

ICT 技術と BIM/CIM モデルを融合した維持管理手法の構築に向けた取組み

四電技術コンサルタント 法人会員 ○飯田奈緒美 渡邊義則 橋本遙果
四国電力 法人会員 村尾隆一

1. はじめに

社会インフラメンテナンスにおいては、熟練技術者の減少や増加する高経年化インフラの品質確保と適切な機能維持を図っていくため、戦略的な維持管理・更新が求められている。こうした課題に対して、ICT 等の新技術を活用した安全かつ効率的な調査・点検の実施と効果的な維持管理手法の組合せの導入が重要である。

そこで、栈橋下面のコンクリートのひび割れや塩害による鉄筋腐食等の調査・点検において、ICT を活用した調査・点検手法として、遠隔操作で実施できる栈橋点検用ロボット (ROV) と衝突回避型ドローンを用いた。

また、得られた調査データの AI を用いた画像診断や BIM/CIM モデル等の構築による効果的な維持管理手法について検討を行った。本稿はこれらの内容について報告する。

2. 栈橋下面の調査・点検方法と維持管理手法の現状と課題

従来、栈橋下面の調査・点検は、船上または足場を組み作業員が目視等で確認のうえ、損傷箇所の撮影と損傷の位置等を記録し、その評価を行っている (写真-1 参照)。

この船上等からの点検手法は、劣化状況を精度よく把握することができるものの、図面の損傷位置と写真を照合する必要があるため、損傷位置を正確には把握しづらい。

また、横梁が存在する場合、潮汐等による点検時間の制限や船の立入りが困難であったり、さらには、船上等の作業であるため、海中への転落事故につながる危険性もあった。これらのことにより、安全かつ効率的な調査・点検の実施と高精度の劣化状況の把握による維持管理手法の確立が課題であった。



写真-1 船上調査

3. 栈橋点検用ロボット (ROV) と「ひびみっけ」による点検・診断について

栈橋下面の撮影には、栈橋点検用 ROV (ピアグ: (株) 大林組) を使い、点検作業は栈橋上から遠隔操作により行った。ピアグは、全方位カメラに加えて 5,000 万画素のひび割れ検出用の専用カメラを搭載し、周囲の状況把握やジャイロ効果を利用した姿勢制御により、ブレの少ない鮮明な画像を撮影することが可能である (写真-2 参照)。今回の現場の撮影条件 (解像度、明るさ等) であれば、杭間の横梁が支障となり撮影できない箇所等を除き、栈橋下面全体で質の良い画像を取得することができた。横梁が支障となる箇所や杭近傍などの撮影が難しい箇所は、今後、遠隔からのカメラ角度の調整機能を付加することで、多方向からの撮影による撮影画像の補完も可能と考える。

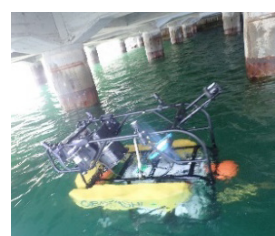


写真-2 栈橋点検用 ROV

次に撮影画像による画像診断の高度化・効率化を目的に、ひび割れの幅および長さを自動検出できる社会インフラ画像診断サービス「ひびみっけ (富士フイルム (株))」を用いた画像解析を行った。この結果、コンクリート表面におけるひび割れの有無を AI を用いたひび割れ自動検出技術により検出し、ひび割れ幅 0.1mm 程度以上の微細なひび割れが確認できた (図-1 参照)。国交省港湾局の「港湾施設の点検診断ガイドライン」に基づいた点検診断では、ひび割れ幅が 3mm 以上か未満かで劣化度の判定が変わるとしており、今回の撮影画像によるひび割れを検出した精度結果から、本方法が有効な画像診断手法であることを確認することができた。

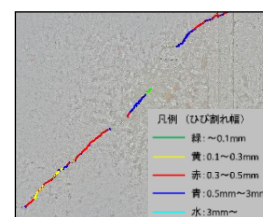


図-1 AI による栈橋下面のひび割れ自動検出結果

4. 衝突回避型ドローンを活用した栈橋 3D モデル・オルソ画像の作成

栈橋点検用 ROV では、横梁の影響等により撮影ができない箇所が生じたため、国土交通省の点検支援技術に採用されている「衝突回避型ドローン (J2)」を試行的に活用した。このドローンは、非 GPS 環境下での航行や真上の撮影が可能であり幅 1m の狭隘部への進入に際しても障害物を自動的に回避する機能を有する。撮影は、

横梁上部の狭小空間において杭を回避して航行させるため、写真-3に示すよう護岸から手動操縦にて行った。

損傷状況の全体像を立体的に把握することを目的に、近接して撮影した複数の画像から SfM 解析（Structure from Motion：複数の画像から共通する特徴点を自動抽出して立体視し、3次元形状を復元する技術）により栈橋 3D モデルおよびオルソ画像を作成した（写真-4 参照）。これにより、従来手法よりも的確な損傷状況の全体像把握が容易となり、損傷原因の推定と進行性の把握から、最適な維持管理計画の立案が可能になった。

今後、カメラ性能の向上による質の良い画像の取得に加え、非 GPS 環境下での自動航行や暗所での調査も可能な照明機器の搭載により、安全性が高く操作性の良い、低コストで高精度の調査手法になると考える。



写真-3 衝突回避型ドローン操縦状況



写真-4 SfM解析により作成した
栈橋 3D モデル

5. BIM/CIM モデルと Excel マクロの検索機能を活用した新たな維持管理手法の構築

栈橋の損傷状況の全体像把握を容易にするとともに、点検結果等の膨大なデータから必要な資料を迅速に探し出す検索性の向上を図ることを目的に、以下の手法を構築した。

まず、損傷位置を把握しやすくするため、栈橋 3D モデルに AI による画像診断後の合成画像をドレープした。次に、点検調書を属性情報として外部付与した BIM/CIM モデルを

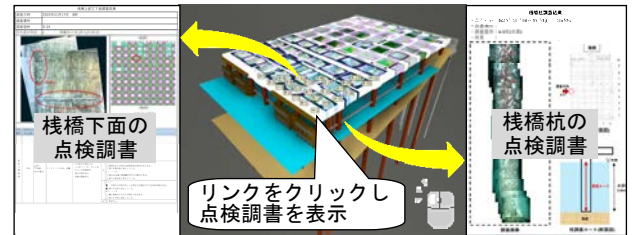


図-2 BIM/CIMモデルによる点検調書確認

構築し、各部材に貼付してある点検調書へのリンクをクリックすることで、対象箇所の点検結果を確認できるものとした。今回同時に実施した水中点検用 ROV による栈橋杭の点検調書についても、BIM/CIM モデルに属性情報として外部付与し、栈橋全体の調査結果が確認できる BIM/CIM モデルを構築した（図-2 参照）。

さらに、実務経験の少ない技術者でも活用できるように汎用性の高い維持管理手法として、新たに Excel マクロの検索機能を活用し、必要な情報の抽出が可能となるシステムを構築した（図-3 参照）。このシステムは、BIM/CIM モデル上に作成した検索用のアイコンをクリックして起動し、属性種別や項目の選択、キーワードを入力することで、該当する情報を自動抽出する。これにより、的確な損傷状況の全体像把握が容易になるとともに、膨大なデータから必要な資料を迅速に探し出せる検索性の向上も図った。

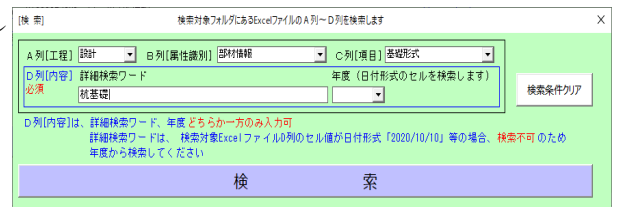


図-3 Excel マクロを活用した検索システム

6. まとめ

従来の点検手法では現地作業が3日必要であったが、今回の ICT（栈橋点検用 ROV・衝突回避型ドローン）を活用した手法では1日で完了し、安全性の向上を図り、かつ効率的な調査を実施することができた。また、維持管理手法として、今回新たに点検調書を属性情報として外部付与し構築した BIM/CIM モデルは、「変状の経年変化を写真で確認する機能」と「汎用性のあるソフトウェアによる検索機能」を組合せたものであるため、損傷状況の全体像把握を容易にするとともに汎用性の高い維持管理手法として非常に有効であると考えられる。

この技術は高経年化施設のみならず、新規構造物についても ICT 等の新技術を活用して詳細な初期値を取得し、その後の点検・調査結果とその評価等のデータを BIM/CIM モデルに属性情報として付与、整備・更新することで、損傷の進行性や原因を客観的に把握、評価、診断することができる。さらに、これを基に管理施設の精度の高い現況把握や効率的な補修計画、中長期的な維持管理計画立案に活用していく効果は大きいと考える。

今後は、施設全体において、設計・施工時の情報も属性情報として付与した BIM/CIM モデルによるプラットフォームの構築により、対象施設に関連する情報の可視化および集約による関連情報の一元管理、履歴管理に活用する等、次世代が使いやすく効果的な維持管理手法にブラッシュアップを進めていくこととしている。

謝辞：本調査は、ROV を保有する㈱大林組のご協力のもとに実施した。ここに感謝の意を表す。