で実測された応答加速度とその応答スペクトル曲線が明示されている。その実測結果は本論文により得られた数値解析結果とほぼ一致しており、解析手法の妥当性を確認している。列車速度、列車の型式、軌道の狂い、レール形式、減衰などの因子が高速列車走行による鉄道高架橋への動的影響についてパラメトリック解析を実施し、有益な知見を得ている。

第 4 章では、鉄道高架橋沿線で実測された地盤振動の応答加速度とその応答スペクトル曲線が解析結果と比較的よく一致することが明示されている。地盤振動の鉛直方向および水平方向ともよく合致し、地盤振動解析の妥当性を確認している。パラメトリック解析により、いくつかの因子が組合わさったときには有害な振動を発生する可能性があり、その軽減対策の必要性を指摘している。とくに、鉄道高架橋の架け違い部が環境振動に与える影響が大きいことを指摘している。

第 5 章では、環境振動を軽減する対策として、以下の 3 案が提示されている。鉄道高架橋の架け違い部を剛結合する方法、架け違い部と橋脚基部を支材で連結する方法、さらに、その下部を枕梁で連結する方法である。剛結合する方法は非現実的な手法であるものの、鉄道高架橋の全体構造系の剛性が上がることから、もっとも効果があり、他の方法は比較的効果が低いことを指摘している。さらに、後者の方法と振動緩衝材を一定間隔で地中に配置することにより、地盤振動をより軽減できることを提示している。

第 6 章では、わが国の新幹線騒音に関する環境基準と ISO 基準に基づき、前述のパラメトリック解析で得られた数値計算結果との比較検討により、環境振動評価を行っている。水平振動による環境振動問題はほとんど発生することはないが、ある因子の組み合わせによっては鉛直振動に有害な振動が発生する可能性を指摘している。また、その環境振動を軽減する対策の効果について比較検討し、鉄道高架橋の性能照査型設計法に寄与する新たな知見を得ている。

第 7 章では、各章で明らかとなった内容を要約し、本論文を総括している。

これを要するに、著者は新幹線鉄道車両と鉄道高架橋との動的相互作用を考慮した動的応答解析の高度化を目指した 3 次元解析モデルを構築し、その動的応答性状を明らかにすることにより、さらに、環境振動の低減対策として、架け違い部と橋脚基部を支材で連結することの有用性を明らかにし、鉄道高架橋の性能照査型設計法に資する新たな知見を得たものであり、橋梁工学、鋼構造学、構造工学に貢献するところ大なるものがある。よって著者は、北海道大学博士 (工学) の学位を授与される資格あるものと認める。