



山本 一浩

八千代エンジニアリング株式会社 技術管理本部
CIM 推進室 室長

河川管理施設に着目した 2 時期の ALB 計測データによる河道管理の検討

1. はじめに

国土交通省が定めている、河川定期縦横断測量業務実施要領・同解説や、公共測量作業規定の準則に、3次元点群測量に関する記載が追加され、全国的に河道の3次元点群データの取得が進められている。また、河川分野におけるBIM/CIM活用に向けたDX施策として、3次元河川管内図の整備が進められ、荒川下流事務所では令和3年6月に全国で初めて一般公開された。

航空レーザ測深：Airborne Laser Bathymetryにより取得される3次元点群データ（以下、ALB計測データ）を用いる利点として、見えない水中の地形状況を面的に把握できることが挙げられる。しかし、既往研究では、堤体の評価や、BIM/CIMモデル作成および活用に関する取り組みが多く、水面下を対象とした取り組みは少ない。そこで著者は、水面下を含む河道を対象とした河川維持管理における定量的な評価を行うことを目的とし、2時期のALB計測データが取得されている河川を対象に、BIM/CIMを用いた河道管理の検討を試みた。

今回作成したBIM/CIMモデルには、2時期のALB計測データによる差分モデルと低水護岸モデルを反映した。なお、BIM/CIMモデル作成においては、省力化の工夫として、検討対象は河道の樹木繁茂や土砂堆積ではなく、河道内の河川管理施設とした。また、既往図面やRiMaDIS（河川維持管理データベース）の登録情報をBIM/CIMモデルに追加し、2時期のALB計測データから面的に洗掘箇所を把握した上で、河岸侵食に対する安全性評価（護岸の必要性検討）や河床変動状況を踏まえた低水護岸基礎の安定性の検討を行った。

2. 河道管理検討用 CIM モデルの作成

（1）河川 CIM モデルの構築

河道モデルはCIM導入ガイドライン（案）に示される地形（現況）モデル、堤防（計画）モデルに準じ、さらに河道管理検討のため、（2）に示す属性情報を付与した。

（2）属性情報の付与

基本的な河川の諸元として、下記のa) をモデルに反映し、さらに河道管理検討のため、b) ～ f) を追加した。以下に各種情報の利用方針やデータの作成、加工の工夫点を示す。

a) 距離標杭、構造物位置、計画高水位
距離標杭の測量結果および構造物台帳に示される平面座標値より、最近隣法より点群データの高さを与え、座標点を登録した。また、距離標位置での計画高水位の値から面的にサーフェスモデルを作成した。

b) 堤防防護ライン

高水敷幅の不足区間を検証するため、堤防が安全に保たれる河岸からの距離（堤防防護ライン）の座標値から鉛直方向のサーフェスを作成し、BIM/CIMモデルに反映した。

c) 工事履歴（平面図）

護岸や根固め工等は覆土で、現地では見えない場合が存在する。見えない既設護岸の設置範囲を把握するため、工事履歴が整理されている2次元の平面図を地形サーフェスに貼り付け、BIM/CIMモデルに反映した。

d) 変状位置（RiMaDIS 記録）

RiMaDISに登録されている変状情報には、巡視時にタブレットで登録した際にGPS機能により緯度経度が記録されるため、距離標杭などと同様に点群データの高さを付与し、座標点としてモデルへ反

映した。BIM/CIMモデルから変状の周辺地形や計画高水位との位置関係などを把握し、さらにRiMaDISには時系列的に変状の状況写真が蓄積されているため、必要に応じて現地の周辺状況を確認した。

e) 計画河床高

計画河床高は工事実施基本計画施行時に用いられ、当時の低水護岸は基礎高を計画河床高-1mとして設計されている場合が多いため、BIM/CIMモデルに反映することで既設護岸の基礎高推定に用いることができる。モデルは計画高水位と同様に距離標毎の値からサーフェスモデルを作成した。

f) 低水護岸

後述する安定性照査の対象護岸に関して、護岸の2次元図面（平面図、縦断図、横断図）をもとに3次元モデルを作成した。ただし、厚みのあるモデルとせず、護岸天端法肩から基礎天端および前面の根固めブロック下面のみを対象とし、モデル作成の省力化を図った。作成したBIM/CIMモデルを図1に示す。



図1 河道管理検討用CIMモデル

3. 2 時期の ALB 計測データを用いた低水護岸の予防保全型維持管理

2時期のALB計測データが取得された河川では、河床変動状況を面的に把握できるため、河床洗掘や河岸侵食の進行性を定量的に確認することができる。今回は、河岸侵食に着目し、既設の低水護岸の安定性に懸念のある低水護岸を抽出し、低水護岸基礎の根入れ深さの照査を行った。

令和2年に取得されたALB計測データを基準に、平成28年のデータとの標高差分コンター（洗堀をマイナス：青、堆積をプラス：赤）で着色した3次元点群データから、河川全体の河床変動状況を面的に把握し、平成28年から令和2年にかけての河岸侵食の進行性を確認した（図2）。作成した河床変動状況のコンターから、対象範囲の河床の変動量を把握し、相対的に顕著な河岸侵食が確認される箇所を抽出し、洗堀箇所に設置されている低水護岸のBIM/CIMモデルにより基礎の根入れの照査を行った。

照査対象の低水護岸では、護岸前面の河床高が基礎天端高より約3.0m低く、さらに平成28年から令和2年で河岸侵食が約25m進行し、護岸基礎部まで約14mであることから、同じペースで侵食が進行した場合、護岸の安定性に影響する恐れがあることが確認された。（図3、図4）。さらに、RiMaDISに登録されている変状の状況写真や現地調査結果より過去から現在に至る現地状況を確認し、低水護岸の評価および今後の対応を検討した。

照査対象護岸について、RiMaDISの変状記録から平成30年7月24日の記録（図5）において、低水護岸前面で洗堀が生じ、

その後、令和元年8月27日の記録（図6）で洗堀・侵食対策として巨石連節ブロックの設置が確認されている。さらに、低水護岸基礎前面には既設の根固めブロックが設置されているため、急激に侵食や洗堀が進行し、護岸の構造耐力に影響するような変状が生じる恐れは小さいものと考えられる。また、2時期の河床変動状況（図7）から周辺では平成28年から令和2年にかけて、滞筋が右岸側へ移動している様子が確認されており、照査対象護岸は当面の対策は不要であるが、今後も河岸侵食の状況や上下流区間を含めた河道の安定状況について、出水後を中心に巡視などで、継続的にモニタリングを行う必要がある。

4. おわりに

BIM/CIMモデルを用いた河道管理の検討事例を示すことを目的に、BIM/CIMモデルによる現況把握の手法や、維持管理への活用方法を示し、2時期のALB計測データを活用した低水護岸の根入れ照査に関して検討を行った。

ALB計測データにより、巡視などで確認できない水面下の河床洗堀および河岸侵食に対する定量的な評価を行うことができ、ライフサイクルの維持管理段階におけるコスト縮減に向けた、予防保全型の管理手法のひとつとして、提案できたものと思っている。

国が管理する河川においては、約5年に一度の頻度でALB計測を行うこととなっており、河川の3次元計測データが蓄積され、河道の変化を時系列で把握することで、維持管理段階だけでなく、3次元による流況解



図5 護岸前面洗堀時の状況
(H30.7.24 RiMaDIS巡視記録より)



図6 洗堀対策実施後の状況
(R1.8.27 RiMaDIS巡視記録より)

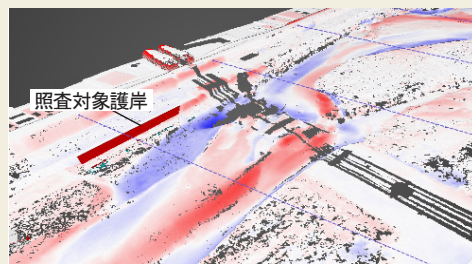


図7 周辺の河床変動状況



図8 LiDERで取得した点群データ例

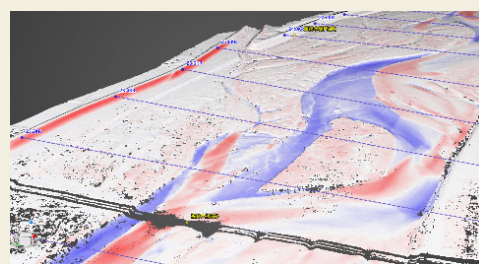


図2 河床変動コンター表示

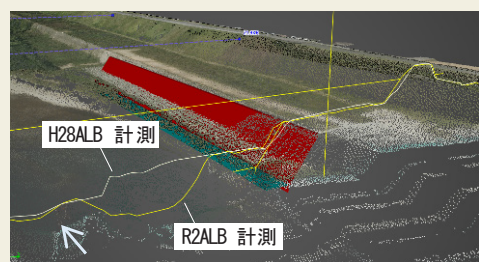


図3 照査対象護岸CIMモデル

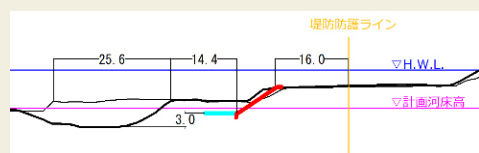


図4 CIMモデルから抽出した横断面

析や、河川管理施設の効率的な計画といった、調査・計画段階でも効率化が図られるものと期待している。

また、ALB計測以外の計測手法である、水中ドローンによる深部の点群取得や、スマートフォン（LiDER）による簡易測量（図8）、さらに、AIによる変状の自動判定など、新技術との併用、連携を図ることで更なる高度化・省人化が期待できる。

やまもと かずひろ／八千代エンジニアリング株式会社 技術管理本部 CIM推進室 室長、熊本大学博士後期課程修了、博士（工学）