


## 論文審査の結果の要旨

報告番号	博(工)甲第115号	氏名	Mohamed Saied Gharieb Mostafa Elsokhn
学位審査委員	主査	西川 貴文	
	副査	松田 浩	
	副査	中村 聖三	

## 論文審査の結果の要旨

Mohamed Saied Gharieb 氏は、独立行政法人国際協力機構（JICA）の「道路アセットマネジメント中核人材育成プログラム」奨学生として来日し、2019年4月に長崎大学大学院工学研究科博士後期課程に入学して、現在に至っている。同氏は、同課程入学以降、所定の単位を取得するとともに、開発途上国における道路維持管理に関する問題点の調査およびその改善策に関する研究に取り組み、道路維持管理システムの改良へ向けた検討の成果を「Developing Road Roughness Deterioration Models for Pavement Management System in Developing Countries, Case Study: Lao People's Democratic Republic（開発途上国の道路舗装維持管理システムのための道路ラフネス劣化モデルの構築ーラオス人民民主共和国におけるケーススタディー）」と題する主論文に取りまとめ、参考論文を付して、2021年12月に博士（工学）の学位の申請をした。長崎大学大学院工学研究科教授会は、2021年12月15日の定例教授会において論文内容等を検討し、本論文を受理して差し支えないものと認め、上記の審査委員を選定した。委員会は主査を中心に論文内容について慎重に審議し、公開論文発表会を実施するとともに、最終試験を行い、論文審査および最終試験の結果を2022年2月16日の定例教授会に本書面をもって報告することとした。

学位論文の適合性を審査したところ、印刷公表論文2編（うち審査付き論文2編）、印刷公表予定論文1編（うち審査付き論文1編）が学位論文を構成していることが認められ、適合性ありと判断した。

社会・経済の基盤である道路を継続して適切に維持・管理するためには、資産としての道路に関する情報をデータとして整備し、そのデータを現況に即して更新しながら管理することが重要であり、道路維持管理システムは、それを実現する一つの鍵となっている。道路維持管理システムにおいて、舗装の維持管理に関連する情報・データを司り、舗装の性能の将来予測や維持・補修の必要度の評価、限られた予算下での事業策定等を担うのが舗装維持管理システム（PMS：Pavement Management System）である。舗装維持管理システムは、舗装劣化モデルと呼ばれる数理モデルに従って、国や自治体といった道路管理者に舗装の性能の将来予測を提供するが、この劣化モデルに問題を抱えている道路管理者が少なくない。特に、国際援助機関の支援によって高度な道路維持管理システムが整備された開発途上国の多くが、劣化モデルの精度やその運用に

必要なデータが不足しているために、維持管理システムを適正に運用できていない。この問題を解決するために、現実のデータを用いて、開発途上国において舗装維持管理システムを継続的に運用可能なものとする劣化予測モデルを検討し、提案することが有効である。

以上のような背景から、本研究では、舗装の性能の劣化モデルに起因する上記のような問題を抱える開発途上国の典型としてラオス人民民主共和国を検討の対象とし、実際の道路維持管理データを用いて複数の数理モデルを構築し、性能予測の精度や適用性を観点として各モデルの妥当性と有用性を評価して、対象国に対して有効な劣化モデルを提案している。主論文はこれら一連の研究内容とその結果を取りまとめたものであり、7章で構成されている。

第1章では、研究背景を説明した後、ラオスの道路およびその管理の現況を概説し、問題点を整理して、本研究の目的および構成を示している。

第2章では、舗装維持管理システムの基本構造と構成要素、舗装維持管理システムの活用による便益、状態評価手法を明示するとともに、舗装の劣化・損傷、道路ラフネス、状態評価指標を整理している。また、舗装の性能のモデル化に関する既往の研究をレビューしている。

第3章では、まず、ラオスの国道網の舗装性能を評価する主データである国際ラフネス指数 (IRI: International Roughness Index) の予測モデルを構築するための研究の方法を示している。そのうえで、第2章で述べた文献調査の結果に基づいて、舗装劣化予測のための各種の数理モデルの有効性、使用データのスクリーニング、データ欠損の補完、潜在的な舗装劣化因子について議論している。

第4章から第6章では、第3章で示した議論において焦点を当てた三種の数理モデルを用いて、ラオスの国道網の IRI を予測するモデルの構築と、現実のデータである観測値を用いた各モデルの妥当性の評価についてそれぞれ述べている。すなわち、第4章では重回帰 (MLR: Multiple Linear Regression) モデル、第5章では人工ニューラルネットワーク、第6章では適応ニューロファジー推論システムの数理モデルを用いて、ラオスの国道網を構成するアスファルトコンクリート舗装区間と、他の多くの開発途上国でも多用される瀝青表面処理簡易舗装 (DBST: Double Bituminous Surface Treatment) 区間の IRI 予測モデルを、供用年数と等価単軸荷重 (ESAL: Equivalent Single-Axle Load) を変数として構築し、各モデルの妥当性を評価している。

第7章は結論を示しており、第4章から第6章で示した各数理モデルを、精度や入力データの数量、データ欠損の影響等の特徴と、ラオスの道路維持管理に関する組織体制、データの収集方法および品質等にもとづいて比較し、ラオスの国道管理に適した数理モデルとして MLR モデルを提案するに至っている。

本研究の核となる第4章から第7章において、精度のみを議論するのではなく、現実への適用性についても慎重かつ十分に考察したうえで、具体的な数理モデルとその構築手法を示した本論文は、対象としたラオスのみならず、多くの開発途上国が抱える道路維持管理の問題を改善へと導くものであり、高い有用性が認められる。

学位審査委員会は、提出された参考論文が主論文を構成していることを認め、学位論文としての適合性ありと判断した。また、Mohamed Saied Ghariieb 氏の研究成果は論証性があり、高い学術的価値を有するとともに、開発途上国における道路維持管理工学の進歩発展に貢献するところが大きく、博士 (工学) の学位に値するものとして合格と判定した。