

インフラ保守・点検・調査を実施する 新しい取り組みの提案・実践

春田 健作・松本 存史・大久保 英徹

老朽化が要因となる道路トンネルの崩落事故を契機に道路施設の5年に一度の法定点検が開始され、公共施設の老朽化対策が本格的に動き始めた¹⁾。また、同じく通信インフラ、電力等の施設においても老朽化や災害でサービスが停滞するなど、日常生活に大きな影響を与えるような事態も起こっている。そこで、インフラ事業者（通信、電力、ガス等）をはじめとしてこの課題に取り組むべく、点検・調査を行う新しい取り組みを提案する。本稿では事業者の壁を越えてドローンを用いてデータを広く収集しAI開発のノウハウを共有することにより、維持管理の営みの合理化を狙う。ここに、ドローン開発を中心にこの取り組みについて紹介する。

キーワード：維持管理, ドローン, 画像AI, インフラ点検

1. はじめに

道路をはじめとする公共インフラ施設、電気、通信、ガス等のライフラインの維持管理・保守・点検（写真1～3）は、どのような立場の事業者においても、予算面やノウハウの伝承は課題となっており、その効率化は喫緊の課題となっている。

ドローンを用いてインフラを点検する新しい取り組

みの背景として、維持管理の領域では、各管理者、企業が個々に課題解決に注力するべきではなく、課題解決に必要なノウハウを共有し、より合理的に維持管理の効率化を目指す必要があると考えている。本稿では、現場での実践からフィードバックし、開発を展開している事例について紹介する。

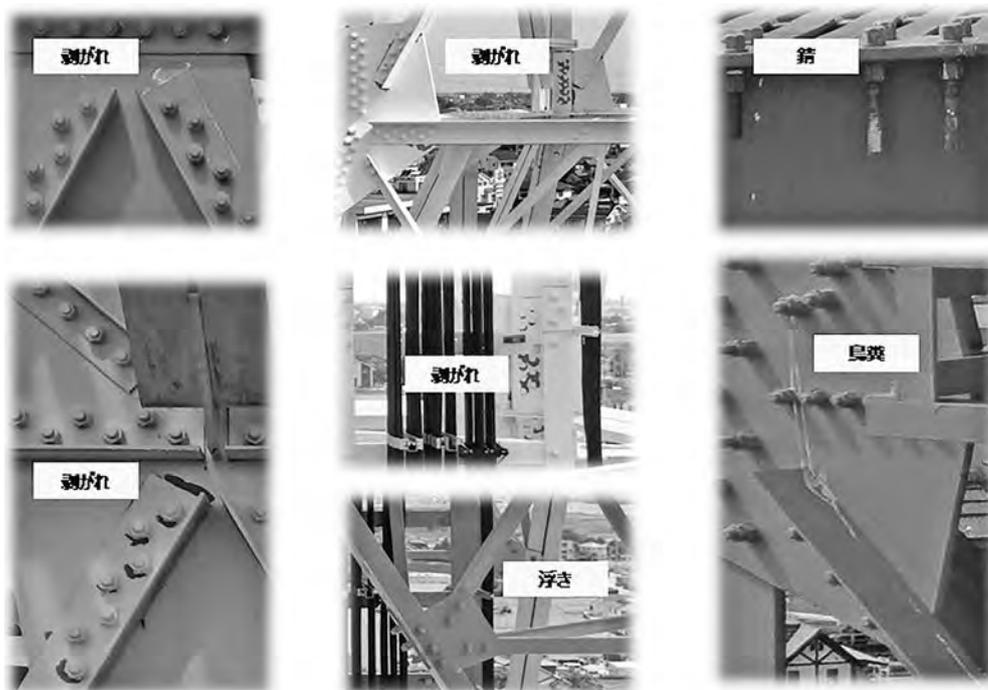


写真1 点検事例①



写真一 2 点検事例②



写真一 3 点検事例③

2. インフラ維持管理の課題

現在、通信鉄塔、通信、電力等の施設および、道路をはじめとする公共施設の定期点検について、維持管理の主体となる管理者の課題感は共通している事が多い。以下に共通する課題事項を示す。

(1) 有スキル者の減少

- ・建設・維持管理に経験豊富な技術者の引退（高齢化）
- ・さらに、現状の点検や検査の現場では、経験豊富な技術者が現場の段取りや交通規制、各種申請等に時間を取られてしまい、経験則に依る情報収集・診断・考察の時間が少なくなっている。

(2) 交通規制（交通整理員）や各種申請調整の予定が優先

- ・点検作業には交通規制に労務・コストがかかる。規制準備に相当の協議を実施し、わずかな時間で点検作業を行うという事もある。

(3) 点検記録の複雑化（詳細化）

- ・点検調査は、一定のルール（マニュアル等で示されている手法）で記録する。施設の健全性を評価する前段に、記録の方法を習得する必要がある。施設を管理する当事者にとっても構造物の材料、施工の専門的な知識を備えている事は難しいた

め、記録書類から細部の状態を把握することは難しい。

- ・全国で施設、管理する施設によって点検マニュアルも異なるため、同じ点検作業内容であっても、取りまとめる手法や用いているシステム、データ形式が異なる。

(4) 点検費用

- ・これまでの、施設点検は人海戦術に頼るところが大きく、危険作業が伴ったり、交通規制が伴ったりと点検作業実施に付随する経費が必要となる。
- ・点検費（維持管理費）がコストダウンできないため、補修や更新のための予算に投資できず、大胆な修繕が進まない。また、将来的に維持管理領域のコスト増を放置すると、新規建設や開発、新サービスのための予算を圧迫することになり、インフラ事業として、備えるべき安全性の確保や、企業としての競争力が停滞することも考えられる。

3. システム開発の展開例（ドローン／運用システム／AI）

筆者らは、インフラ施設を保守点検する立場から、維持管理の分野へロボットの導入・デジタル化の必要性から、個々の役立つツール開発ではなく、点検作業一連で効果的な開発展開を実践している。その事例について以下に紹介する。

(1) 非 GPS ドローン開発（道路橋の定期点検）

[Drone]

橋梁の下面（床版下、桁間）には、簡単に到達することが難しく、従来、点検車や海上の場合は船舶やボートを用いて点検している。ドローンは有力なツールとして開発がすすめられた。ドローンで橋下面の施設の撮影ができれば橋梁下面へのアプローチするための、交通規制、それに伴う各種申請や協議も省くことができる。

橋梁下面は非 GPS 環境であり、橋梁本体やそれに付随する施設も鋼製部材が多く、飛行位置を保持するためのコンパスに障害がでるため、操縦者のスキルに頼った飛行となる。操縦スキルに頼ってしまうと、訓練や人員確保が新たな課題となる。そのため、飛行の自律化（自動飛行、自動撮影）を目指した機体を開発した（写真一 4）。

しかし、自動飛行のドローンが開発できても、実践検証を進め、機体開発の方向性を転換することにな



写真一4 非GPS飛行ドローン（開発途上タイプ）

る。点検の現場は、1日に幾つもの現場をこなす必要がある。そのため、利用するドローンは機能を重視し、セットアップや運搬に時間（コスト）が必要な大型なものでは運用できないという課題に直面した。

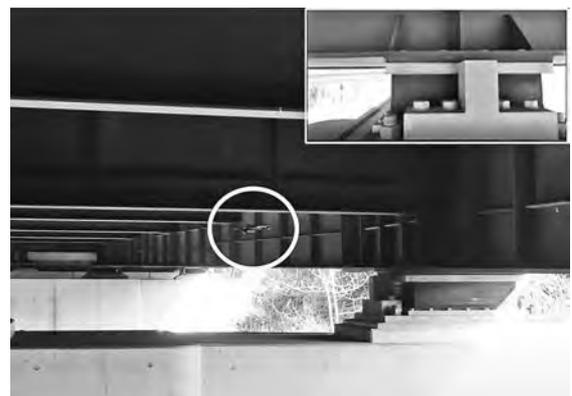
点検技術者が実践している内容を開発要件に落とし込むと、①短時間に現場数がこなせること、②点検者が容易にアプローチできない場所にこそ、健全かどうかを判断するポイントがある。③ドローン操作のために訓練する余裕はない。そこで、ドローン開発には、小型化、機体本体が操縦を補助する機能を備える事に注力することとなった（写真一5）。

橋梁、のり面、砂防施設等の点検用のドローン（J2: Skydio for Japanese inspection）は、SLAM技術により全方向の障害物を認知し衝突回避する。パイロットの力量によらず衝突回避するため、操縦スキルがなくても、例えば、鋼桁間に進入し、版桁の下フランジ上面や支承部を調査することができるようになった（写真一6、7）²⁾。

例えば、現行の道路橋の定期点検要領（2019年2月）³⁾では、「近接目視によるときと同等の健全性の診断を



写真一6 点検写真 下フランジ上面



写真一7 点検写真 支承部



写真一5 小型施設点検用ドローン

行うことができる場合と定期点検を行う者が判断した場合は、近接目視を基本とする範囲とする。」と改定があり、点検者が見たい部位を見たい角度で接写することが重要となってくる。また、ドローンの操作には、相当のトレーニングコストが必要であったが、機体自ら衝突回避するため、熟練した操作技術が必要ではなく、点検技術者がデジカメ同様、ツールとして利用できるように、現在、道路橋点検や3次元化等⁴⁾で活用

表一 1 橋梁定期点検工数比較 (例)

(1 橋梁当たり)

作業フロー	内容	従来の橋梁点検	小型ドローン	備考
①現地踏査	・点検受託者が現場を確認する作業	0.5 人	0.5 人	・同じ作業である
②計画・準備・協議	・日程調整や実施調整を行い資料作成	3.0 人	0.5 人	◎交通規制が発生しないため協議調整が軽減する
	<input type="checkbox"/> 交通規制調整 (警察・管理者)	1.0 人	-	
	<input type="checkbox"/> 高所作業車・点検車調整	0.5 人	-	
	<input type="checkbox"/> 交通整理員調整 <input type="checkbox"/> 特殊高所技術者作業調整	0.5 人 1.0 人	- -	
③点検実施	・当日の作業	9.0 人	3.0 人	
	<input type="checkbox"/> 交通規制 (交通整理員)	3.0 人	-	
	<input type="checkbox"/> 点検作業	6.0 人	3.0 人	◎安全かつ体力を必要としない
④点検調査作成	・内業を行う	1.0 人	1.0 人	◎動画・静止画の組み合わせのためデータの見直しが可能
計 (人)		13.5 人	4.5 人	◎安全かつ省力 (人) 化が実現

されはじめている。また、建設現場での自動巡回システム、警備分野での人材不足に対する解決策としての展開も期待されている。

表一 1 に、定期点検作業で従来の点検に必要な工数と比較した例を示す。点検作業の準備段階から検討すると、この事例でいえば、工数が65%削減している。

(2) システム構築

ドローンを用いた点検現場を実施していくと、新たな課題が見えてくる。例えば、点検で取得する画像データ量の取り扱いに苦勞する。これまでの点検写真は300 kb 程度の画像で仕様を満足するため、データの取り扱いが問題とならなかったが、ドローンで実施す

る場合、普段撮影できない角度や位置から撮影できるため、取り扱う画像量が多くなる。また、動画や3次元など画像処理のために連続写真を取得するため、データ取得から取りまとめまでの間に保存、共有、診断調査への移行などの作業の勝手が違い、巨大なデータの取り扱いが求められる。

また、これまで点検作業を本業としている企業にとっては、操縦技能を磨く必要がなくても、ドローンに関わる許認可 (承諾行為)、法的規制について熟知していないため、現場で点検実施するまでの手続、過去の申請書類などをオペレーションし撮影データを格納できるシステムを用意し、スムーズに現場に入れるようにしている (図一1)。



図一 1 フライトオペレーションシステム (Waymark Portal)

(3) 画像 AI 開発

ニューラルネットワークを用いた機械学習の手法による人工知能 (AI) 技術は 1957 年に考案され、2012 年人工知能コンテスト ILSVRC においてトロント大学がディープラーニング (深層学習) と呼ばれる新たな手法によって圧勝して世界を驚かせた。その手法をベースにさらなる精度向上の研究が進み、様々な分野への適用が加速され、第四次産業革命と言われるほどの大きな変革をもたらしている。

維持管理の分野では、画像解析により損傷、劣化部を自動判別により抽出し (写真-8) 健全性判定するような開発要件が多くある。これまで、AI を用いた画像解析技術を開発する際、課題となっているのは、教師データのデータ数とそのバリエーションであった。その点については、数年前ほど大きな課題ではなくなってきており、目視で判別できるコンクリートのクラック等の検出は、1 日もあれば構築できるほどになっている (図-2)。

点検分野への AI 導入ははじまったばかりで、現場での実践、画像 AI を活用するために、現場作業のオペレーションが煩雑になる事がしばしば起こる (例えば、AI により損傷を自動検出するために、これまで点検者が行っていた数倍の時間を要するような撮影が必要となる事がある。)。そのため、対象施設によって、検出する損傷が同じであっても、画像取得方法など開

発アプローチが異なる場合もある。各インフラ施設の、点検、調査する目的と現場の実状を理解し、点検・診断のための撮影方法、作業時間を総合的に検討し、維持管理の全体工程でどの部分を効率化すべきかフィードバックしながら進めているところである。

4. おわりに

インフラ点検のロボットの活用は、これから本格導入へ向かっていくと感じている。一方で、経験豊富な技術者の知見を後世に残していくためにも、重要なツールとなるため、多くの技術者と伴に実践の機会に参画し、システムや AI 開発へつながる事が、今大切な取り組みだと考えている。

JICMA

《参考文献》

- 1) 国土交通省ウェブサイト：メンテナンス年報
https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/yobohozen/yobohozen_maint_index.html
- 2) 例えば、国土交通省ウェブサイト：点検支援技術 性能カタログ (案)、画像解析技術 (橋梁) 技術 No. BR010009-V0020, PP.2-61-2-66, 2019. 2 月
<https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/inspection-support/pdf/11.pdf>
- 3) 国土交通省ウェブサイト：道路橋定期点検要領 (平成 31 年 2 月時点)
https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/yobohozen/tenken/yobo4_1.pdf
- 4) 下川, 服部, 榎本, 二宮, 森川：橋梁点検の撮影方法に関する考察, 第 2 回「i-Construction の推進に関するシンポジウム」2020.7

【筆者紹介】



春田 健作 (はるた けんさく)
 (株) ジャパン・インフラ・ウェイマーク
 事業推進部 建設土木担当
 技師長



松本 存史 (まつもと ありふみ)
 (株) ジャパン・インフラ・ウェイマーク
 開発部 AIaaS 担当
 担当部長



大久保 英徹 (おおくぼ ひでと)
 (株) ジャパン・インフラ・ウェイマーク
 開発部 SaaS・HW 担当
 担当部長



写真-8 画像 AI による損傷抽出例 (錆)

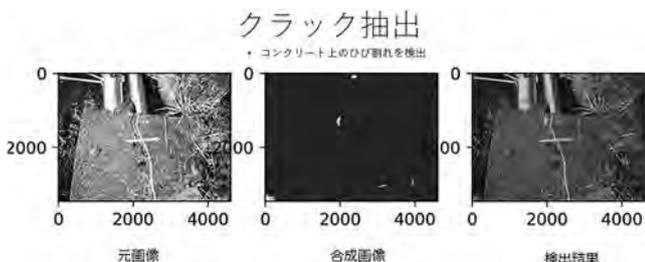


図-2 コンクリートのクラック抽出例 (Ver.1Day study trial)