

農業水利施設の維持管理におけるデジタルツインと Web アプリケーション Digital Twin Concept and Web Applications for Maintenance of Irrigation and Drainage Facilities

○川邊 翔平, 金森 拓也, 木村 優世, 伊佐 彩華, 大山 幸輝, 森 充広

KAWABE Shohei, KANAMORI Takuya, KIMURA Yusei, ISA Ayaka, OYAMA Koki and MORI Mitsuhiro

1. はじめに 国営土地改良事業等に携わる関係者が建設生産・管理システム等の各段階で BIM/CIM を円滑に活用することを目的とした「国営土地改良事業等における BIM/CIM ガイドライン (案)」では、2024 年に第 4 編として頭首工編¹⁾が整備され、具体的なコンクリート構造物のガイドラインが示された。また、近年では情報化施工だけでなく維持管理においても BIM/CIM やデジタルツインを導入する試みが各所で検討されている。本報では、著者らが試作、試行しているアプリケーションを紹介しつつ、農業水利施設群の維持管理でのデジタルツインとの連携手段についての構想を述べる。

2. 維持管理支援アプリケーション 著者らは農業水利施設のストックマネジメント技術の高度化と効率化を目的に調査手法や Web システムを試作、試行している。まず、写真や動画をテキストメモとともに Exif 情報と結びつけて地図上で管理、共有するなど、現場記録のための汎用的な Web アプリを作成した (Fig. 1)。これをベースに、型取りゲージと画像解析とから摩耗や表面粗さを定量モニタリングするためのプログラム²⁾



Fig. 1 Web アプリの画面の例

を作成し、Web アプリとして提供している。市販の型取りゲージを水路表面に押し当てることで水路表面形状を写しとる。その型取りゲージの写真を Web アプリにアップロードすることで摩耗モニタリングのための指標や水路の表面粗さが計算され、蓄積される。これによって、これまで作業員が行っていた画像処理等を自動化でき、測定値のばらつきを半分程度にできる。アップロードする写真に Exif 情報が付与されていれば撮影位置 (測定位置) が地図上に表示される。また、深層学習を用いることで、コンクリート水路壁面の画像のみから表面粗さを推定する手法を提案している³⁾。前述の型取りゲージの Web アプリを用いることで、作業時間が大幅に省略でき、ばらつきの少ないデータを大量に蓄積することが可能となった。現在は、著者らが調査したいくつかの水路のみを教師データとした推定モデルであるが、推定された粗度係数の 80%は実測値の ± 0.0005 の範囲に収まり、十分な推定精度を有している。同様の手順で他地区の推定モデルを作成することも可能であり、実用化のためには全国モデルの精度検証を行う中で、地区ごとあるいは施設ごとの推定モデルとする必要があるかを併せて検証する必要がある。

3. GIS・BIM/CIM と支援アプリケーション 将来的に農業水利施設群のデジタルツインを目指す場合、その 1 つの方向として Fig. 2 に示す枠組みを提案する。Fig. 2 は BIM/CIM や GIS および関連技術を「農業水利施設の機能保全の手引き⁴⁾」に照らし合わせた一例であり、著者の独自の考えを整

理した。

まずは空間スケール(あるいはBIM/CIMモデル詳細度)で区分する。水路やば場などの線的・面的施設については2次元(または3次元)GISベースで水理性能や水利用性能を、頭首工等点的施設についてはBIM/CIM等3次元モデルで構造性能を管理、評価する。GISやBIM/CIMでは、既存の農業水利ストック情報データベースや水土里情報システムに水理解析や構造解析等の技術(支援アプリケーション)を関

連づけることで各性能を評価する。また、それぞれの性能に関連する材料物性等の様々な局所データ(各種性能の基礎データ)が必要となる。局所データには水位や流量等GIS(または水理性能、水利用性能)に対応するデータもあるが、ここでは、「農業水利施設の機能保全の手引き⁴⁾」における構造性能を評価するための状態評価表に対応させて示している。

次に時間スケールで考える。現状、GISやBIM/CIMおよび属性情報は設計時あるいは完成時などの特定のイベント時の情報であることが多いと考えられる。一方で、局所データとしては、定期点検のような同工種に共通の項目もあれば、特定事項のモニタリングのように当該施設特有の項目もあると考えられる。さらにそれらは長期に亘り更新・蓄積されるものであり、その期間は位置情報の必要性は低い場合も想定され、GISやBIM/CIMに常に直接対応させるよりも前述のようなモニタリングに特化した外部の支援システム(またはアプリケーション)とすることの方が有効な場合もあると考える。すなわち、モニタリング等比較的高頻度で長期に亘る情報の取得および蓄積には外部支援システムを、機能診断等スポット的な利用の際にはそれら外部支援システムからの結果を位置情報(GISやBIM/CIM)とともに統合利用することが、システムを大掛かりにせず、運用の負担を分散することになると考える。なお、将来的にシステムのトレンドや態様によっては、外部支援システムの機能やデータベースも一元的に管理する方が望ましくなる可能性はある。

4. おわりに 本報では、著者らの開発した点検等支援および高度化のためのWebアプリケーションについて紹介し、農業水利施設群の維持管理におけるデジタルツインとの関連について著者らの考えを整理した。現在、産官学において様々なアプリケーションやデータベースが存在し、その管理者や利用者が様々である。また、維持管理において蓄積すべき項目もすべてが共通しているわけではない。その様な状況にあつては、相互連携を前提とした統合システムと個別システムの活用が短期的には有効と考える。なお、データを蓄積するためにはまず取得方法がなければならない。したがって、点検・調査技術、特に構造物内部や不可視部については引き続き必要になる。さらに、蓄積すべき項目を吟味するためには変状の発生メカニズムの解明と、取得可能な指標との関係性を明らかにすることも必要となる。材料施工分野の技術者として実現象の解明と定量化技術の開発は変わらず必要であり、併せて情報系技術を活用した現場実装によりそれらの技術の効果の最大化を模索することも重要と考える。

参考文献 1) 農林水産省(2024): 国土土地改良事業等におけるBIM/CIMガイドライン(案)第4編頭首工編 2) 金森拓也ら(2023): 型取りゲージを用いた水路の摩耗測定手法の効率化に向けた画像解析プログラムの開発、コンクリート構造物の補修、補強、アップグレード論文報告集, 23, pp.313~318 3) 木村優世ら(2025): コンクリート画像を用いた深層学習による表面粗さの予測, 水土の知 93(1), pp.7~10 4) 農林水産省(2023): 農業水利施設の機能保全の手引き[総論編]



Fig. 2 機能保全に係る技術の関連