

プロジェクト・研究成果の概要（1／2）

プロジェクト：「長大橋の観測データの活用による維持管理支援システムの検討に関する研究」	
プロジェクトリーダー ・氏名：金 哲佑 ・所属・役職：京都大学大学院 工学研究科，教授	
研究期間：平令和元年 10 月～令和 2 年 3 月	
プロジェクト参加メンバー（所属団体名のみ） (株)長大，(株)エイト日本技術開発，本州四国連絡高速道路(株)，神鋼鋼線工業（株），東京製綱（株），近畿地方整備局，京都大学	
プロジェクトの背景・目的（研究開始当初の背景、目標等） ケーブル構造を持つ特殊橋に適するモニタリング技術の把握と，モニタリングデータと点検データとの関連性の調査結果は，自治体保有のケーブル構造の特殊橋の点検にも有効活用できると考えられる．本プロジェクトは，ケーブル構造を持つ特殊橋の維持管理に有益な情報抽出と着目すべきリスク事象に対するモニタリングの可能性および限界を明らかにし「特殊橋の劣化特性や実態に基づいた維持管理手法の検討」を目的としている．なお，研究成果は，長大橋に限らず自治体が多く保有する中小のケーブル構造を有する特殊橋の維持管理に有効活用できるようにフィードバックするのが目標である．	
プロジェクトの研究内容（研究の方法・項目等） 吊り形式の特殊橋の維持管理支援システムを検討するため，図 1 に示すように自治体保有の吊り形式橋梁の維持管理やモニタリングに関する問いを明らかにし，その問いを解決するための実態調査と，構造物性能が徐々に低下する現象をセンサ情報の長期的なパターン変化から捉えるモニタリング手法を検討する．研究所年度は，大きく以下の 4 項目について研究を実施する． 1) ケーブル構造を持つ特殊橋の劣化特性の実態精査 自治体へのヒアリングにより，ケーブル構造を持つ特殊橋梁の維持管理に際しての問題点・課題を抽出する．また，自治体管理の特殊橋における劣化特性や実態を精査し，特殊橋の維持管理支援システム構築のための基礎データ整理を行う． 2) ケーブル構造を持つ特殊橋のモニタリングの実態調査 ケーブル構造を持つ特殊橋のモニタリングにおける問題点や改善点を把握するために，本州四国連絡高速道路株式会社が保有しているケーブル構造の特殊橋のモニタリング実態を調査し，維持管理に有効なモニタリング手法について検討する．また，長期計測データにおける季節変動の調査に活用するために，国内外のモニタリングデータを入手する． 3) 長大橋の長期計測データ分析向けのデータ解析手法の整備 ケーブル構造の長大橋の振動特性推定に有効な同定手法を検討し，長期のモニタリングデータから橋梁の健全性にかかわる特徴量（例えば，振動数，振動モード，変位など）の効率的な抽出法を整備する． 4) 長期計測データにおける季節変動の調査 長期モニタリングにおける特徴量（例えば，振動数，振動モード，変位など）の長期にわたる変動と季節変動（例えば，風速，交通量，気温の変化など）との関連性を調査する．また，長期モニタリングにおける季節変動の影響を考慮するためにデータの正規化について検討する．	

研究背景

「ケーブル構造を有する特殊橋の全てのケーブルを対象とした点検とモニタリングの難しさ」と「合理的で体系化された維持管理指針の不在」

課題解決における問い

- 自治体が多く管理している吊り形式橋梁の維持管理について，**管理者が抱えている現状の課題**は何なのか？
- 何を**モニタリング**するのか？

問いを解決するために

- 吊り形式橋梁の劣化特性や実態の精査
 - 橋梁形式と損傷
 - 損傷と構造物の挙動
 - 挙動と季節変動
- 吊り形式橋梁対象のモニタリングの実態調査

目標

自治体のニーズを考慮した
「点検マニュアルの役割を果たす資料やモニタリング技術」の提案

図 1 研究の全体像

※ 本様式は中間評価・事後評価を公表する際に、評価コメントと併せてホームページで公開します。

※ 本様式は成果報告書とともに、中間・事後評価の重要な判断材料となりますので、ポイントを整理し簡潔な表現とし、ポンチ絵などを用いてわかりやすく記述してください。

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）

1) ケーブル構造を持つ特殊橋の劣化特性の実態調査（近畿 2 府 4 県の吊り橋および斜張橋の実態調査実施）

- 自治体へのヒアリング：部材毎の損傷についての判定区分判断の難しさなどの課題を整理した。
- 吊り橋および斜張橋の供用年数や損傷判定区分について実態調査：ケーブル関連の主な損傷として、主索および吊索の破断・腐食と斜材の定着部の腐食等を確認した。（図2参照）
- 実態が整理されていない吊り形式橋梁の損傷と構造形式の関連性を明らかにし、損傷実態に沿ったモニタリング法の検討を研究方針に反映。なお、次年度以降予定しているモニタリングの試行導入のための対象候補の選定を行った。

何らかの対策が必要なⅢ・Ⅳの損傷（主索および吊索の破断・腐食）：全体の約35%（68橋）

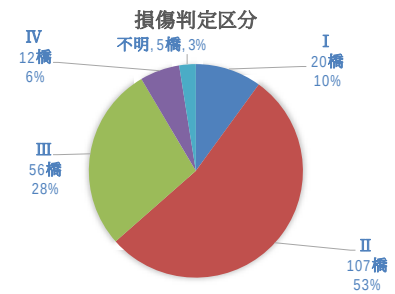


図2 吊り橋の損傷状況

2) ケーブル構造を持つ特殊橋のモニタリングの実態調査

- 明石海峡大橋・多々羅大橋・来島海峡大橋の動態観測の実態調査を行ったが、点検の目的よりは主に台風や地震時の挙動に着目していることが分かった。ただし、明石海峡大橋の長期計測データは長期モニタリングにおける季節変動の検討に有用と判断し、約1年間のデータを入手した。
- ケーブルを対象とした長期モニタリングが行われているオーストラリアの小規模斜張橋のデータを入手することになった。

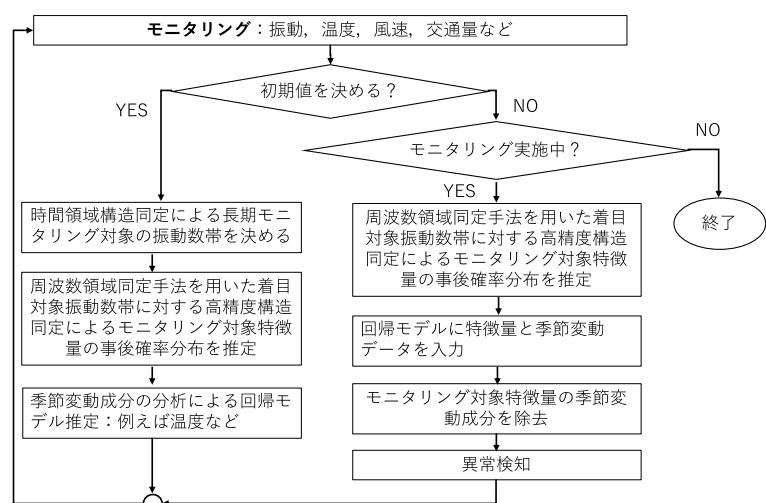


図3 整備した手法による長期モニタリングの概念

3) 長大橋の長期計測データ分析向けのデータ解析手法の整備

実稼働モード解析法の中、常時振動を用いた長大橋の振動特性を推定に有効であると判断した「確率部分空間法」と「ベイズ実働モード解析法」の整備を行った。また、長期モニタリングにおける季節変動などの外部因子の影響を考慮するために線形回帰モデルから非線形回帰モデルまでの多変量回帰分析手法の整備を行った。整備を行った手法による長期モニタリングの概念を図3に示す。

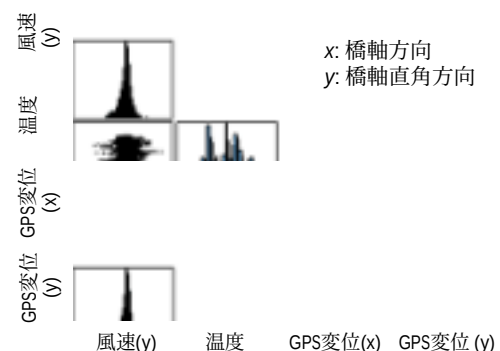


図4 明石海峡大橋の変位と季節変動の関連マトリクス

4) 長期計測データにおける季節変動の調査

明石海峡大橋の長期モニタリングにおける変位と季節変動との相関性と、回帰モデルによる季節変動の影響低減について検討を行なった。モニタリング対象の変位と温度、風速、風向の強い相関から回帰モデルの構築には温度、風速、風向を考慮する必要があることが分かった（図4参照）。長期モニタリングにおける突風や交通パターンの違いによる突発的な現象については、非線形回帰であるガウス過程回帰によるその予測精度の向上が期待できることが分かった。

※ 本様式は中間評価・事後評価を公表する際に、評価コメントと併せてホームページで公開します。

※ 本様式は成果報告書とともに、中間・事後評価の重要な判断材料となりますので、ポイントを整理し簡潔な表現とし、ポンチ絵などを用いてわかりやすく記述してください。