

氏名	岩田 直泰		
学位の種類	博士(工学)		
学位記番号	博甲第 7554号		
学位授与年月日	平成 27年 9月 25日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
審査研究科	システム情報工学研究科		
学位論文題目	鉄道路線に沿った地震動と構造物応答の推定		
主査	筑波大学 教授	博士(工学)	松島 亘志
副査	筑波大学 教授	工学博士	境 有紀
副査	筑波大学 准教授	博士(工学)	庄司 学
副査	筑波大学 准教授	博士(理学)	八木 勇治
副査	筑波大学 助教	博士(工学)	山本 亨輔
副査	筑波大学 名誉教授	工学博士	山田 恭央

## 論文の要旨

現在、地震後の列車の運転停止や再開の判断は、地盤上で観測される地震動を基準に実施されている。しかし、設置されている地震計の間隔が長く、その間の情報が得られない問題がある。また、橋梁や盛土などの構造物上を走行する鉄道車両や構造物上に付帯する電化柱へは、当然ながら当該構造物の揺れを介した地震動が入力される。よって、各構造物の振動特性を事前に把握し、地震発生後に得られる離散的な地震情報から高密度の地盤上地震動を推定し、更に、その上の構造物の地震動を素早く推定して、列車の安全運行に役立てる手立てが必要となる。本研究では、橋梁(高架橋)および盛土構造を有する2つの対象路線を選定し、①地盤上での微動計測を基に、1次元重複反射解析と遺伝的アルゴリズムを用いて路線に沿った連続的な地下速度構造を推定する、②地盤上と構造物上で同時に測定した微動に基づき構造物の振動特性を同定する、③構造物を1質点減衰系と仮定し、得られた地盤上の地震動を入力して、路線に沿った構造物上の地震動を推定する、という流れの推定手法を検討し、1年半~2年かけて沿線で観測された地震動応答の結果やアレイ微動探査、表面波探査結果などと比較することにより、その有効性を検証した。その結果、(i)路線上で推定した地盤地震動は、地震観測点における観測と、良好な一致が確認された、(ii)同定された高架橋の固有振動数および減衰定数は、1次ピークよりも低い周波数帯域において実測値と高い整合性を示し、橋脚高さとの相関が高いなどの傾向も再現することができた、(iii)地盤上の推定地震動を入力して路線に沿った高架橋上の地震動推定を行った結果、概ね良好な推定結果が得られた、(iv)盛土構造に関しては、2m程度の低盛土では、応答地震動は基礎地盤上とほとんど変わらず、4m程度の高盛土に関しては高架橋と同様の手法が

適用できることを確認した,等の有用な結果を得た。これらの結果を基に,安全係数の考え方を導入することにより推定地震動を用いた地震時列車運転規制の基準値設定方法の概念に関する提案を行った。

## 審 査 の 要 旨

### 【批評】

地震後の列車の運転停止や再開の判断を迅速に行うことは、鉄道各社にとって重要な課題であるが、高密度に地震計を設置するなどの対応はコスト面から現実的でない。そのため、現在の観測ネットワークを基に、なるべく精度良く高密度に揺れの分布を推定する手法の開発が求められている。本論文は、微動観測によって地盤および構造物の振動増幅特性を把握し、1次元波動伝播理論と遺伝的アルゴリズムを組み合わせて、高密度の地震動推定を簡便に行う手法の提案である。研究のそれぞれの要素は既存のものであるが、それを組み合わせた手法の精度を、実際の現場における地震動観測や微動計測を基に詳細に検討したもので、新規性の高い研究であると判断できる。特に、構造物として高架橋および盛土を考え、それらの応答を比較している部分は、構造工学および地盤工学分野をまたいだ検討として評価できる。盛土などの土構造物をどう扱うかの考え方は、未だ定まっておらず、それに対して、本研究は有用な情報を与えるものとなっている。また、本研究で得られた地震観測データ、アレイ微動データ、表面波探査データなどは、運転規制に用いる基準パラメータの高精度化などにつながるもの貴重なものである。更に、得られた精度を基に、それを実際に運転規制に用いる際の運用設計概念まで提案していることで、実用化までを睨んだ工学的価値の高い研究となっている。以上より、本研究は、学術的・工学的な意義が高く、博士(工学)の学位にふさわしいと評価できる。

### 【最終試験の結果】

平成27年8月3日、システム情報工学研究科において、学位論文審査委員の全員出席のもと、著者に論文について説明を求め、関連事項につき質疑応答を行った。その結果、学位論文審査委員全員によって、合格と判定された。

### 【結論】

上記の学位論文審査ならびに最終試験の結果に基づき、著者は博士(工学)の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。