

プロジェクト・研究成果の概要(1/2)

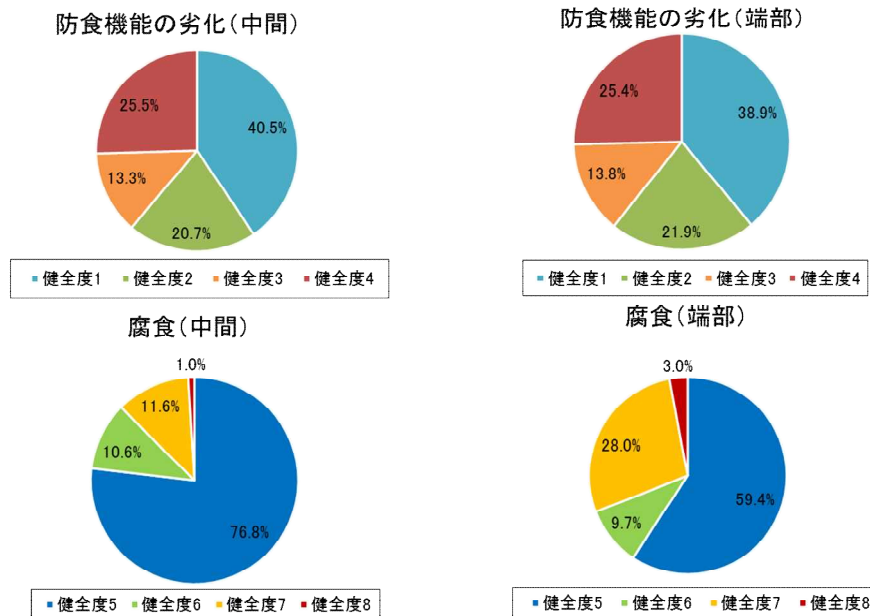
プロジェクト:「橋梁補修施策プロファイリング手法の開発」
プロジェクトリーダー ・氏名(ふりがな):貝戸 清之(かいと きよゆき) ・所属・役職:大阪大学大学院 工学研究科 地球総合工学専攻 准教授
研究期間:平成 29 年 9 月～平成 30 年 3 月(全体期間:平成 29 年度～平成 31 年度)
プロジェクト参加メンバー(所属団体名のみ) 京都大学, 近畿地方整備局, 近畿技術事務所, 京都国道事務所
プロジェクトの背景・目的(研究開始当初の背景、目標等) 5 年に一度の近接目視点検が義務化され, 橋梁を対象とした目視点検データが蓄積されてきている。目視点検に代替し得る新技術の開発も進むなか, 今後は長年にわたって蓄積された膨大な点検ビッグデータを実務的課題の解決や, アセットマネジメントの継続的稼働に向けて, どのように活用していくかが重要となってくる。申請者らの研究グループでは過去 15 年間, 点検データを用いた劣化予測やライフサイクル費用に基づいた橋梁の最適補修計画の策定に取り組んできた。しかし, 多くの管理者では予算・人員制約のために, 全橋梁を対象に劣化曲線を作成し, 厳密にライフサイクル費用最小化計画を立案することに実務的な意味を持たない。むしろ, 劣化特性や損傷の種類に基づいて橋梁をグループ化し, グループ内における補修施策の標準化と, グループ間における補修施策の差別化を通じた補修施策プロファイリングを行うことが望ましい。 本研究プロジェクトでは, 橋梁部材の目視点検データの統計分析を通して, 劣化要因を特定するとともに, その劣化要因を説明変数として内包するような劣化予測モデルを用いた劣化速度の異質性のモデル化と, 劣化速度の異質性に着目した補修施策の統計的プロファイリングのための方法論を提示する。さらに, 近畿地方整備局管内の橋梁群を対象とした補修施策プロファイリングによって提案手法の妥当性を実証的に確認する。
プロジェクトの研究内容(研究の方法・項目等) 産官学の体制で研究プロジェクトを進める。具体的な研究内容は以下の通りである。 ・目視点検データの統計分析(管理対象橋梁群のマクロな劣化要因の抽出) ・劣化過程モデリング(マルコフ連鎖モデルを中心に, 複合的劣化などを適宜考慮したモデル開発) ・ベンチマーク分析と劣化速度の異質性評価 ・補修施策の立案(予防保全, 事後保全など)とライフサイクル費用評価(平均費用法の適用) ・補修施策に関する統計的プロファイリング手法の開発(劣化速度の異質性を判断指標とする) ・近畿地方整備局管内の橋梁を対象とした実証分析と, 市町村への展開を視野に入れた方法論の汎用化 ・プロファイリング手法のその他の実務的課題への適用 他インフラへの拡張可能性の検討, 補修効果の統計的事後評価手法の開発, 点検・簡易補修の一括発注モデルに関する確率論的考察 以上の研究内容に対して, 学(大阪大学, 京都大学)は劣化予測やライフサイクル費用評価など, プロファイリング手法の構築に必要な方法論を数理統計学や確率論を用いて開発するなど, プロジェクト全体を通してその根幹となる要素技術や方法論の開発に主体的に取り組む。官(近畿地方整備局, 近畿技術事務所, 京都国道事務所)は分析対象となる橋梁群の選定や点検データ他の提供および方法論・解析結果に対する実務的観点からの示唆を与える。産(今後, 適宜募集)は実際の目視点検業務や補修工事を通して得られた知見を方法論(補修工法の選定や単価の設定など, 補修施策の立案など)に反映させるための助言や一部プログラムの学との共同開発を行う。なお, 産官学の体制は年度ごとの研究内容に応じて, 柔軟にメンバーを追加する。研究会は 2 ヶ月に 1 回程度の頻度で開催する。具体的に 1 年目は, 近畿地方整備局管内の橋梁を対象とした目視点検データを統計分析することによって, 主要部材と, その劣化の主要因を抽出する。また主要部材の劣化過程と部材間の関連性などをマルコフ劣化ハザードモデルを拡張する形でモデル化する。さらに, ベンチマーク分析を通して, 劣化の主要因では説明できない個別橋梁の劣化速度の異質性を定量的に評価する。2 年目は想定され得る補修シナリオの立案とライフサイクル費用評価手法を検討する(同時に, マネジメントのためのデータベースの在り方についても協議する)。また, 劣化速度の異質性, あるいは異質性間の相関構造に基づく統計的プロファイリング手法の開発を行う。3 年目は実証分析によって, 具体的に緊急対策が必要な橋梁グループ, 予防保全, 事後保全グループに橋梁を分類するとともに, 各グループの補修施策を提示するとともに, 実務との整合性を比較検証する。さらに, 統計的プロファイリング手法を援用する形で, 補修工法の相違による補修効果の事後評価手法の開発や, 塗膜劣化やひび割れに対する補修と目視点検を包括したような一括発注方式の可能性に関する確率論的考察を加える。

プロジェクト・研究成果の概要(2/2)

プロジェクトの研究成果の概要(図表・写真等を活用しわかりやすく記述)

本年度は当初の予定通り、橋梁の部材レベルの点検データに対する統計分析に主眼を置いた。特に、橋梁の維持管理において、鋼桁端部の劣化は修繕・更新の意思決定の主要因となることから具体的な検討部材として着目した。鋼桁端部では腐食が主要な劣化事象の一つであり、桁端部直上に設置されている伸縮装置からの漏水がその腐食進展を加速させることが実務的に知られている。そのため、伸縮装置の点検・取り替え間隔を適切に設定することにより、橋梁の長寿命化とライフサイクル費用の低減が可能となり得る。本年度の研究では、伸縮装置の劣化が鋼桁端部の腐食に及ぼす影響をマルコフ劣化ハザードモデルとレジームスイッチングモデルを援用したレジームスイッチング・マルコフ劣化ハザードモデルにより表現し、その劣化予測結果を用いて両者の関係について定量的に評価する方法論を開発した。

実際の点検データを簡易的に統計分析した結果を以下に示す。上段左右の図より、防食機能の劣化(塗膜劣化)に関しては桁の中間部と端部で顕著な相違を確認することはできない。しかし、下段左右の図より、腐食に対しては、桁端部の方が進行していることが目視点検の結果から読み取ることができる。このことより、防食機能の劣化には漏水などの影響はそれほど大きくないが、防食機能が損なわれ腐食が生じる段階からは漏水の影響が大きくなることが想定される。



以上の簡易的分析の結果を受けて、レジームスイッチング・マルコフ劣化ハザードモデルの解析結果を下図に示す。青色の実線が桁端部に漏水がない場合(通常モード)の期待劣化パスで、赤色の実線が桁端部に漏水がある場合(異常モード)の期待劣化パスである。また縦軸の健全度は1~5が防食機能の劣化、5~6が腐食を表す。同図より、上述したように、防食機能の劣化段階では桁端部の漏水の有無は劣化速度に影響はなく、腐食の進展速度に大きい影響を及ぼすことがわかる。最終的には、桁端部に漏水がある場合とない場合で、期待寿命が22年と35年になることが読み取れる。さらに、防食機能の劣化までに要する年数は約12年であり、これは従来の塗装周期(10年~15年)の妥当性を示す根拠となり得ることが定量的に示された。

