

## 学位論文及び審査結果の要旨

横浜国立大学

氏名	NGUYEN HUU QUOC HUNG		
学位の種類	博士（工学）		
学位記番号	都市博甲第2178号		
学位授与年月日	2020年 9月 30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	High cycle fatigue modeling of concrete pavement coupled with soil foundation		
論文審査委員	主査	横浜国立大学 広島大学 横浜国立大学 横浜国立大学 横浜国立大学	教授 名誉教授 教授 教授 准教授 前川 宏一 佐藤 良一 早野 公敏 細田 暁 藤山 知加子

## 論文及び審査結果の要旨

本学位論文はコンクリート舗装の疲労特性と舗装を支持する地盤の疲労特性から、舗装システムの疲労寿命を推定する解析方法を提案したものである。繰り返し移動荷重を受ける橋梁床版の疲労寿命解析に用いられてきた多方向ひび割れモデルを舗装本体に応用し、地盤の液状化解析で実績を有する multi-spring モデルを舗装地盤に適用して、舗装システムの疲労限界状態と寿命回数を推定するものである。コンクリート舗装の疲労破壊が地盤の破壊に先行する状態、地中にせん断局所化が先行して支持力が喪失する状態、および両者が同時に終局限界状態に至るケースが、舗装厚さと地盤材料の締固め度の組み合わせによって分類できることが示された。これを検証するために小型舗装試験体が作成され、移動荷重を作用させた載荷実験が行われた。終局限界状態に至る時期を、提案された解析方法を用いて推定可能であることが実験から検証され、本論文による舗装システムの疲労推定モデルが限界状態の判定に適用できることが確認された。

実寸法の舗装寿命の推定では、疲労耐力の寸法効果を考慮することが求められる。これに対して、引張破壊エネルギーに基づく引張軟化特性がコンクリートモデルに取り入れられ、せん断局所化の寸法に基づく軟化構成則が地盤モデルに導入された。本論文では、地盤に滑り面が確実に形成される諸元とすべく、舗装幅とほぼ等しい地盤厚さ一即ち現行の路盤構造と比較して早期に疲労寿命に至る過酷側の条件一を設定している。地盤の締固め度を相対密度で代表し、それに対して、最も舗装寿命が長くなる床版厚さが算定された。対数疲労寿命の予測精度は、作用荷重振幅の平均値に対して数%であることを勘案したうえで、既往の舗装厚の設計法との比較検討が行われた。極めて軟弱で層の厚い地盤上での舗装厚は、現行の設計法では過剰側にあるが、おおむね既往の設計式による舗装版厚に適合していることが認められた。床版角部の疲労損傷に関する使用限界状態も、併せて評価できることが示された。

以上より、既往の知識の統合と実務設計・施工への発展性を有するものと判断され、学位論文として合格と認められた。iThenticateによる剽窃チェックでは重複率 28%、主たる重複は論文提出者の既報であり、剽窃盗用に該当するものは無いことを確認した。

2020年8月3日 15:00～16:30 に公聴会をオンライン型式で開催し、引き続き8月3日 16:30 より審査委員会を開催した。コンクリート平板の疲労耐久性と地盤の疲労特性から、舗装システムの疲労寿命と損傷破壊限界状態を推定する方法を開発した研究は、博士学位論文として十分な内容を有しており、合格と判定した。また、コンクリート構造および地盤工学に関して、博士（工学）の学位を得るにふさわしい学力を有していると判定した。なお、修了に必要な単位は取得済である。

英語の学力においては、筆頭著者として既に公表した英文論文と国際会議における講演発表の実績より、十分な英語の学力を有していると判定した。

学位取得に必要な対外発表論文は以下の通りである。

- High-Cycle Fatigue Interaction between Soil Foundation and Concrete Slab under Moving Wheel-Type Loads, Nguyen Huu Quoc Hung, Satoshi Komatsu, Koichi Maekawa, *Engineering Structures*, Peer-Reviewed, 209, pp.1-16, 2020.
- Multi-Scale Simulation for Fatigue Life Evaluation of Concrete Pavement Subjected to Moving Load under Dry and Wet Conditions, Nguyen Huu Quoc Hung and Koichi Maekawa, *Journal of Advanced Concrete Technology*, Peer-Reviewed, 18, 95-115, 2020.
- Effect of Soil Density on Water Coupled Cracks for Life Performance of Concrete Pavement under Moving Load, Nguyen Huu Quoc Hung and Koichi Maekawa, Proc. of the Japan Concrete Institute, Peer-Reviewed, 42(1), 1252-1257, 2020.
- Numerical Simulation on the Life-Cycle Assessment of Concrete Pavement - Diverse Soil's Density Coupled to Moving and Fixed-Point Pulsating Loads, Nguyen Huu Quoc Hung and Koichi Maekawa, Proc. of 12th International Conference on Concrete Pavements, Peer-Reviewed (accepted on January 31st, 2020).
- Effects of Water-Coupled Cracks on Life-Cycle Assessment of Concrete Pavement under Moving Load, Nguyen Huu Quoc Hung, Koichi Maekawa and Satoshi Komatsu, Proc. of Airfield and Highway Pavements, ASCE, Peer-Reviewed, pp.111-121, 2019.
- Numerical Simulation of Construction-Joint Effects for Fatigue-Life Assessment of Concrete Pavement Subjected to Traveling Wheel-Type Load, Nguyen Huu Quoc Hung, Koichi Maekawa and Satoshi Komatsu, Proc. of the Japan Concrete Institute, Peer-Reviewed, 41(1), pp.1397-1402, 2019.
- Three-Dimensional High-Cycle Fatigue Simulation of Soil-Concrete Pavement Slab Interaction under Moving Loads, Nguyen Huu Quoc Hung, Koichi Maekawa and Satoshi Komatsu, Proc. of the 8th International Conference of Asian Concrete Federation, Peer-Reviewed, 2, 1207-1216, 2018.

以上より、最終試験は合格であると認められた。

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。