

# 有限要素法による トラス橋モデルに対する地震応答解析

- 地震外力を受ける橋梁モデルに対し、損傷が生じやすい領域を推定
- 有限要素法と地震計測データの組み合わせは、橋梁デジタルツインの構築・運用に必要不可欠
- 有限要素解析が適用できる構造物であれば、その形態を問わず地震に起因する損傷が推定可能

## 研究のねらい

橋梁が動的な地震外力を受ける場合、橋梁を構成する部材に損傷が生じることがある。損傷が生じやすい領域を事前に推定・把握しておくことは、橋梁の維持・管理および長寿命化の観点から重要な検討事項である。地震に起因する損傷を精緻に予測するには、(1) 橋梁の形態と支持様式(構造力学)、(2) 橋梁に入力される地震外力の設定(地震工学)、(3) 橋梁を構成する各部材に対する構成方程式の設定(材料力学)、(4) 部材に生じる応力とひずみの評価(材料力学)など、様々な項目を統合的に勘案することが必要不可欠である。これに対し、本研究で実施している有限要素地震応答解析は(1)から(4)を全て考慮することができるため、より正確で包括的な損傷予測のための手法として相応しい。また、有限要素解析とデジタルツイン技術との組合せを探求することで、実際の橋梁に対してリアルタイムでの健全性評価や補修対応が可能となると考える。本研究は、力学シミュレーションを基軸とする研究活動を通じて、地震に強い都市インフラの実現とそれらの維持管理・長寿命化に貢献することを目的としている。

## 研究内容

図1に示す橋梁モデルに対し、5種類の地震外力を入力した(エルセントロ地震1940, タフト地震1952, 八戸地震1968, 東北地震1978, 熊本地震2016)。図2は、熊本地震2016を入力した応答解析後のMises相当応力の累積値を示しており、暖色であるほど損傷し易い領域と考える。結果、中央部の上弦材領域および斜材・垂直材・床版の接合部が損傷し易いと評価された。なお、この傾向は熊本地震を除く他の地震でも同様である。

## 連携可能な技術・知財

- 各種有限要素解析(企業との共同研究・技術コンサル, 2016fy, 2018fy-2019fy, 2022fy)
- 機械学習モデル構築(竿本・宮本: 土木学会論文集, 2022)
- 機械学習を用いたシミュレーションの高速化
- トポロジー最適化による部材レベルでの損傷推定(竿本ほか: 土木学会論文集, 2015; Saito, Suigai, Wang, Saomoto: JSV, 2022; Sugai, Saito, Saomoto, Arch. Appl. Mech, 2023)

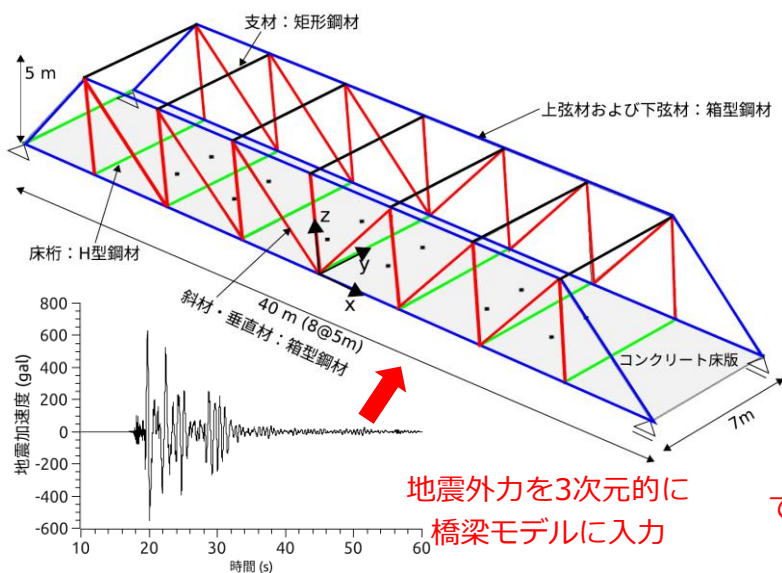


図1: 数値実験に用いたトラス橋モデル

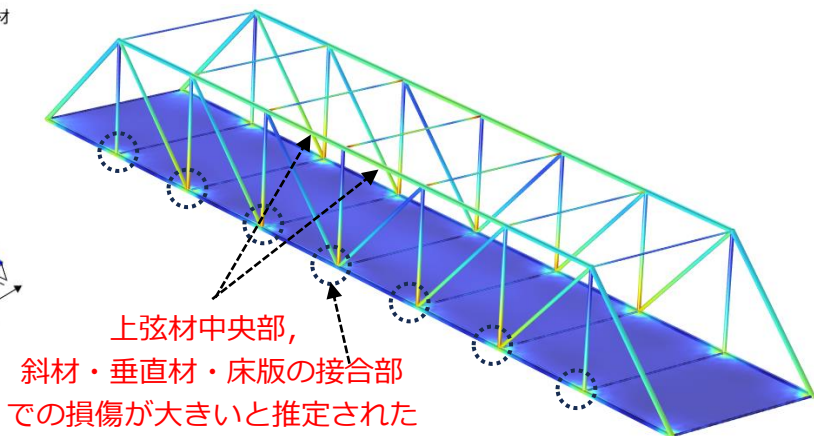


図2: 損傷が生じやすい領域(暖色領域)の推定(地震応答解析中に生じるMises相当応力の累積値を图示)

- キーワード: 橋梁、有限要素解析、地震応答解析、損傷、デジタルツイン
- 連携先業種: 建設業、運輸業、製造業

竿本 英貴

インフラ長寿命化技術研究チーム

研究拠点: つくば

連絡先: サステナブルインフラ研究ラボ事務局: M-sirl-ml@aist.go.jp