

複雑な地形上の橋梁設計におけるBIM/CIM活用 について

齋藤 勝博¹・近 崇明¹・溝上 凌雅¹

¹新潟国道事務所 工務第一課（〒950-0912 新潟県新潟市中央区南笹口2-1-65）

朝日温海道路は新潟県から青森県を結ぶ日本海沿岸東北自動車道の新潟・山形県境を整備する事業である。現在当該事業の村上市北黒川地先において、蛇行しながら複数回交差する2級河川勝木川を渡河する（仮称）勝木川3号橋の詳細設計を実施中である。本報告では詳細設計におけるBIM/CIMの活用効果について報告するものである。

キーワード 朝日温海道路, 橋梁, BIM/CIM

1. はじめに

朝日温海道路は、新潟県・山形県・秋田県の主要都市を結び青森県に至る、日本海沿岸東北自動車道（日沿道）の一部を形成する事業であり、新潟県村上市の朝日まほろばICと山形県鶴岡市のあつみ温泉ICを結ぶ延長40.8kmの自動車専用道路である（図-1）。並行する現国道7号は大雨・土砂崩れや越波等の災害、雪による立ち往生車両で通行止めが発生しており（写真-1）、朝日温海道路は、災害に強く信頼性・速達性の向上が期待され、災害時には国道7号の代替路としても機能する。

現在当該事業の村上市北黒川地先において、「（仮称）勝木川3号橋」（以下、「本橋」という。）の詳細設計を実施中であり、本報告は、詳細設計におけるBIM/CIMの活用効果について報告するものである。



写真-1 大雨・土砂崩れや越波等の災害

国土交通省では、受発注者の生産性向上を目的に、業務・工事におけるBIM/CIMの活用に取り組んでおり、R5年度からBIM/CIM適用の更なる普及促進のため、実施方針を新たに制定し、実施している。発注者は業務の特性に応じて、BIM/CIM活用の目的を義務項目及び推奨項目として発注時に指定し、受注者との協議で具体的な活用内容を決定する。

義務項目は、「出来上がり全体イメージの確認」や2次元では表現が難しい箇所を3次元モデルで視覚化する

「特定部の確認」のようなものがある。

推奨項目は、「視覚化による効果」の他「3次元モデルによる解析」など高度な内容を含む活用目的であり、一定規模・難易度の事業において、発注者が明確にした活用目的に基づき、受注者が1個以上の項目に取り組む。本業務においては、複雑な地形であること、蛇行する河川であり河川協議の難易度が高い特徴を踏まえて、受発注者間で協議の上、推奨項目の設定を行った。



図-1 日本海沿岸東北自動車道



図-2 (仮称) 勝木川3号橋位置図

2. 架橋位置の状況

本橋の架橋位置は、2級河川勝木川の蛇行区間に位置し、計画されている橋脚位置を縫うように現況河川が流れている。流量については、非出水期においても比較的多く、複雑な流れに対する影響分析が必要とされる（写真-2）。

また、地形測量が平成26年度に実施されているが、現地状況を確認した結果、令和4年8月の大雨などの影響もあり、斜面崩壊跡や流木跡など地形の改変が確認されたため、本業務で後述する UAV グリーンレーザー測量を実施した。

地質状況は、橋台部は地表面から約4mで花崗岩の支持層が確認されており、その上に玉石混じり砂礫層が堆積している。橋脚部は地表面から約5mで花崗岩の支持層が確認されており、その上に玉石混じり砂礫層が堆積している。



写真-2 現況河川

3. 橋梁の概要

本橋は橋長338m、道路幅員12.0m、7径間の鋼鈹桁橋である。（図-3及び図-5）。下部工は、張出式RC橋脚であるが河川への影響に配慮して円柱として計画した。（図-4）基礎は、花崗岩を支持層とする直接基礎とした。

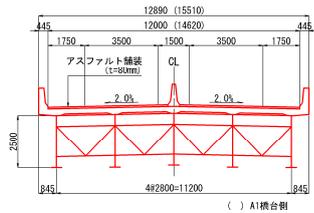


図-3 上部工横断面図

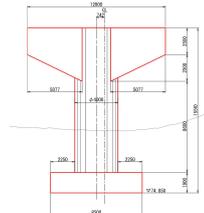


図-4 橋脚正面図

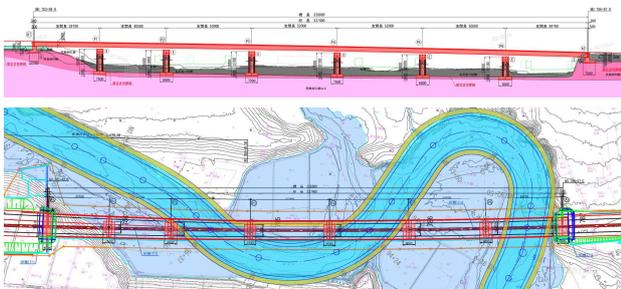


図-5 橋梁側面図・平面図

4. BIM/CIM活用について

(1) UAVグリーンレーザー測量について

現場は蛇行する河川内であり、地形の改変が想定されるため、河床までの地形把握が可能であるUAVグリーンレーザーを用いた測量を実施し、最新かつ正確な地形の3次元点群データを取得した（図-6）。それにより後述する流況解析や橋梁計画、施工計画への活用が可能となった。

更に後工程に引き継ぐことで、施工時の現地踏査や起工測量の省力化、さらに土工数量算出の精度向上による事業効率化も期待できる。

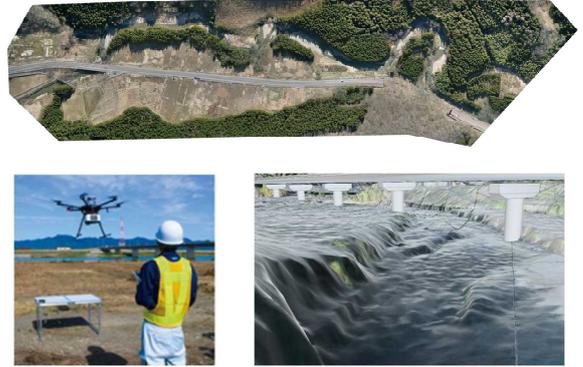


図-6 UAVグリーンレーザー及び点群データ

(2) 流況解析の活用

架橋位置では河川が蛇行しており、河川方向が定まらない状況で等流計算や不等流計算では、流下方向の流速しか計算されないため、橋脚や施工時の仮締切堤周辺での流速の把握が困難である。一方、平面二次元流況解析は、橋脚や仮締切堤に作用する流速が把握可能であるため、橋脚防護の必要性や対策等が定量的に評価できる。流況解析には、UAVグリーンレーザー測量によって、取得したLPデータを用いて、モデル化を実施した。

下記の図（図-7）は、現況の流速と橋脚設置時の流速の差分をあらわしたものであり、橋脚を設置した際に橋脚周辺の流速にどれだけ差が生じるか詳細に把握でき、流速増加への影響は大きくないことを確認できる。

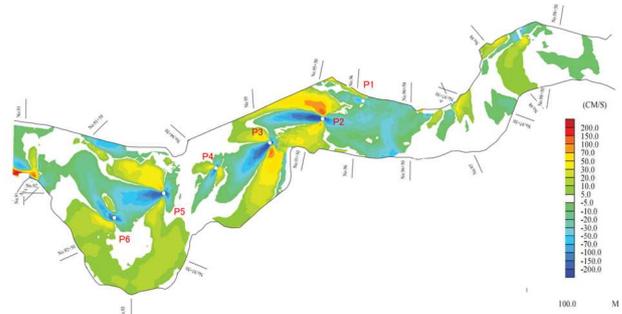


図-7 流速ベクトル図（完成形）

また、仮設時の影響分析として、仮締切堤設置時の流速の状況も詳細に把握でき、仮設時も問題なく流下できることを確認している（図-8）。

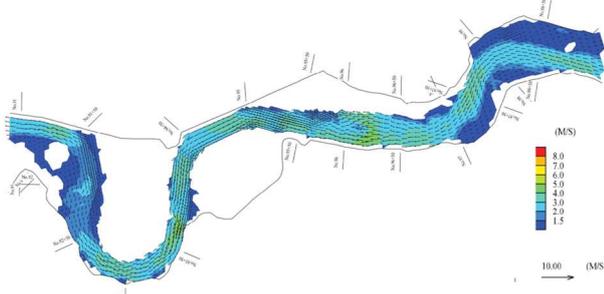


図-8 流速ベクトル図（施工時）

（3）合同現地踏査でのAR活用

合同現地踏査において、AR技術を活用。座標を付与した完成形橋梁のBIM/CIMモデルを、GPSを用いて現地に重ね合わせてスマートフォンの画面にバーチャル画面を表示。完成後の状況を視える化し、受発注者間でのイメージの共有を図った（図-9）。



図-9 AR活用

（4）橋脚掘削形状検討

P1橋脚は急な斜面の下に計画されているため、斜面に対する掘削が大きくなり、用地外への影響がある可能性があったため、掘削形状の3次元モデルを構築し、検討を実施した。

掘削勾配として砂れき層（6分勾配）と岩（3分勾配）を考慮したモデルを作成した。現況斜面では岩が露頭しており、急斜面は3分勾配相当であることが確認できたため、岩掘削でモデル化し、用地内に納められていることを確認した。

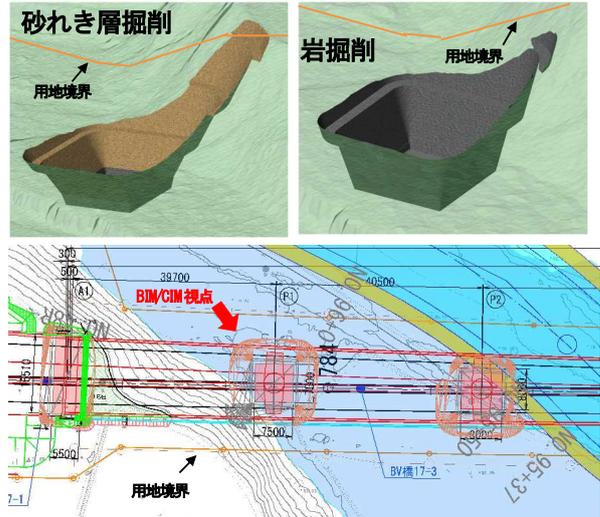


図-10 橋梁平面図(A1~P2)

（5）橋台背面の盛土計画 予備設計との対比

橋台回りの修景について3次元モデルを作成し、現地形への擦り付けを検討した。

下記の図（図-11）で表されているように、3次元モデルを作成したことで、A1側の3段盛土が道路管理上現実的ではないことを視覚的に確認することができた。

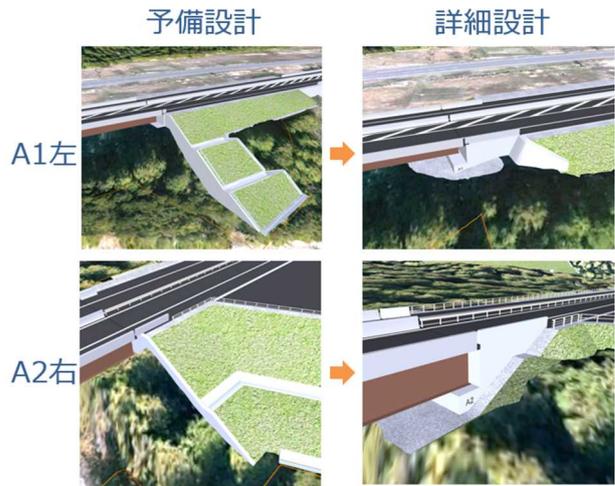
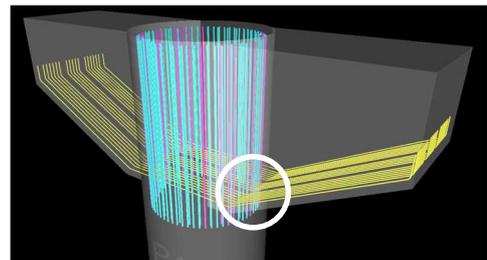


図-11 橋台回りの修景（3次元モデル）

（6）鉄筋の干渉チェック

採用された橋脚形状において、柱と梁の鉄筋の干渉チェックを実施した（図-12）。



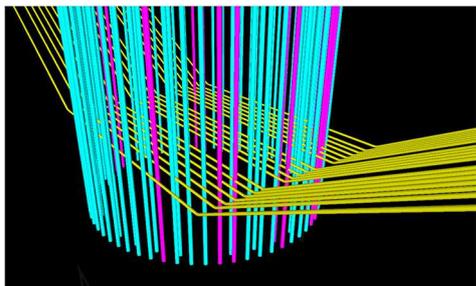


図-12 干渉チェック

使用するソフトに干渉チェック機能があり、作成した3次元モデルに対し、ボタン一つで干渉部分を特定できた。従来平面の図面上では確認に膨大な時間がかかっていたため、BIM/CIM活用による作業の大幅な効率化が出来ていると考えられる。

(7) 施工計画への活用

河川内への橋脚の設置等の施工は、仮締切堤の設置、施工時流量確保のための河床掘削等、施工順序が複雑であった。よって、施工ステップを3次元化し、その妥当性の確認を実施した(図-13)。施工検討においてBIM/CIMを活用することで、施工計画をイメージしやすくなる。

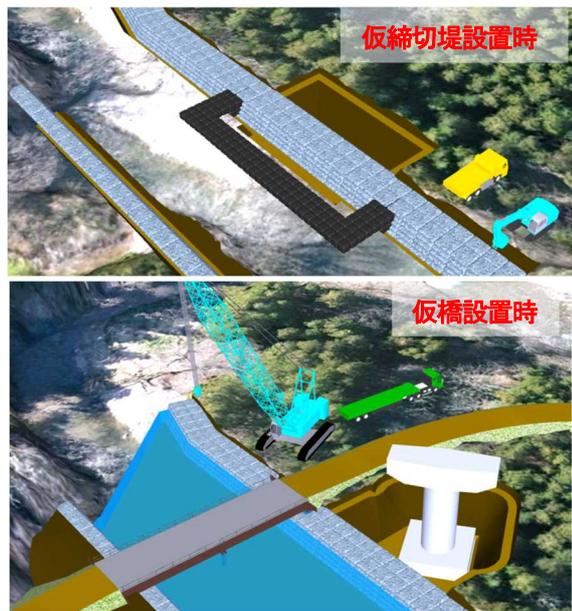


図-13 施工ステップ

(8) 情報共有への活用

クラウド上でBIM/CIMモデルの閲覧が可能となる情報共有システムを使用し、3次元モデルを含む各種データを閲覧・共有したことで、業務途中段階での合意形成の効率化と高度化が図れた。



写真-3 情報共有

またWEBブラウザにアクセスし、打合せ協議資料や議事録の承認、電子データの納品等にも活用でき、BIM/CIMのみならず



写真-3 情報共有

ず、業務遂行における発注者と受注者間の情報共有や電子納品の効率化を図ることができた(写真-3)。

(9) 広報への活用

勝木川に架かる3つの橋の統合モデル(図-14)を作成しており、現場見学等の際に、AR技術を用いた完成イメージを見てもらうような広報への活用も想定している。

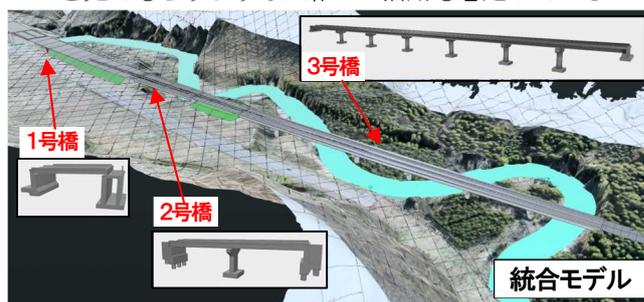


図-14 統合モデル

5. まとめ

本橋では、河岸段丘地形かつ河川が蛇行する複雑な地形であったが、業務初期段階から詳細設計、施工計画等各段階における3次元モデルを作成することで、2次元では把握が困難である立体的な形状把握ができる。その結果、早期に課題を確認し設計に反映することができた。

また、詳細設計では早期にモデル化に着手し、合同現地踏査でのAR、掘削や盛土計画、橋脚形状およびその配筋干渉チェック、施工計画、景観検討など多岐に渡る活用により、視覚的な理解の促進を図ることができた。

作成したモデルは情報共有システムで常に更新され、受発注者がいつでも最新のモデルを確認することが可能であり所内説明等にも活用することができた。このように、業務の特性に応じた、3次元モデルの活用で手戻り防止、生産性や説明性の向上に寄与した。また、今回の事例が他の橋梁設計の際に参考になれば幸いである。

謝辞：本論文作成にあたり、ご指導ご鞭撻くださりましたパシフィックコンサルタンツ株式会社ご担当者様、情報提供や助言を下さいました関係者の皆様に感謝申し上げます。