

2023 年度
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	長山智則
研究機関名	東京大学
所属部署名	大学院工学系研究科
役職名	教授
研究課題名	データとモデルの統合によるインフラの実耐震性の学習
研究実施期間	2023 年 4 月 1 日～2024 年 3 月 31 日

研究成果の概要

構造物の加速度応答観測を利用して、中小地震の際に耐震性に寄与する特性を学習し、大地震発生時に変形量や構造特性を推定し、被災状況や残存する耐震性を即座に把握する研究に取り組んでいる。この方法は、個別構造物モデルの詳細な事前調整が不要で広範な展開が将来期待できるものであり、データ同化や最適化手法、機械学習を活用して開発している。

2023 年度は、2022 年度に検討を始めたデータ駆動型のアプローチによる構造物の履歴特性モデル推定とデータ同化により、地震応答変位推定手法の高度化を試みた。この手法は、状態空間モデルを多数の基底関数の線形和として表現し、データ同化手法を組み合わせることで変位を推定するものである。多様な入力地震動に対する有限要素モデルの順解析を多数行い、LASSO を利用して基底関数の係数を決定する手法である。実構造物の挙動を正確に表現できるモデルが常に得られるとは限らないため、モデル化誤差に対する手法のロバスト性を検証し、適用性向上を図った。2022 年度まではモデルのパラメータ誤差に対してロバストであることを示していたが、履歴特性モデル自体が異なる場合でもデータ同化の枠組みで観測を導入し、さらに、初期剛性や固有振動数の情報を用いてモデル更新することにより、地震時の最大変位や残留変位の誤差を低減することに成功した。

さらに、多自由度で複雑な応答を示す系を対象にデータ同化の枠組みを適用するための検討を行った。多自由度系においてもモデル化誤差を扱える手法として各種カルマンフィルタやオブザーバをベースに検討を行い、その結果、自由度の大きなモデルを対象とした地震応答計算問題でも、拡張カルマンフィルタに基づいて、パラメータ更新と状態量推定を高効率に行い、変位推定を高精度に実現できることを示した。