

学位論文及び審査結果の要旨

横浜国立大学

氏名	KAIWAN WATTANA
学位の種類	博士（工学）
学位記番号	都市博甲第20号
学位授与年月日	2016年 3月 24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1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	Traffic Volume Estimation using Dynamic Response Data acquired in a Cable-stayed Bridge
論文審査委員	主査 横浜国立大学 准教授 西尾 真由子 横浜国立大学 教授 山田 均 横浜国立大学 教授 勝地 弘 横浜国立大学 准教授 田中 伸治 横浜国立大学 上席特別教授 藤野 陽三 横浜国立大学 准教授 SIRINGORINGO DIONYSIUS

論文及び審査結果の要旨

本論文は、近年橋梁モニタリングシステムが国内外の実橋梁で導入されながらも、その導入コストに対して橋梁管理に有意義な情報がデータから得られていない背景の下、モニタリングシステムが本来提供することを目的としている構造状態の情報とともに、入力活荷重の情報として振動データから通過交通量を推定し、維持管理における性能照査に用いることを提案し、その有効性を示したものである。

第1章では、橋梁モニタリングの現状と既往研究をまとめ、通過交通量を推定する意義を論じたうえで、研究の目的と論文の構成を示した。通過車両の日平均大型車両数（Averaged Daily Truck Traffic: ADTT）が、近年国内外で導入が検討されている性能照査型維持管理（米国では Load Resistance Factor Rating）において、実際の交通状態を考慮する入力パラメータとなることから、本研究の交通量推定では、モニタリングデータからこの ADTT を得ることを主な着眼としたことを明記した。

第2章では、本研究で対象とした実橋梁（タイ・バンコクの斜張橋）、設置された構造モニタリングシステムの諸元を示し、常時取得されている動的データ（主桁とケーブルの加速度、主桁の傾斜）と温度データ、画像車両カウントシステムによる交通量データを説明した。その上で、加速度データからモード解析と波形振幅に関する特徴量抽出を行い、交通量や気温変化との相関分析を行った。その結果、いくつかの特定の固有振動モードにおいて、その固有振動数、およびその周波数帯域での振幅が、気温変化とは相関が小さい一方で、通過車両数と高い相関を示していることが明らかにした。

第3章は第2章の結果をうけ、数値解析により、橋上の交通流（速度と車両密度）が応答の振幅や固有振動特性にどのような影響を与えるか、検証を行った。対象橋梁の有限要素モデルを構築し、車両の群的な通行を桁上の各節点の集中荷重作用履歴で表現し、時刻歴応答解析によって加速度応答を得た。解析モデルの妥当性を確認したうえで、橋の通過交通量変化が交通流の速度変化による場合と、車両密度（車間距離）による場合で周波数スペクトルの比較を行った結果、後者によって実データでみられた応答の変化が説明できることを示した。

第4章では、第2章で検討した振動データの特徴量を説明変数とした、交通量推定モデルの構築を行った。ある1日分の振動データと交通量データを学習データとして、詳細な相関解析を行った上で、多重相関性を考慮した説明変数の決定アルゴリズムを示し、それに基づいて構築する重回帰モデルの変数を決定した。その結果、高い精度で各日の交通量履歴、および日総交通量を推定できるモデル式を構築した。

第5章は、第4章での推定交通量の既存橋梁の性能照査への適用性を示すべく、対象橋梁に対する構造信頼性の議論を行った。各国の性能照査基準における設計交通量、許容交通量、そして本研究での推定に基づく実交通量、それぞれを入力としたときの信頼性指標 β を、対象橋梁のタワーにおける許容圧縮応力を限界状態として求めた。その結果、設計交通

量では過度に危険側の評価を与えてしまうのに対し、推定交通量に基づくと実際の交通状況に応じた信頼性指標 β が得られることを示した。

第6章では、各章で得られた知見に基づく本論文の結論をまとめ、今後の展望について記した。

以上により本論文では、研究目的とした交通量推定モデルの構築を達成し、振動データが説明変数となるメカニズムの数値解析による検証、さらに構造信頼性評価への活用を示したことから、新規性の高い研究成果が得られたといえる。今後も国内外で行われるであろう橋梁モニタリングにおいて、取得データを性能照査型維持管理に活用できる可能性を、具体的な知見とともに示した。したがって、本論文は博士（工学）の学位論文として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。