

# 橋梁における3次元データを用いた損傷写真管理システムの提案

松岡 直弥<sup>†</sup> 関 和彦<sup>‡</sup> 安室 喜弘<sup>†</sup> 窪田 諭<sup>‡</sup>  
 関西大学 環境都市工学部 都市システム工学科<sup>†</sup> アイセイ株式会社<sup>‡</sup>

## 1. はじめに

我が国では、高度経済成長期に建設された橋梁が約73万橋存在し、建設後50年を経過した橋梁の割合は、2030年には約55%に増加すると予想されている。橋梁は、道路法の改正により、5年に1度定期点検を行うことが定められた。定期点検は構造物の近接目視を基本とし、点検結果を記入要領に基づき蓄積しなくてはならない<sup>1)</sup>。そこでは、前回点検からの経過を確認するために同位置および同角度の写真撮影が求められ、二時期の写真と比較し、損傷の進行を把握する。しかし、現在の定期点検では損傷位置のスケッチを手書きで記録しており、前回点検時の損傷写真の撮影位置を特定して同位置および同角度で撮影することは困難である。二宮ら<sup>2)</sup>は、効率的な橋梁点検を目的として、撮影された写真を撮影位置とともに管理する方法を提案した。しかし、撮影位置の表示方法が3次元データと損傷写真を俯瞰して見る視点のみであり、点検者が前回点検時の位置と角度を確認することは支援していない。

そこで、本研究では、橋梁定期点検時の損傷写真の同位置および同角度での撮影を支援することを目的として、点検時の位置と角度を再現した損傷写真を3次元空間に配置し、損傷写真の撮影位置を視点の切り替えを含めて可視化するシステムを提案する。

## 2. 損傷写真管理システムの設計

### 2.1 システム設計方針

本システムでは、システムの3次元空間に3次元データと損傷写真を配置する。3次元データとは、橋梁の部位や面単位で生成される3次元モデルと3次元点群データである。損傷写真は、3次元座標と回転角によって配置される。俯瞰視点から配置した写真の視点へ切り替える機能を備え、橋梁と損傷写真の位置関係を可視化する。

### 2.2 位置と角度の情報取得

3次元データと損傷写真を表示させるために、それぞれの位置と角度の情報が必要である。そこで、Agisoft社製のMetashapeを用いてSfM/MVS(Structure from Motion / Multi View Stereo)処理を行う。これは複数枚の写真から同一部分の特徴点を求め、写真の撮影位置と角度を推定し、3次元点群データを生成する。推定された平面直角座標系( $X, Y, Z$ )と回転角(Yaw, Pitch, Roll)をシステムに反映させる。

## 3. システム開発

### 3.1 システム構成

本システムの構成を図1に示す。橋梁点検者は、前回点検と同じ位置と角度で撮影した損傷写真を登録し、3次元データとともに表示する。点検者は、橋梁ごとにまとめられた3次元データまたは損傷写真を選択し、写真の撮影位置と撮影角度を確認する。また、システムの機能として画像差分解析機能を開発する。損傷写真を蓄積して二時期の画像差分を解析し、損傷の進行を可視化する。

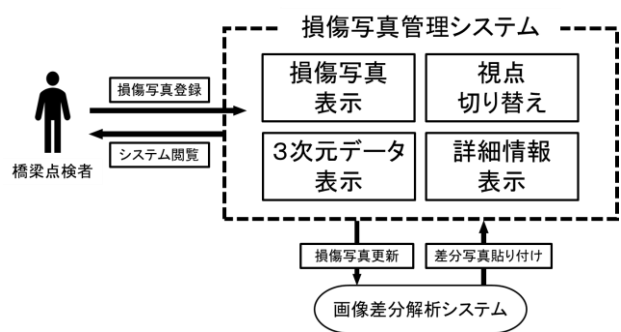


図1 システム構成

### 3.2 開発環境

本システムは、ゲーム開発エンジンのUnityを用いて開発する。Unityは、C#のプログラム言語を用いてシステム内の動作を実装する。

### 3.3 システム機能

本システムで実装する機能は、次のとおりである。

Proposal of a damage photograph management system for bridges using 3D data

<sup>†</sup>Naoya Matsuoka, Yoshihiro Yasumuro and Satoshi Kubota

<sup>‡</sup>Faculty of Environmental and Urban Engineering, Kansai University

<sup>‡</sup>Kazuhiko Seki

<sup>‡</sup>EYESAY Co.,Ltd.

1) 3次元データと損傷写真の表示

3次元データの表示には、Unity内で入手できるPoint Cloud Free Viewerを使用する。

損傷写真の表示は、SfM処理により導出した平面直角座標系(X,Y,Z)と回転角(Yaw, Pitch, Roll)をC#のプログラムでシステム内部に反映する。MetashapeとUnityでは、平面直角座標系の座標軸が異なるため、プログラムでこれを変更する処理を実施し、表示させる。

2) 視点切り替え機能

システム上に3次元データと損傷写真を配置する。視点の初期位置は3次元データと損傷写真を俯瞰して見る構図である(図2上)。表示されている損傷写真をクリックすると、配置した損傷写真の撮影視点に切り替えることができる(図2下)。

3) 詳細情報表示機能

損傷写真の視点切り替えと同時に、画面上に点検の詳細情報を表示する。本システムでは、橋梁の名称、損傷の判定区分、橋梁と損傷写真の撮影距離を表示する。定期点検では、橋梁の健全性の診断として判定区分を設けている<sup>1)</sup>。その結果の記録を表示して、次回の定期点検時に損傷の進行を比較する。

3次元空間内で3次元データと損傷写真の距離を計測するプログラムを作成して、撮影位置の橋梁からの位置を特定する。損傷写真の撮影位置の可視化と合わせて距離を表示して同位置での撮影を支援する。

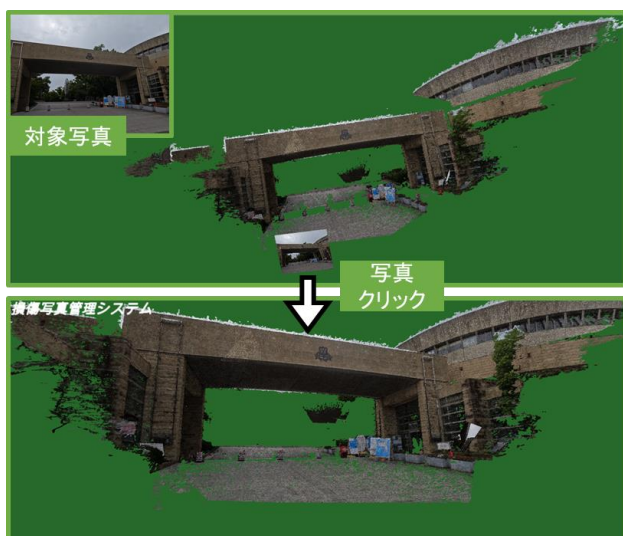


図2 視点の切り替え機能

4. 二時期の損傷写真を用いた画像差分解析  
定期点検において、損傷の進行を可視化する

ことが必要である。近年では、二時期の3次元点群データの差分を抽出する研究が行われている。しかし、3次元点群データを作成するときに、機材の準備やソフトウェアの実行により、時間とコストを要する。そこで、橋梁点検者が損傷写真を登録したとき同じ位置と角度から撮影された前回点検時の損傷写真があれば差分解析を実行し、その結果を損傷写真管理システムで表示する。

画像差分解析システムには、画像処理のオープンソースライブラリであるOpen CVとPythonを用いる。

対象構造物に疑似損傷を貼り付けて、位置と角度を変えずに撮影した2枚の写真を用いて実験した結果を図3に示す。疑似損傷の差分のみが抽出された。しかし、画像差分解析は、撮影された二時期の写真の位置と角度が異なると損傷ではない部分が差分として検出されてしまう。3章の提案システムにより、損傷写真の撮影を支援して同じ位置と角度の撮影が可能になれば画像差分解析システムの精度向上につながると思われる。



図3 実験結果

5. おわりに

本研究では、3次元空間上に3次元データと点検時の位置と角度を有する損傷写真を配置し、俯瞰視点から配置した写真の視点へ切り替えて、橋梁と損傷写真の位置関係を可視化するシステムを提案した。加えて、二時期の損傷写真を用いた画像差分解析によって損傷部の進行を可視化することを提案した。システムの評価を2024年1月16,17日に予定しており、その結果を発表で述べる。

参考文献

1)国土交通省道路局：道路橋定期点検要領，“[https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/yobohozen/tenken/yobo4\\_1.pdf](https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/yobohozen/tenken/yobo4_1.pdf)”，[アクセス日：2024年1月9日]  
2)二宮建他：橋梁3次元データを活用する橋梁点検手法の提案とプロトタイプを用いた効果検証の報告，土木学会論文集 F4（建設マネジメント），Vol. 76, No. 2, pp. I\_32-I\_46, 2020.