

審査の結果の要旨

氏名 ヘルナンデス ハイメ ジュニア ヤブト

新幹線をはじめとする鉄道高架橋は年数を経ているものが多く、列車走行の安全性から健全度判定、特に地震後の損傷判定のニーズは極めて高い。特に、地震後の損傷において最も検知が難しいのは、高架橋下部の杭基礎やフーチングの損傷である。

本研究は、高架橋上部工の動特性から下部工の損傷検知を試みたものである。

論文は七章から構成されている。第一章では、RC鉄道高架橋のモニタリングの現状と構造ヘルスマニタリングに関する既往の研究を述べ、さらに本研究の目的を記述している。

第二章では、実際の東海道新幹線RC鉄道高架橋において、加速度計ならびにレーザードップラー速度計により常時微動ならびに自由振動を実施し、そこでの測定データからのシステム同定を行っている。その結果、高架橋の全体振動モードとして橋軸方向、直角方向、ねじれ方向の振動モードの同定に成功し、3つのモードの固有振動数が近接していること、軌道レールを介して隣接するRC高架橋との連成が顕著であることを指摘している。このことは、従来から鉄道で使われている重錘を使った振動測定はどのモードを測定してうるか明確でなく、その精度に問題があることを示唆するものである。

第三章では、新幹線通過時の列車通過時の振動の測定結果を論じている。梁部、柱部における測定応答から、新幹線の速度により応答が系統的に変化すること。応答には、非常に高次の振動も含まれること、ほぼ同一とみなされる柱、梁においても応答が異なっており、個々のRC高架橋の構造特性はかなりばらつきがあることなどを測定結果の上から明らかにしている。

第四章では、基礎部までを取り込んだRC高架橋のFEMモデル構築を行っている。特に地盤バネの選定には配慮し、また隣接する高架橋との相互作用についても検討をくわえ、実測された高架橋の同促成と固有振動特性が良く一致することを明らかにしている。

第五章では、四章で構築されたFEM高架橋モデルを使って基礎部の損傷が高架橋の全体振動モードならびに局部振動モードに及ぶ影響を定量的に明らかにしている。その結果、全体モードに及ぼす影響は小さく、局部振動モード、たとえば柱部に及ぼす影響を数値的に明らかにしている。柱部の局部振動モードにおいてもモード形状に及ぼす影響は小さいものの振動モードの曲げひずみエネルギーの点に直目すると、基礎の損傷により曲げひずみエネルギーが有意に変化することを見出した。実際のRC高架橋にこの手法を適用する場合、ERA法もしくは、ピーク相関法が用いられるがそれによる同定誤差、計測点の個数等が局部振動モードのひずみエネルギー評価に及ぼす影響を調べ、本手法が実用的にも使えることを明らかにしている。

第六章では、局部振動ひずみエネルギーに直目した損傷同定を屋内実験より確認している。実験に用いたものは、二層のラーメン構造のうち一部の柱の幹部のボルトによる締め付けを変えた実験を行っている。振動モードはレーザードプラ振動計により行い、その結果を整理し柱の局部振動において損傷を与えてもモード形はほとんど変化しないが、モードのひずみエネルギーについては優位な変化があることを明らかにしている。

第七章は、論文の結論と今後の展望について述べている。

以上のように本論文では、鉄道RC高架橋を対象とし、外からは見えない下部構造の損傷が及ぼす上部坑の振動特性変化に着目し、柱部の局部振動のひずみエネルギーが変化することに明確にし、下部杭の損傷同定の検知に成功した。現在行われている振動モニタリングを使った損傷同定に比べ圧倒的に精度が高く実用的価値も高いと判断される。今後つめるべき課題も数多く残しているが、工学上多大な知見を提示していると判断される。よって、博士（工学）の学位請求論文として合格と認める。