

ロボット点検技術の活用

PC逆ランガーアーチ橋への点検支援技術の活用

キーワード 橋梁点検, ロボット点検, SLAM, オルソ画像

先端技術研究所 下川 光治
 広島支店 よしみず 吉水
 吉水 晃治

はじめに

日本国内には、道路橋(橋長 2m 以上) が約 72 万橋あり、老朽化する橋梁が増加し続けています。さらに点検における技能労働者が不足していることから、橋梁点検の効率化が期待されています。国土交通省では、橋梁点検の効率化の取り組みとして点検支援技術性能カタログを作成し点検

に有効な支援技術を公開しています。

この点検支援技術性能カタログに登録されている、点検用 UAV (無人航空機) を活用した点検手法を大規模特殊橋梁である PC 逆ランガーアーチ橋のアーチリブ下面に適用した事例についてご紹介します。

業務概要

点検対象の米子自動車道(江府 IC ~ 蒜山 IC) に位置する PC 逆ランガーアーチ橋は、河川の浸食作用により形成された V 字渓谷を跨ぐため、地上高 80m、アーチ支間 119m の大規模アーチ橋です。この橋梁の点検では、図 1 に示すようにアーチリブ下面の一部で、橋梁点検車やロープアクセスによる目視点検が困難であるため、点検用 UAV を用いた点検を検討しました。この UAV に必要な性能については、細かなひびわれなどの変状を撮影した画像上で判読するために橋梁に接近し高解像度の画像を取得する必要があります。しかし飛行中に橋梁本体や周辺の樹木などに衝突する恐れがあるため、衝突回避機能に優れている Visual SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) を搭載した Skydio 2+ を使用しました(図 2)。

UAV で撮影した画像を用いて点検するためには、画像上で損傷を判読し、損傷の位置や大きさを記録する必要があります。その手法として SfM (Structure from Motion) ソフトウェアを用いて橋梁の三次元モデルやオルソ画像を作成し点検する方法を考案し実施しました。

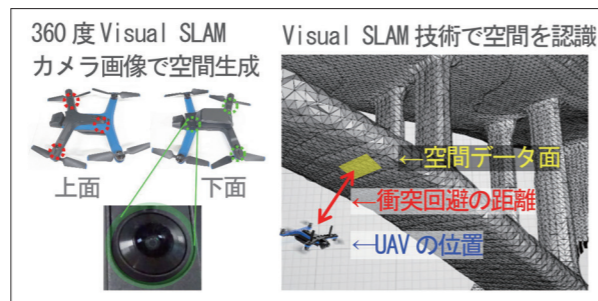


図2 点検用UAV Skydio 2+

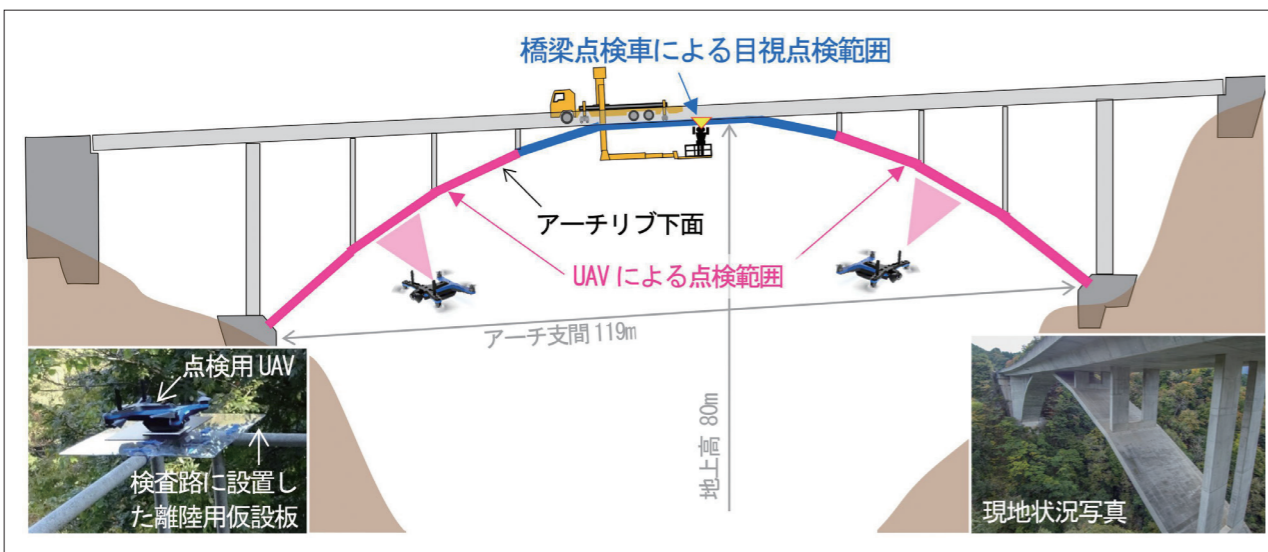


図1 作業対象範囲

オルソ画像作成

本事例では、アーチリブ下面のオルソ画像を作成し、オルソ画像上で損傷の大きさを計測するために、SfM 処理に適した撮影方法を考案し、三次元モデル作成用とオルソ画像作成用の撮影を実施しました(図 3)。

SfM 処理では、三次元モデル作成用の撮影画像に記録された GNSS の座標値を使用して地理座標とスケールの正確な三次元点群データを取得し、オルソ画像の解像度の基

準に使用しました(図 4)。

オルソ画像は、アーチリブ下面において、SfM 処理で作成した三次元点群および画像の撮影位置を用いて、図 5 に示すように径間ごとに 1 ピクセルの地上画素寸法 0.8mm で作成しました。さらに、作成したオルソ画像から橋梁の点検に必要な損傷を判読し、損傷の大きさを計測できることを確認しました。

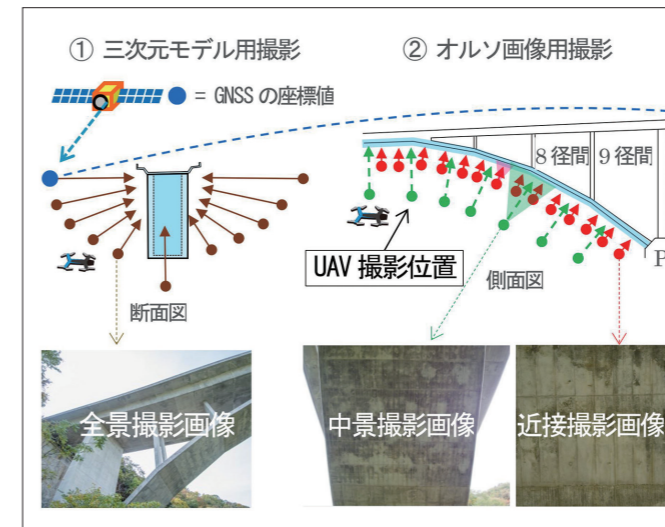


図3 撮影方法

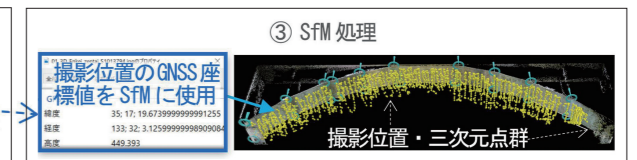


図4 SfM処理で作成した撮影位置と三次元点群

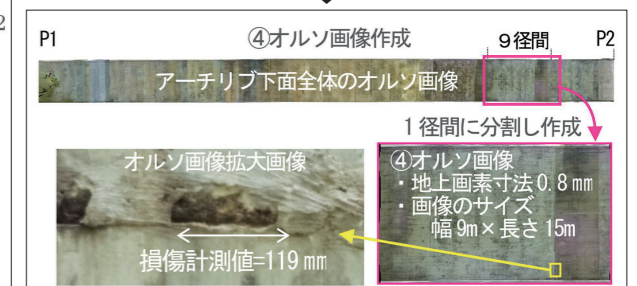


図5 作成したオルソ画像による損傷の計測

三次元モデル作成

SfM 処理で得た三次元点群と撮影位置付きの全景撮影画像を SfM ソフトウェア上で重ね合わせることで、橋梁の骨格を図化し、橋梁の三次元モデルを作成しました(図 6)。このモデルを点検時の変状位置の記録や補修設計

などに利用するために、図 7 に示すように三次元モデルと竣工図の寸法を比較(108 箇所)した結果、全体の標準偏差は 0.048m となりました。

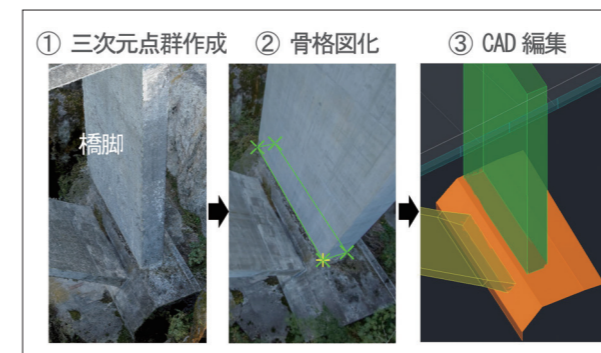


図6 三次元モデルの作成方法

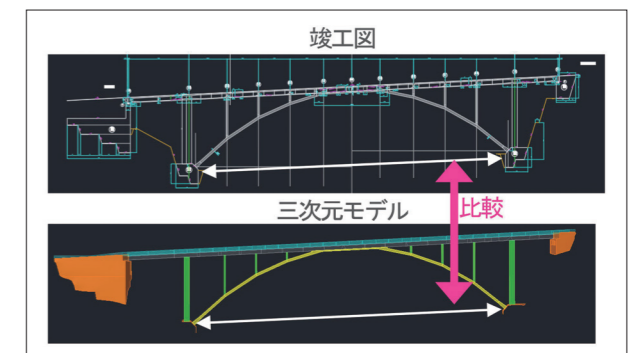


図7 三次元モデルの品質確認方法

おわりに

Visual SLAM を搭載した UAV を使用することで、アーチ橋の細かな変状を判読できる画像を取得することが確認できました。また SfM 技術を用いることで、点検に使用可能な橋梁三次元モデルおよびオルソ画像の作成が可能であることを確認しました。

本検証では、西日本高速道路株式会社より検証場所を提供して頂きました。さらに、西日本高速道路エンジニアリング中国株式会社には、共同研究者として現地作業やデータ解析などのご協力を頂きました。