

京都大学	博士（工学）	氏名	梶間厚邦
論文題目	変状の相互作用を考慮した高速道路マネジメントに関する研究		
<p data-bbox="188 434 448 465">（論文内容の要旨）</p> <p data-bbox="225 510 1362 651">本研究は、高速道路構造物における変状の発生過程と補修行為の相互作用に着目し、未補修変状がその後の長期的な変状の発生過程に及ぼす影響を分析し、合理的な高速道路構造物のマネジメント戦略を分析するための方法論を提案したものであり、以下のような6つの章で構成されている。</p> <p data-bbox="225 696 1386 1122">第1章は序論であり、構造物の老朽化や変状に関わる課題は、構造物だけでなく人や組織にも起因して発生することを指摘し、現実のデータに基づいて補修行為が変状の発生過程に及ぼす影響を客観的に分析することにより、土木構造物マネジメントに携わる現場の土木技術者の意識と行動方針を変革することの重要性を指摘している。そのため、本論文において、人や組織の背後にある土木構造物マネジメントに関わる問題構造を把握するとともに、マネジメント上の隘路となっている未補修変状の増加と補修行為の遅れという悪循環が発生しているメカニズムを是正するための具体的方策を検討するための方法論を提案することを目的とすることを明確に述べている。そのために、本研究で分析すべき研究課題をとりまとめ、第2章以降の論文構成について説明している。</p> <p data-bbox="225 1173 1386 1688">第2章では、高速道路の土木構造物マネジメントにおける課題の認識や問題解決に向けての現実の具体的な行動、さらに構造物マネジメントのあるべき姿に関する知見を獲得することを目的として、現場における土木構造物マネジメントに関わる問題構造を分析している。具体的には、土木構造物マネジメントを構成する要素、認識された問題内容の関係を2値データとしてモデル化し、グラフ理論を用いることにより問題の循環構造を階層化する方法論を提案している。このようにして同定された各循環構造の特性について分析し、ルールや規則に基づいた改善だけでは十分に解決できないような人的要因に関わる問題が存在することを指摘している。そのうえで、適切なマネジメントを実行するために認識すべきマネジメント上の課題や解決の方向性を示唆している。さらに、悪循環構造が発生する根本的なマネジメント問題を解決するために、変状数定常化サイクルの実現、新規変状発生コントロール方策等が重要な課題であることを明らかにしている。</p> <p data-bbox="225 1740 1386 1995">第3章では、第2章で同定した問題構造における循環構造を、現実のデータを用いて実証すること試みている。具体的には、変状の過去から現在までの発生過程を対象として、変状の発生原因、変状生起の時間特性、変状発生における変状間の波及・増幅関係、補修行為と変状発生との相互関係、および補修行為に影響する累積未補修変状数の作用について統計的な分析を試みている。その結果、変状発生数の有限性を示唆するとともに、変状発生に支配的要因（漏水未補修数）、補修行為に支配的な負の要</p>			

京都大学	博士（工学）	氏名	梶間厚邦
<p>因（累積未補修変状数）を明らかにし、変状発生抑制と変状数定常化サイクルの持続的維持の可能性について高速道路の実データを用いて実証的に考察している。</p> <p>第4章では、変状生起の将来の発生過程を予測することを目的とし、潜在変状数の有限母集団仮説を提案するとともに、母集団過程を明示的に考慮した変状の時間的発生過程を表現する劣化予測モデルを提案している。その際、変状の有限母集団仮説に基づいて、潜在変状数に対してポワソン分布、変状顕在化確率に関してワイブル分布を想定した混合ワイブル分布モデルを定式化している。そのうえで、高速道路構造物に対する実証分析を通じて、構造物マネジメントの適正化に資するいくつかの方策について、その効果を実証的に分析している。その結果、変状には収束系変状と発散系変状があることを認識し、新規変状の発生を抑制するための方策を講じるべき劣化要因を特定化することに成功している。</p> <p>第5章では、第4章で示した確率モデルを拡張し、変状発生間における変状間の因果（波及、増幅）関係の確率的内部構造を導入したような時間的変状発生モデルを提案している。具体的には、変状発生における変数間の因果関係の確率的内部構造を理解するために、変状発生過程に対してワイブル分布、補修遅延の影響関数として指数分布を用いて、両者の畳み込み効果を考慮した複合ワイブルハザードモデルを提案している。高速道路で観測された実データを用いた定量的、客観的な知見に基づく合理的で効率的な構造物マネジメントの具体的方策である漏水系変状に対する補修行為の有用性について実証的に明らかにしている。さらに、分析結果に基づいて、変状発生原因変状に対する人為（補修行為）のあるべき姿について検討するとともに、新規変状発生コントロールという構造物マネジメント方策の実現可能性について考察している。</p> <p>最後に第6章では、本研究で得られた知見を取りまとめるとともに、効果的な構造物マネジメントを実現するための課題やマネジメント改善方策について提言し、あわせて今後のモデル開発にむけた研究課題と方向性について考察し、本論文をとりまとめている。</p>			

(論文審査結果の要旨)

本研究は、高速道路構造物における変状の発生とその相互作用のモデル化と、補修のタイミングなどの補修行為が長期的な変状の発生過程に及ぼすメカニズムのモデル化を通じて、合理的な高速道路構造物のマネジメント戦略を分析するための方法論を提案したものであり、以下のような知見を得ている。

第1に、高速道路の土木構造物マネジメントにおいて、現場の技術者の間で認識されている問題構造が、多重で階層的な循環構造をしていることをグラフ理論を用いて明示するとともに、未補修変状の累積的増加が補修率の長期的低下をもたらすマネジメントの悪循環構造を断ち切るための重要課題の抽出に成功している。

第2に、高速道路で発生する変状が潜在的有限母集団から発生するという仮説の下に、変状生起に関する動学的変状発生モデルを提案するとともに、現実の高速道路上で発生する変状生起データを用いてモデルを推計し、その妥当性を検証している。さらに、推計したモデルを用いて、変状生起の将来予測を行うとともに、構造物マネジメントの具体的方策、新規変状発生抑制のために必要となる方策について具体的な提案を行っている。

第3に、複数の変状間に存在する因果関係（波及・増幅）に関する確率的内部構造仮説を提唱し、複合的変状発生過程モデルを提案している。そのうえで、現実のデータに基づいて、変状の発生間に存在する因果関係の統計的推計に成功している。さらに、変状に対する人為的な補修行為が、因果関係の遮断に有効であることを実証的に分析している。それにより、変状の合理的な補修タイミングに関する重要な知見を獲得している。

第4に、高速道路における変状の発生過程が、物理現象としての変状の発生と人為的行為との相互作用に依存していることを総括し、長期的な変状発生過程をマネジメントするために変状数定常化サイクル、新規変状発生コントロール策が重要であることを提案している。

以上、要するに、本研究は、高速道路構造物に発生する変状の相互作用を考慮した合理的なアセットマネジメント戦略について分析を試みたものであり、学術上、實際上寄与するところが少なくない。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31年2月20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。