

| | | | |
|--|-------------------------|----|-------|
| 京都大学 | 博士（工 学） | 氏名 | 小濱 健吾 |
| 論文題目 | 異質性を考慮した土木施設の劣化評価に関する研究 | | |
| <p>（論文内容の要旨）</p> <p>本論文は土木施設の劣化速度の異質性に着目し、劣化速度の相対評価を通じた劣化過程のベンチマーキングモデルの作成と、それを考慮した土木施設のアセットマネジメントの方法論の開発を目指したものであり、以下の6つの章で構成されている。</p> <p>第1章は序論であり、アセットマネジメントが着目されてきている経緯を示すとともに、わが国におけるアセットマネジメント研究の発展を、統計的劣化予測手法の発展の歴史を踏まえたうえで整理している。その上で、既往の劣化予測モデルでは対応できない土木施設が存在、また、実務的ニーズの高度化により顕在化してきた新しい問題について考察している。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、道路障害物の発生過程を、障害物の種類による到着率の異質性を考慮したポアソンガンマモデルによって表現し、道路障害リスクを評価するために累積放置リスク、遭遇交通量リスクという2つの指標を提案している。その上で、道路巡回業務を対象として、道路管理者が道路巡回方策を検討する際に直面する、道路障害物に対するリスクと道路巡回費用の間に成立するトレードオフの関係を整理している。さらに、道路管理者が道路障害リスクを考慮した上で、道路巡回費用を可能な限り抑制するような望ましい巡回方策を求めるための道路巡回モデルを提案している。また提案した道路巡回モデルをヒューリスティックに求める方法論を構築し、実証分析を通して、道路障害リスクを一定に維持しつつ道路巡回業務の効率化を達成できることを明らかにしている。</p> <p>第3章では、大規模情報システムが、極めて多品種の劣化特性の異なる機器で構成されていることに着目し、情報システムのアセットマネジメントにおいて留意すべき要点について分析している。さらに、大規模情報システムの総合的なアセットマネジメントを実施するための故障解析モデルが基礎的な分析道具となることを指摘している。その上で、大規模情報システムを構成する多様なタイプの要素間に存在する故障率の異質性を操作的に表現するために、ワイブル劣化ハザードモデルをベンチマーキングモデルとして採用するとともに、機器間におけるハザード率の比例的異質性を標準ガンマ分布で表現したようなランダム比例ワイブル劣化ハザードモデルを提案している。さらに同モデルを推計する方法論を構築し、適用事例を通じて提案したランダム比例ワイブル劣化ハザードモデルの有効性を実証的に検証している。</p> | | | |

第4章では、橋梁施設の床版を対象として、劣化過程の異質性を分析している。同一の構造・材料特性、かつ使用条件の下であっても、橋梁施設が置かれている環境条件、施工時における品質等により劣化速度は多様に異なることに着目し、橋梁施設間における劣化過程の異質性を、混合マルコフ劣化モデルを用いて表現している。混合マルコフ劣化モデルでは、橋梁グループごとの劣化速度の異質性を異質性パラメータとして表現し、劣化ハザード率が確率的に変動するような混合ハザード率を定義する。その上で、混合マルコフ劣化モデルにおけるハザード率の確率分布をガンマ分布に特定化し、個別要素の劣化過程を表すマルコフ推移確率を推定する方法論を提案している。さらに、混合マルコフ劣化モデルを用いて算定することのできる標準的な劣化過程を表すベンチマーキング劣化曲線、およびベンチマーキング劣化曲線に基づいて個別要素の劣化速度を相対評価する方法論を提案している。また、実橋の目視検査データに基づいて混合マルコフ劣化モデルを推計し、個別橋梁要素の劣化速度の相対評価を試み、問題箇所を検出することに成功している。同時に、多様な土木施設への適用可能性、および劣化速度の相対評価を目的としたベンチマーキング方法論としての意義を説明している。

第5章では、道路巡回業務を実施する際に考慮しなければならない道路障害物、および苦情の発生件数と、道路巡回費用のトレードオフ関係について分析している。その際、路上落下物などの道路障害物発生に起因する苦情の発生メカニズムを各事象がランダムに発生する階層の数え上げ過程としてモデル化している。すなわち、道路障害物の発生過程を定常ポアソン過程、苦情の発生過程を到着率が道路障害物数に依存する非定常ポアソン過程とし、道路障害物の増加が苦情の発生頻度に影響を及ぼすといった苦情発生過程の特徴を、苦情発生率の時間的異質性を明示的に考慮したような階層的隠れポアソンモデルを用いて表現している。さらに、道路障害物の発生時点に関する実データが、苦情が管理者に寄せられた時刻、および定期的な道路巡回業務によって除去された数のみであり、道路障害物の発生時点に関する正確な情報を入手できないという問題点を解決するために、同モデルを道路障害物の発生に関する部分的情報を用いて推計するための階層ベイズ推計手法を提案している。また、適用事例を通じて、道路障害物、苦情の発生過程を分析し、同モデルの有効性を実証的に検証している。

第6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。

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、土木施設における劣化速度の異質性を明示的に考慮した混合劣化ハザードモデルを提案するとともに、多様な土木施設への適用可能性に関する分析と劣化速度の相対評価を目的としたベンチマーキング方法論の開発をめざしたものであり、以下のような知見を得ている。

1. 路上障害物に対するリスクと道路巡回費用の間にはトレードオフの関係が成立している。路上障害物に対するリスクを、異質性を考慮したポワソンガンマモデルによって表現し、道路管理者が路上障害リスクと道路巡回費用の関係を考慮に入れて、望ましい道路巡回方策を作成する方法論を提案している。
2. 異なるタイプの要素間に存在するハザード率の異質性がガンマ分布に従うようなランダム比例ワイブル劣化ハザードモデルを定式化している。さらに、大規模情報システムを対象として、それを構成する多様な機器の故障確率を分析する方法論を提案している。
3. 路上障害物の発生モデルを内蔵するような苦情発生モデルを階層的隠れポアソンモデルとして定式化している。さらに、道路管理者が路上障害物発生リスクの管理目標を設定した上で、定期的な道路巡回費用と応急業務費用で構成される総費用を可能な限り削減するような巡回方策を検討するため方法論を提案し、実務への適用を試みている。
4. 異質性を考慮した混合劣化ハザードモデルの関係を系統的に整理し、劣化速度の相対評価に基づいて、問題箇所を検出するためのベンチマーキング技術として体系化している。

以上、要するに、本研究は土木施設の劣化過程の異質性評価とそれに基づいたアセットマネジメントのベンチマーキング技術を開発したものであり、学術上、実際上寄与するとことがところが多い。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 24 年 7 月 26 日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行って、申請者が博士後期課程学位取得基準を満たしていることを確認し、合格と認めた。