

講演②

農業水利施設のストックマネジメントへの BIM/CIM の活用・ドローンによる農業インフラ点検技術

農研機構 農村工学研究部門 施設工学研究領域
主任研究員 川邊 翔平

1. はじめに

近年、建設業界ではドローンや BIM/CIM、AI などのデジタル技術の活用が急速に進展している。

農林水産省が 2023(令和 5)年に改定した「農業水利施設の機能保全の手引き(以降、「手引き」)」では、主な改定項目として 6 点が示され、その中に「状態監視保全の適用を広げる新技術の導入」および「情報の保存・蓄積・活用と幅広い関係者への公開」がある。前者はドローンや AI、センシング技術等、後者は BIM/CIM やデータベース等の活用によるストックマネジメントの高度化が目的と考えられる。

状態監視保全とは、機能診断に基づく予防保全に加え、通常時の状態を把握することで異常を検知する手法である。例えば、RC 開水路の状態評価表では最大ひび割れ幅 0.2mm を閾値として健全度を評価するが、閾値を一律に定めることが困難な場合には、状態監視保全が有効となる。すなわち、通常状態の把握が重要であり、それを支える手法の整備が求められる。

情報の保存・蓄積・活用においては、BIM/CIM による関係者間の情報共有や、データベースを活用した解析が有効である。さらに、ドローン、AI、IoT、AR などの技術を活用した DX によって、点検・診断の省力化や精度向上が期待される。

本稿では、ドローンによる点検の特徴と、BIM/CIM およびデジタルツインの活用について、著者が所属する研究室の取り組みを中心に紹介する。

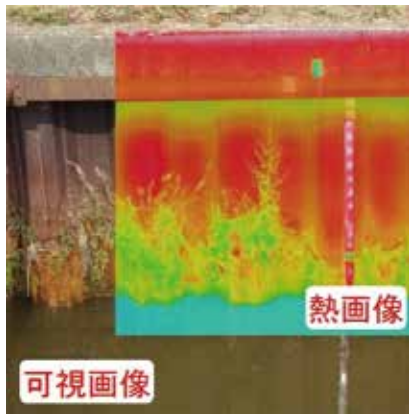
2. ドローンの活用

ドローンは橋梁、河川、港湾などのインフラ点検に広く用いられており、近接目視の代替、広域点検、災害時の迅速な被災状況把握など、従来手法の補完・高度化に寄与している。また、通行規制の回避や高所・遠方へのアクセスなど、点検に伴う制約の克服にも効果的である。さらに、取得した画像から状態評価や 3 次元データの生成も可能である。

以下に、ドローン点検の具体的な事例と留意点を示す。

- (1) 熱画像から浮きや漏水・滲出を検出：打音検査の代替として広範囲を一度に検査でき、画像解析による変状面積の定量化も可能。ただし、変状部と健全部の熱的特性の差異に基づく温度差を利用するため、撮影時刻や日射条件への配慮が必要。
- (2) 熱画像から鋼矢板の板厚を推定：板厚が小さいほど温度変化が大きくなる特性を利用¹⁾。従来の板厚計による点検と比較して効率的だが、継手部や植生、笠コン

の影響を受けやすく、特に水面近くの薄板部では注意が必要（図－1）。



図－1 腐食鋼矢板水路の熱画像と可視画像

- (3) 可視画像からひび割れやエフロレッセンスを検出：遠隔からの近接目視代替が可能で、画像処理による変状検出・定量化も省力化に寄与する。ただし、汚れや植生の影響を受けやすく、適切な地上解像度を確保するための機材選定と撮影条件の設定が重要。
- (4) SfM および点群の活用：3次元モデル作成後は任意の角度から確認可能で、変状検出や情報共有に有効。SfM用画像は対象全体を撮影するため、モデルとは別に全体画像も残る。レーザースキャナ搭載ドローンによる点群取得では、地上設置型のような装置の据え直しが不要だが、モデル作成や処理には一定の手間がかかる。
- (5) ドローンは撮影ツール：レントゲンや監視カメラ同様、撮影者が必ずしも専門家である必要はない。これは技術者不足が課題となる現代において重要な利点である。一方、判定に必要な情報を得るためには、撮影経路・箇所・画角等を事前に共有する必要がある。また、画像量の増加に伴い判定作業が煩雑化するため、AIによる支援が求められる。なお、目視が容易な施設では、専門家による現地確認

の方が効率的な場合もある。

また、近年ではドローンで接近し打音検査を行うなど、さらに活用は広がりつつある。以上のように、ドローンによる点検作業の主なメリットは以下の通りである。

- (1) 近接目視困難箇所へのアクセス
- (2) 広範囲の記録による見落しの防止
- (3) 外業の短縮による調査時間の削減
- (4) 撮影だけなら土木専門家が不要
- (5) 現地踏査の代替手段としての活用
- (6) センサー（カメラやレーザースキャナ等）の運搬手段

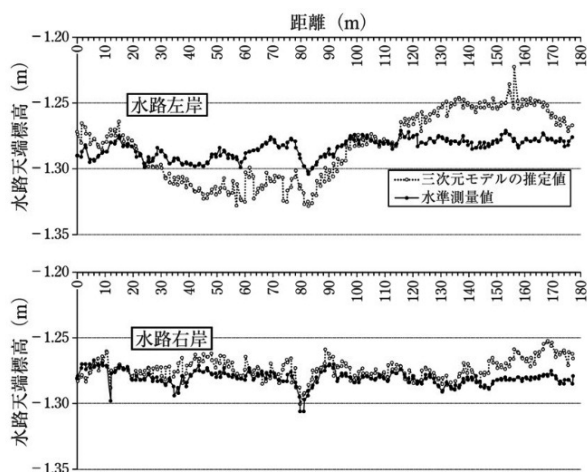
一方で、以下の課題にも留意が必要である。

- (1) 開水路などではドローンの必要性を慎重に検討すること
- (2) 撮影前の申請や撮影後の画像分析・モデル化など内業の増加
- (3) 微細な変状検出には近接飛行のメリットが得にくい
- (4) 構造物の状況によっては清掃・伐採が必要
- (5) 現地状況の把握が不十分な場合、追加調査が必要となる可能性

3. 3次元データの作成

ドローン、LiDAR、SfMの普及に伴い、3次元モデルや点群の活用機会が急増している。前章ではドローンとSfMによるモデル作成の利点を述べたが、本章ではその活用と留意点について述べる。

白谷（2015）は、ドローン映像とSfMによる点群を用いて開水路の標高を水準測量と比較した²⁾。図－2に示すように、左岸ではモデル標高の変動が大きく、風による樹木の揺れが影響していると考察されている。また、GCPから離れるほどモデルと測量値の差が大きくなる傾向がある。



図ー2 水準測量とモデル標高との比較例

また、農林水産省のBIM/CIM活用ガイドラインでは、点群の差分比較により頭首工エプロンの変位量や摩耗量を把握できることが示されている³⁾。特に摩耗量の大きい箇所を把握し、モニタリング定点の設定に活用可能である。

ただし、面的な摩耗量を把握する必要性については、事前に十分な検討が求められる。水路の例においても、モデルに寸法情報を付与するために測量を行うが、連続的な標高データが本当に必要かどうかは目的に応じて判断すべきである。すなわち、どの程度のデータ密度が求められるか、解析の目的や活用方法を明確にした上で、取得すべき情報の範囲と精度を適切に設定することが重要である。

SfMによるモデル作成には、以下の2つの精度が重要である。

- 形状の復元精度：実物との形状の一致度
- GCPの測量精度：モデル補正に用いる基準点の精度

形状の復元精度が低い場合、特徴量の検出困難や動体の写り込みなど、画像品質やソフトウェアの影響が大きい。同一画像・同一ソフトでも解析結果が異なることがある。

GCPの精度が低い場合、形状が正確であっても、座標補正によってモデルの精度がかえって低下する可能性がある。寸法の再現性は、形状の復元精度に加え、GCPの測量精度や設定方法に大きく左右される^{4)、5)}。

なお、これらの点は専門業者であれば熟知していることが多いため、撮影条件や解析方法については事前の打ち合わせが重要である。

4. BIM/CIMの維持管理への展開

BIM/CIMは、建築・土木分野における3次元モデルを基盤とした情報統合手法であり、測量・設計・施工・維持管理の各段階において、空間情報と属性情報を連携させることで業務の効率化と品質向上を図るものである。

農林水産省の情報化施工や、国土交通省のi-Constructionでは、施工段階における3次元データの活用が進められているが、維持管理段階においてもその活用が模索されている。情報化施工では土工系工事が中心であり、コンクリート構造物の事例は少ない。また、維持管理では目視点検が主流である一方、完成検査では寸法情報が重視されるなど、必要とされる情報の種類や詳細度に乖離がある。

前述の通り、BIM/CIMでは空間情報と属性情報の連携による効果を期待している。一方で、「国営土地改良事業等におけるBIM/CIM活用ガイドライン」にて活用方法を示してから間もないため、BIM/CIMモデル自体が少なく、維持管理での検証も困難である。

4.1. 属性情報のための調査支援ツール

BIM/CIM活用には、空間情報と属性情報の両方が必要であり、状態監視保全と同様に、点検者によるばらつきを抑制できる手法が求められる。著者の研究室では、施設状態を定量化する点検技術の研究開発を進めており、これは属性情報取得の手段としてBIM/CIMとの連携が期待される。

例えば、摩耗や表面粗さを定量化するWebアプリケーションを試作し、現在は民間から正式に提供されている⁶⁾。このアプリでは、型取りゲージの写真をその場で数値化でき、農林水産省のマニュアルに準拠した解析⁷⁾を行うことで、点検者間のばらつきを低減している(図ー3)。

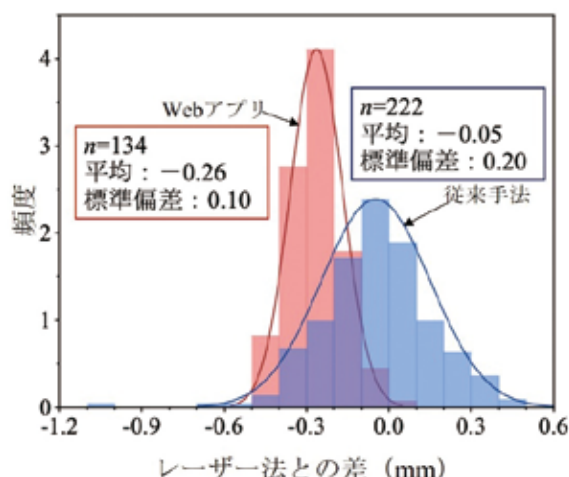


図-3 型取りゲージによる測定値の分布

さらに、写真から撮影日時や位置情報を取得し、メモとともに保存・WebGISに表示する機能も備えている。BIM/CIMの3次元位置との直接連携はないが、GIS上の属性情報として表面粗さを記録することが可能である。

その他にも、コンクリート水路の写真から粗さを推定するAIモデル⁸⁾、潤滑油からポンプ設備の劣化状態を遠隔監視する技術⁹⁾など、状態監視による機能診断を支援し、将来的に属性情報として活用可能な技術の開発が進められている。

4.2. 維持管理における3次元データの活用

維持管理において目視点検が基本となる場合、点群よりもテキスト付き3次元モデルの方が有効である。写真や動画も3次元モデルとリンクされていることで、データ管理が容易になり、遠景写真の撮影を省略できる。また、水路やパイプラインのように構造が単純で内側から観察する場合には、360度カメラの活用も有効である。

表-1に、当研究室で検証した点検技術の特徴と適用性を整理した一覧を示す。これらの技術の特性を踏まえ、施設の種類や点検目的に応じた適用性の検討が重要である。

5. おわりに

ドローンや3次元データなどの技術は急速に進化しており、現場での活用や制度面での対応が追いついていない状況も見受けられる。本稿で紹介したように、技術的には多くの可能性がある一方で、影響要因の整理が不十分であれば、適用の可否を誤るおそれもある。

BIM/CIMや点群データは施工段階では活用

表-1 点群（またはモデル）取得技術の特徴と適用の例

技術・ツール	長所	短所・課題	活用例
360度カメラ+SfM	●撮影回数の削減 ●自身で作成可能 ●映像が残る	●解像度等画像の品質が不十分な場合がある	●水路等線状構造物の踏査、精度を求めない測量
レーザースキャナ（近接・局所）	●高分解能・高精度の3次元計測	●測定面の範囲が十数cm	●微小変位のモニタリング
携帯LiDARセンサ	●手軽で安価 ●全方位からの写真+寸法	●モデルの再現性は劣る（精度：約10mm） ●データの汎用性	●変状マーク後の記録 ●資料作成の補助
小型カメラ+SfM	●低高度のUAV撮影と同等 ●UAVより手軽 ●映像が残る	●SfMソフトが必要 ●再現精度・分解能はソフト・画像に依存	●自前でモデル化 ●災害・工事等イベント後の全体把握
一眼カメラ+SfM	●同上（ただし鮮明にできる）	●同上	●定点の追跡 ●補修・補強の設計
UAV+SfM（専門業者）	●任意の精度で確実なモデル化 ●直営作業の省略	●高価	●数年ごとの記録 ●土構造物のモニタリング
地上レーザースキャナ（LiDAR）	●高密度点群の取得	●高価 ●点群しか得られない ●精度はセンサ依存 ●複数回の据直しが必要	●数年ごとの記録 ●土構造物

* SfMのモデル・点群の寸法精度はGCPの測量手法に依存、LiDARによる点群の精度はセンサ性能に依存。

が進んでいるが、維持管理段階ではまだ試行的な段階であり、これは土木・鉄道・道路分野でも共通の課題である。

土木技術者にとっては、便利な道具が増えていく今こそ、活用方法の発案と効果検証を積み重ねることが、本格的な現場導入への鍵となる。

本稿で取り上げたドローンや BIM/CIM は、現場に関与する協会の皆様にとって直接的に関係する技術である。皆様こそが、活用の機会や新たな発想を持っていると考えている。

どのように現場で使うか、どのような効果が得られるか、ぜひ協力しながら、共に探していきたい。

引用文献

- 1) 萩原大生, 島本由麻, 鈴木哲也, 阿部幸夫, 大高範寛, 原田剛男, 藤本雄充, 川邊翔平, 金森拓也 (2022): 1次元熱伝導解析を適用した腐食鋼矢板の板厚推定に資する鋼材供試体での実験的検討, 農業農村工学会論文集, 90(2), I_239-I_250
- 2) 白谷栄作, 桐博英, 高橋順二, 大石哲, 村木広和 (2015): 無人航空機 (UAV) を活用したストックマネジメントの展望, 水土の知, 83(10), 31-34
- 3) 農林水産省 (2024): 国営土地改良事業等における BIM/CIM 活用ガイドライン (案) 第4編 頭首工編, 126
- 4) 伊佐彩華, 川邊翔平, 金森拓也, 木村優世, 大山幸輝, 森充広 (2025): 三次元点群比較における基準点と撮影条件の検討, 2025年度 (第74回) 農業農村工学会大会講演会講演要旨集, 379-380
- 5) 伊佐彩華, 川邊翔平, 金森拓也, 木村優世, 大山幸輝, 森充広 (2025): 3次元データを活用した維持管理の高度化に向けて, 水土の知 93(6), pp.407-410
- 6) 金森拓也, 川邊翔平, 木村優世, 森充広, 友松貴志 (2025): 型取りゲージを用いた摩耗調査を支援する Web アプリケーション, 2025年度 (第74回) 農業農村工学会大会講演会講演要旨集, 367-368
- 7) 農林水産省 (2023): 農業水利施設の補修・補強工事に関するマニュアル【開水路編】, 289-291
- 8) 木村優世, 川邊翔平, 金森拓也, 森充広 (2024): 2024年度 (第73回) 農業農村工学会大会講演会講演要旨集, 7-8
- 9) ポンプ設備の突発的な故障停止を防ぐためリアルタイムに遠隔監視するシステム: https://www.naro.go.jp/project/results/4th_laboratory/nire/2017/17_070.html (閲覧日: 2025. 9. 29)



◆かわべ 川邊 しょうへい 翔平氏 略歴

<経歴>

2011 (平成 23) 年 東京理科大学大学院理工学研究科 修了
2011 (平成 23) 年 東京理科大学理工学部土木工学科 助教
2014 (平成 26) 年 農研機構農村工学研究部門施設工学研究領域

<業績 (研究内容) >

- ・専門は、コンクリート工学、地盤工学
- ・主に農業水利施設の補修・補強工法や機能診断技術の開発に従事
- ・近年は、調査の支援やデータ活用のためのアプリケーション開発にも取り組んでいる