

二輪型マルチコプタを用いた構造物の近接撮影および IFC 3次元モデルを用いた点検管理システムの研究開発について

株式会社ドーコン	正会員	○佐藤 誠
富士通株式会社	正会員	長谷川英司
株式会社ドーコン	正会員	菅原登志也
株式会社ドーコン	正会員	大山 高輝
富士通株式会社	非会員	沢崎 直之
富士通株式会社	非会員	中尾 学

1. はじめに

現在、国道橋の点検は、長寿命化修繕計画のもと、H26年に改訂された定期点検要領¹⁾によって点検が実施されている。要領では、点検員による近接目視が基本とされており、点検結果は、2次元の損傷図や写真等の調書で橋梁毎に管理されている。一方、国土交通省は、「次世代社会インフラ用ロボット開発・導入検討会」の設立や、CIMの推進により、インフラ点検の効率化に向けたロボットの開発や、3次元成果納品に向けた取り組みを行っている。

このような中、2018.3には国土交通省から点検支援ロボットを用いた3次元成果品納品マニュアル²⁾が公表され、点検記録ロボットにより高品質な画像を取得し、空間的に正確な損傷位置を3次元モデルを介して記録・蓄積が可能な成果品納品への対応要求が高まってきている。

以上の背景から、筆者らは、近接撮影が可能な点検記録ロボット（以下、二輪型マルチコプタ）と、撮影した画像から対象面全体を正射投影した画像（以下、オルソ画像）に抽出・計測した損傷のスケッチが可能なソフト、その損傷を3D-CADモデルに関連付けて点検データを管理する「デジタル点検システム」の開発を行ったので、その内容について報告する。

2. デジタル点検システム

2.1 デジタル点検システム処理フロー

デジタル点検システムの処理フローを図1に示す。

- 1) 開発した二輪型マルチコプタを用いて構造物の近接撮影を行う。
- 2) 近接撮影画像から SfM(Structure from Motion)ソフトでオルソ画像と現況 3D モデルを作成する。
- 3) 現況 3D モデル、オルソ画像、原画像を元に開発した損傷抽出・計測ソフトを用いて損傷の抽出と計測を行う。

4) 3) で作成した損傷形状・計測結果をオルソ画像、現況 3D モデル、原画像と共に点検データ管理システムに登録し、データを活用できるようにする。

ここで、点検データ管理システムとは、Web ブラウザ上で 3D-CAD モデルと損傷データを重畳表示して立体的に損傷を確認可能なシステムのことであり、部材毎に撮影した画像や損傷情報の検索も可能である。

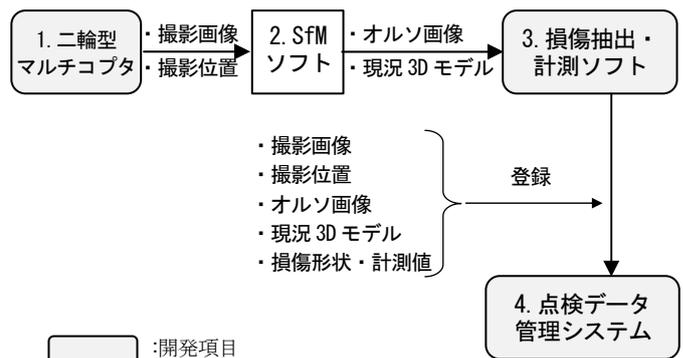


図1 デジタル点検システムの処理フロー

2.2 二輪型マルチコプタ

開発した二輪型マルチコプタ（ドローン）の外観を図2に示す。二輪型マルチコプタは構造物に車輪を接触させながら移動し、接触面と一定距離を保つことで高品質な画像を撮影できるという特長を持つ。同時に開発した有線給電装置を接続すれば、一般にドローンの弱点とされ

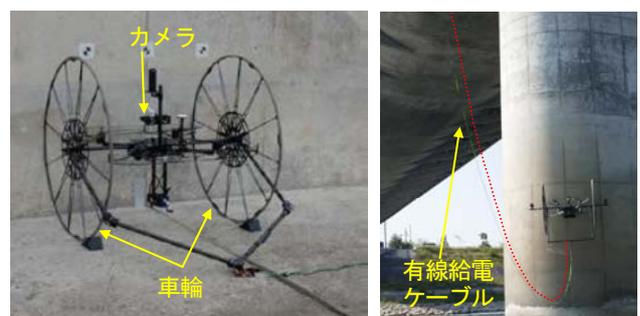


図2 二輪型マルチコプタの外観と撮影状況

キーワード 橋梁点検、ロボット技術開発、ドローン、二輪型マルチコプタ、IFC、3Dモデル

連絡先 〒004-8585 札幌市厚別区厚別中央1条5丁目4-1 株式会社ドーコン交通事業本部構造部 TEL:011-801-1540

ている長時間の連続運用も可能である。有線給電ケーブルは機体の安全リードも兼ねており、機体の飛行範囲を制限すると共に、緊急時は落下防止装置として機能する。

2.3 オルソ画像・現況 3D モデル作成

オルソ画像および現況 3D モデルは、二輪型マルチコプタで撮影した 4K 動画からフレーム間のオーバーラップ率が 80%以上になるように静止画像を抽出し、SfM ソフトを用いて作成する。

2.4 損傷抽出・計測ソフト

開発した損傷抽出・計測ソフトの作業画面を図 3 に示す。作業者は全体的な損傷状況の把握のためのオルソ画像と、オルソ画像の表示位置に対応する原画像を同時に確認することができる。これにより、SfM で作成した現況 3D モデルのテクスチャに損傷のボケや取りこぼしがあっても損傷の見落としを防ぐことができる。また、開発したソフトはオルソ画像と原画像に「仮想クラックスケール」を表示して画像上でひびわれ幅を計測することが可能であり、オルソ画像上で損傷をなぞることで損傷をスケッチできる。

2.5 点検データ管理システム

開発した点検データ管理システム利用例を図 4 に示す。損傷抽出・計測ソフトで記録した損傷形状、損傷画像、現況 3D モデル、オルソ画像などのデータは、ISO16379 で国際標準化されている IFC (Industry Foundation Classes) を拡張したデータモデル³⁾に基づいた 3D-CAD モデルに紐付けて管理できる。本システムは Web アプリであるため、道路管理者など利用者は Web ブラウザが動作する PC があれば、特別なクライアントソフトをインストールすることなく、3D モデルでの損傷確認、データの登録や検索を行うことができる。更に、点検データ管理システムは、拡張 IFC モデルを CIM の構造物納品形態である IFC モデルに変換可能な機能を有しており、成果品として納品・閲覧が可能である (図 5)。

3. まとめ

本稿では、開発したデジタル点検システムによる実証実験結果より、二輪型マルチコプタを用いたロボット点検により高品質な画像を取得可能なこと、拡張 IFC データを用いて、3次元モデルを介した点検結果の成果品作成が可能であることを報告した。

今後は実証実験結果を基にシステムの改良や高度化・効率化を進めると共に実際の橋梁点検での活用を図っていきたいと考えている。



図 3 損傷抽出・計測ソフト



図 4 点検データ管理システム

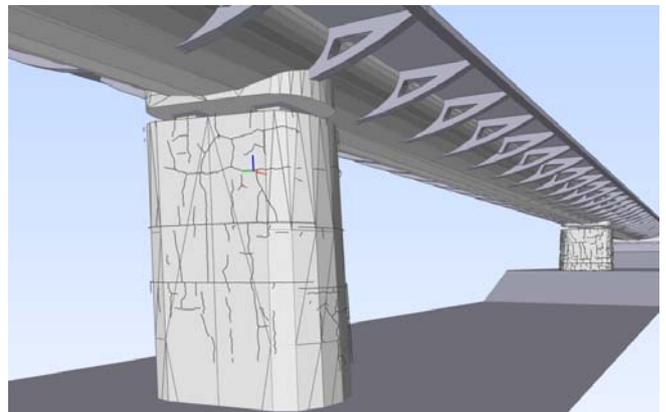


図 5 IFC モデルでの成果品閲覧

謝辞

本研究の一部は、内閣府総合科学技術・イノベーション会議の「SIP インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」(管理法人: NEDO) によって実施されました。

参考文献

- 1) 橋梁定期点検要領, 国土交通省, 2014
- 2) 点検記録作成支援ロボットを用いた 3 次元成果品納品マニュアル (橋梁編) (案), 国土交通省, 2018.3
- 3) 橋梁点検・保守のための国際標準に基づく橋梁情報モデルとその Web 配信システム (第 4 報), 田中, 2016 年度精密工学会秋季大会論文集, 2016