

京都大学	博士（工学）	氏名	Nguyen Dinh THAO
論文題目	Pavement Management System Implementation in Vietnam (ベトナムにおける舗装マネジメントシステムの実装に関する研究)		
(論文内容の要旨)			
<p>本論文はベトナムの舗装マネジメントの効率化を達成するための支援ソフトウェアの開発と、実務における舗装計画の策定に関する実践を通じてソフトウェアのカスタマイズ戦略について実証的に検討したものであり以下の7つの章で構成されている。</p> <p>第1章は序論であり、舗装マネジメントの効率化のために開発されてきた要素技術や支援ソフトウェアの現況を包括的に整理するとともに、それを支援するための舗装マネジメントシステムが具備すべき要件を体系的に整理している。その上で、ベトナムにおける舗装マネジメントが有している問題点や課題について考察し、舗装の維持補修マネジメントの効率化を目的とした劣化予測技術やライフサイクル費用評価等のマネジメント技術の開発のための条件整理を行っている。さらに、本論文が対象とする研究範囲と研究目的を明確化した上で、第2章以降の論文構成について説明している。</p> <p>第2章では、ベトナムでは地域や気象条件により、舗装の劣化プロセスが多様に異なる。舗装の劣化予測モデルとしては、すでにマルコフ劣化ハザードモデルが幅広く実務に供されているが、これら既往のモデルでは気象条件等の多様性をモデルに反映させることができないという限界がある。このような問題意識の下に、マルコフ劣化ハザードモデルにサンプル群の異質性を表現するような確率変数を導入するとともに、マルコフ劣化モデルの確率変数による近似展開を図ったようなローカル混合劣化ハザードモデルを提案している。さらに、ベトナムの舗装点検データに基づいてローカル混合ハザードモデルと異質性パラメータ値を推計している。その結果、ベトナム南部の高温多湿な気象条件を反映して、他の地域と比較して劣化速度が相対的に早いことが判明した。その結果、現在、舗装構造を全国一律に規定しているが、地域特性を反映したような差別化を図ることが、舗装マネジメントにおけるライフサイクル費用の低減につながることを主張している。</p> <p>第3章では、舗装の表面劣化と耐荷力の低下の相互関係を考慮した舗装の劣化予測モデルを開発している。ベトナム国では、さまざまな設計基準が異なる道路施設が混在している。さらに、設計基準が未成立の段階で建設された道路が少なくなく、近い将来舗装の打替が必要となることが予想されている。その一方で、舗装の耐荷力を測定する FWD 調査は費用が高く、安価な方法で舗装の打ち替えが必要な箇所を効果的に絞り込む方法論の開発が必要とされている。本章では、舗装の耐荷力が低下すれば舗装の表面劣化が加速する事実に着目し、舗装表面の点検結果から耐荷力の低下を診断するための複合的隠れマルコフ劣化モデルを提案している。さらに、2時点の点検データを用いて、複合的隠れマルコフ劣化モデルを推計する方法を、ベイズ推計法の立場からマルコフ連鎖モンテカルロ法を用いて提案している。さらに、現実のデータベースに基づいて、提案した複合的な劣化モデルを推計するとともに、舗装の表面劣化速度から舗装打ち替えが必要となる箇所を絞りこむことに成功している。</p>			

京都大学	博士（工学）	氏名	Nguyen Dinh THAO
<p>第4章では、第2章、第3章で提案した劣化予測モデルをコアとするような舗装マネジメントソフトウェア「京都モデル」を開発している。すでに、舗装マネジメントソフトウェアとしては世界銀行が開発した HDM-4 がデファクト標準として定着しているが、HDM-4 は力学的予測モデルでありベトナムの舗装劣化の状況を表現できないという問題がある。さらに、必要となる入力データの種類も多く実用的ではない。本章では、点検データから劣化予測モデルを推計することにより、HDM-4 より簡便でしかも舗装マネジメントの目的をより効果的に支援できるような舗装マネジメントソフトウェアを開発することに成功している。</p> <p>第5章では、京都モデルを実際にベトナム北部地域における舗装マネジメントに実際に適用するための方法論について考察している。京都モデルを現実の実務へ実装するためには、ソフトウェアのカスタマイズ、ベトナム技術者のパワーアップ、路面性状調査車の導入と実測、データベースの作成と解析、関係各機関との協議など多くの課題を解決する必要がある。本章では京都モデルの実装に至るまでの過程を綿密に検証しながら、新しいシステムを実装するための普遍的な方法論を提案している。さらに、具体的に実施した点検データに基づいて舗装の劣化予測、ベンチマーキングを実施し、舗装の維持補修計画を作成している。</p> <p>第6章では、京都モデルの適用を通じて、ベトナム国の舗装マネジメント上、重交通による轍ぼれへの対応が最重点課題であることを指摘している。ベトナム国では、舗装構造の設計基準が未成熟であり、現時点における轍ぼれへに対して暫定的な対応にならざるを得ない。さらに、舗装マネジメントに関わる予算の制約から、1つの現実的な対応策として貨物車使用レーンの舗装表面素材の改良を提案している。さらに、京都モデルを用いて舗装表面素材の改良がライフサイクル費用の低減にもたらす効果を測定し、その有効性について実証的に分析している。以上の分析は、すべてベトナム交通省との共同研究であり、分析結果は現実の道路維持の現場において採用されており、ベトナム国政府からも現実性の高い対応方策であると評価されている。</p> <p>第7章は結論であり、本論文で得られた成果について要約している。</p>			

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、ベトナム国における社会・経済的、制度的環境を踏まえて、同国の道路マネジメントの実態にふさわしい舗装マネジメントシステムを開発するとともに、同システムの現地政府への実装を試みた実践的過程に関する研究であり、具体的に以下のような知見を得ている。

1. ベトナム国北部地域において、舗装路面性状調査、および舗装マネジメントを実装するための制度的枠組みを開発するとともに、実際にベトナム国道を対象として路面性状調査を実施することにより、同国における舗装マネジメントの改善のための技術的課題、社会・経済的課題、制度的課題をとりまとめている。その上で、ベトナム国において開発すべきデータベースシステム、総合的舗装マネジメントシステムの基本的な開発戦略をとりまとめている。

2. 舗装マネジメントを効率的に実施するために、舗装劣化曲線の推定、ライフサイクル費用の計測、マルコフ決定過程を用いた最適修繕戦略の策定をモジュールとするような舗装マネジメント支援ソフトウェア（京都モデル）を開発している。さらに、ソフトウェアを用いた舗装マネジメント計画を策定する方法論を提案している。

3. 開発した舗装マネジメント支援ソフトウェアを用いて北ベトナム地域の舗装マネジメント計画に適用するとともに、ベトナム政府による実践の支援を通じてソフトウェアのカスタマイズ戦略に関する実際的な知見を得ている。

4. ベトナム国における舗装マネジメントのPDCAサイクルの実践を通じて、舗装マネジメントの改善課題として、轍ぼれに対する技術的対応、車線ごとに差別化された舗装構造の設計が重要であることを明らかにしている。さらに、これらの技術的課題に対応するために、舗装構造の劣化過程を表現する複合的マルコフ劣化モデルを開発し、技術的代替案の妥当性を評価するための方法論を開発している。

以上要するに、本論文は、ベトナム国の実情に適合した舗装マネジメントシステムの提案、それを支援するソフトウェアの開発を通じて、ベトナム国への制度的実装を行うための実用的な方法論を提案したものであり、学術上、実際上寄与することがとて少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成27年12月17日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。