

# コンクリート建造物の維持管理における 新技術活用に向けた取組み

キーワード ドローン、画像解析、効率化

## 01 はじめに

2018年3月に制定された「技術ビジョン」に基づき、構造技術室では「土木建造物ビジョン」を制定し、めざす姿を持続可能な土木建造物の実現とし、これを達成するための4つの施策を掲げています。本稿

では、このうち「土木建造物管理の最適化－維持管理における新技術・コストダウン」に位置づけられる、コンクリート建造物の維持管理における新技術活用に向けた取組みについて紹介します。

## 02 ラーメン高架橋の点検に適したドローンの活用

目視による現場調査に置き換わる技術として、ドローンの活用を検討しています。土木建造物へのドローンの活用は近年様々な機関で検討がすすめられており、JR西日本においても既に災害時の現場撮影等に導入しています。しかし、今回対象としている山陽新幹線のRCラーメン高架橋(写真1)の場合、高架下は非GNSS(Global Navigation Satellite System/全球測位衛星システム)環境であり、かつ柱・梁等が各種センサの障害となり、ドローンの位置制御が困難になります。また、高圧電流やWi-Fi通信が、機体と操縦装置間の通信に影響する可能性もあります。

の改造等が必要となります。また、別途カメラを搭載した(表1)以外の産業機(中型、大型)の場合は、機体周囲の衝突防止センサが柱や梁等の障害物に反応するため、飛行時には約2~3mの離隔を設ける必要があります。一般的なラーメン高架橋の線路直角方向の柱間隔は5m未満であるため、柱と柱の間を線路方向に飛行させることは難しいことがわかりました。一方、VIO<sup>※1</sup>とVisual SLAM<sup>※2</sup>によって制御される機体(表1のC機)は、柱・梁等を自動回避しつつ飛行することが可能であり、新幹線通過時における高架下での飛行安定性にも問題は見られませんでした。

このような課題に対して、山陽新幹線の高架下において実証実験を行い、飛行安定性を確認するとともに、撮影した画像等の精度を検証しました。ドローン飛行実証実験結果を(表1)に示します。GNSS制御の機体は、高架下環境下では地上からの高さが所定の高さを超えるとGNSS制御から赤外線や気圧センサによる制御に切り替わり、制御が不安定となりました。

撮影により得られた画像から作成した3Dモデルを(図1)に示します。本モデルは、連続的に撮影した写真を3次元化する方法(フォトグラメトリ)により作成したものです。なお、今回の飛行区間は、安全管理上高架下の柱間(内側)のみとしたため、1眼レフカメラにより外面撮影を合わせて実施しました。実際の運用場面でも、全区間のドローン飛行は困難であるため、カメラ撮影画像と併用する必要があります。作成した3Dモデルにより、ひび割れや鉄筋露出箇所、排水樋等の付帯設備の劣化状況等、外観変状の状態を実用的なレベルで十分確認できることがわかりました。



写真1：山陽新幹線RCラーメン高架橋

表1：実証実験結果

	A機 (1,380g)	B機 (907g)	C機 (775g)
機体写真			
高架下飛行時の機体制御	地上からの高さ1~2m: GNSS 2m以上: 気圧・ビジョンセンサ	地上からの高さ3~4m: GNSS 4m以上: 気圧・ビジョンセンサ	VIO+Visual SLAM
耐震補強用鋼板等の影響	鋼板周囲でコンパスエラー	鋼板周囲でコンパスエラー	なし
飛行安定性	新幹線通過時に高度変化有 高度な操縦技術が必要	高度な操縦技術が必要	特に安定性に影響なし



次に、3Dモデル撮影と同様、高架下の柱間(内側)からドローンに360°カメラを搭載し動画を撮影したものを(図2)に示します。3Dモデル作成と比べて撮影時間、データ処理時間が短いものの、画像に歪みが生じる点が課題です。



図1：高架橋3Dモデルの作成例

3Dモデルおよび360°動画はともにこれまでの目視検査に代わる方法として適用可能性を見出しました。実用化に向けて、ドローン機体のバッテリー容量やドローン飛行に関する法的整備、ドローン飛行と列車の安全に関わる社内規程の整備も今後の課題となります。



図2：360°動画(一部加工)の一例

## 03 AIによる画像解析の活用

コンクリート建造物の検査における目視調査、変状展開図の作成等の効率化技術として、AIを活用した画像解析が挙げられます。既に様々な機関において開発が進められており、例えば0.1mm程度のひび割れを検出しながら、型枠目地等は検出しない等、高い技術が開発されています。しかしながら、山陽新幹線構造物は、一般的なコンクリート建造物と比較して表面被覆工法や断面修復工法等による補修箇所が多くあります。このような表面状態のデータは、教師データとして十分に取込まれていないことから、精度の高いAI画像解析を行うためには、継続的に改良を進める必要があります。

中間スラブ下面で断面修復工法を施工している箇所です。部分断面修復の施工範囲内における微細なひび割れを検知する一方で、断面修復箇所の境界部は検知しない等、高い精度で検出していると思われませんが、実用化に向けては更なる精度向上が必要と考えています。

ラーメン高架橋を対象とした富士フィルム(株)製のAI画像解析結果の一例を(図3)に示します。部位は

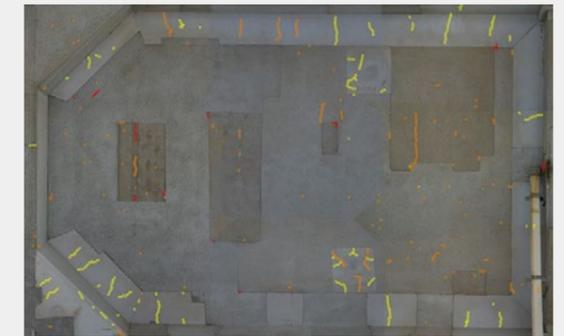


図3：中間スラブのひび割れ解析結果

## 04 おわりに

今回紹介した取組みは現在の維持管理業務にすぐに導入できる段階ではなく、将来的な適用可能性を検討しているもので、維持管理における法体系を遵守しつつ、新技術を活用して従来よりも生産性の高い維持管理を行うことが不可欠です。引き続き、取組みを深度化させるとともに、日々進歩している様々な新技術を土木分野に限らず情報収集しつつ取組みを進めていきたいと考えています。

※1：「Visual Inertial Odometry」カメラ画像とIMU(Inertial Measurement Unit: 3軸のジャイロと3方向の加速度を計測する装置)により自己位置推定する技術  
 ※2：「Simultaneous Localization and Mapping」カメラで撮影された映像から環境の3次元情報と自己位置を同時に推定する技術

○参考文献等  
 1) 富士フィルム(株)製の画像解析技術：  
<https://fujifilm.com/jp/ja/business/inspection/infraservice/hibimikke> (閲覧日: 2021年12月17日)

ご相談・問い合わせは下記リンク先からお願いします。  
[【https://www.westjr.co.jp/company/action/technology/vision/techweb/company01.html】](https://www.westjr.co.jp/company/action/technology/vision/techweb/company01.html)