

(1) 築堤事業の設計における CIMの適用についての一考察

宮武 一郎¹・田村 利晶²・盛 伸行³・岡井 春樹⁴・高岸 智紘⁵

¹正会員 国土交通省 千曲川河川事務所 (〒380-0903 長野県長野市鶴賀字峰村74)
E-mail:miyatake-i8310@hrr.mlit.go.jp

²国土交通省 千曲川河川事務所 工務課 (〒380-0903 長野県長野市鶴賀字峰村74)
E-mail:tamura-t25q@hrr.mlit.go.jp

³正会員 株式会社 東京建設コンサルタント 東京本社流域施設本部河川施設部
(〒170-0004 東京都豊島区北大塚1丁目15番6号)
E-mail:mori-n@tokencon.co.jp

⁴正会員 株式会社 東京建設コンサルタント 東京本社流域施設本部河川施設部
(〒170-0004 東京都豊島区北大塚1丁目15番6号)
E-mail:okai-h@tokencon.co.jp

⁵株式会社 東京建設コンサルタント 東京本社流域施設本部河川施設部
(〒170-0004 東京都豊島区北大塚1丁目15番6号)
E-mail:takagishi-t@tokencon.co.jp

国土交通省では、公共事業の調査・計画、設計、施工、維持管理の各過程において扱う、あるいは作成される3次元モデルを一元的に共有、活用、発展させることにより、建設生産システムにおける各過程での諸課題を解決し業務の効率化を図る目的で、CIM(Construction Information Modeling)の導入の検討を行っている。

本稿では、河川事業のうち築堤事業の設計の過程においてCIMを適用した結果を報告するとともに、その結果で得られた知見を踏まえ、築堤事業の設計におけるCIMの適用について述べるものである。

Key Words : CIM, 3D model, design, embankment, sluice way, laser profiler

1. はじめに

国土交通省直轄事業において平成24年度よりCIM (Construction Information Modeling) の導入に関する試行検討が始まっている。

平成24年度は道路事業の設計を対象に試行され、その結果、情報の有効活用、設計の最適化、施工の効率化・高度化、維持管理の効率化・高度化、構造物情報の一元化・統合化、環境性能・構造解析への効果が期待、あるいは確認がなされている¹⁾。平成25年度は河川事業においても設計の試行が始まり、また、道路事業においては設計の試行された事業で工事着手されており²⁾、CIMの適用分野、件数は広がりを見せている。

本稿は、これらの事業のうち河川事業を対象に試行されたひとつについて、その状況を報告するとともに、試行を通じて得られた結果を踏まえて、今後の河川事業

(築堤事業)の設計におけるCIMの適用について述べるものである。

2. 築堤事業の設計でのCIMの試行

(1) 概要

一級河川信濃川水系千曲川左支川犀川57km左岸付近の荻原地区における河川改修の設計でCIMを試行した。荻原地区における河川改修については、堤防及び樋門等の詳細設計が2次元図面により実施済であったため、CIMの試行にあたってはこれらをもとに3次元モデルを作成することとした。

(2) 3次元モデルの作成方法

試行においては、地形、堤防、樋門をそれぞれ3次元

モデルとして作成し、それらに航空写真データを合成することにより改修計画全体の3次元モデルとして作成した。

地形の3次元モデルについては、AutoCAD Civil3D 2014を使用し、航空レーザプロファイラー（以下「LP」という。）データ（5mメッシュ）と地上LPデータ（25cmメッシュ）を合成した地形情報と、国土地理院基盤地図情報より建築物の外周線を取得した建物情報を合成し作成した。

堤防の3次元モデルについても、AutoCAD Civil3D 2014を使用し、既に設計されていた計画堤防法線（平面線形、縦断線形）をもとに計画堤防法線データとして入力した上で、詳細設計で作成していた堤防の標準断面を入力した堤防標準断面形状データを計画堤防法線データに沿って押し出し、5mピッチで作成した。巻き込み部やすりつけ部等の複雑な形状については、AutoCAD Civil3D 2014のCAD機能を使用し手作業（1本づつ線を引く作業）により3次元モデルを作成した（図-1参照）。なお、堤防の属性情報については、特定には至らなかったので与えていない。

樋門の3次元モデルについては、Revit Structure 2014を使用し、2次元で設計されていた断面図をトレースし、スイープという機能を活用しその形状を延長方向に押し出し作成した。なお、樋門のコンクリートについては、設計基準強度を属性情報として設定した。樋門に付帯する遮水用の鋼矢板、防護柵及び機械設備（開閉機、扉体、ラック棒等）については、ファミリーと呼ばれる部品モデルを作成した。その上で、これらを合成し樋門の3次元モデルを作成した（図-2参照）。

以上により作成した地形の3次元モデルに航空写真、堤防の3次元モデル、樋門の3次元モデルをInfravworks 2014を使用して合成することで、改修計画全体の3次元モデルを作成した。

このほか、Navisworks 2014を使用し、2次元図面で作成された施工計画図、施工ステップ図と地形の3次元モデルをもとに、時系列を考慮した、即ち時間軸を加えた3次元施工計画モデル（以下「4次元施工ステップモデル」という。）を作成した。

(3) 結果

a) 改修計画全体の3次元モデル

関係機関や地元関係者に対する事業の完成イメージの伝達については、従来、主に2次元図面を用いて行われていた。このため、日頃、図面を見慣れていない関係機関や地元関係者は河川改修後の仕上がりイメージし難かったと考えられる。

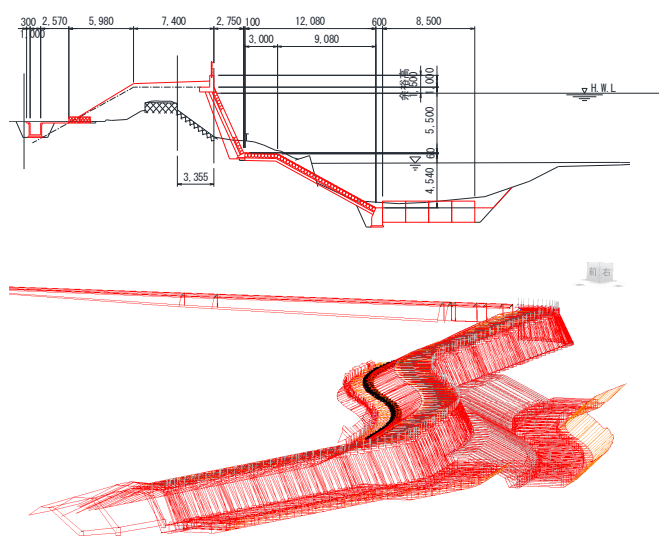


図-1 堤防の3次元モデル化

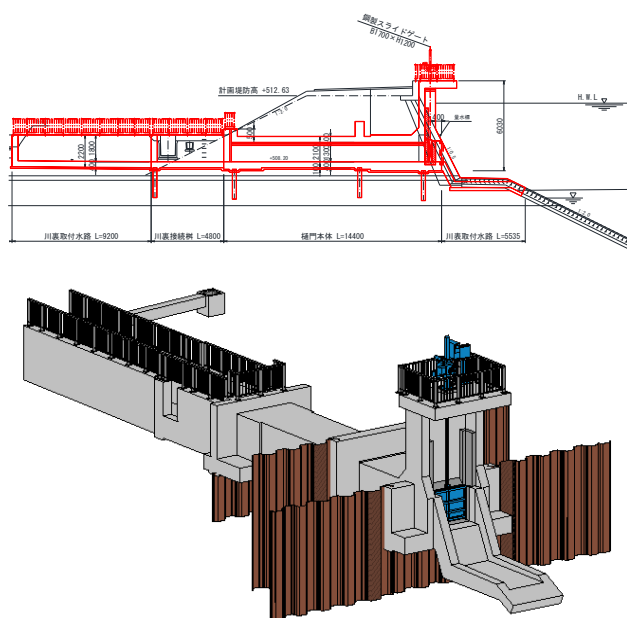


図-2 樋門の3次元モデル化

試行において作成した改修計画全体の3次元モデルでは、鳥瞰図での事業全体の範囲の表示、関係機関、地元関係者が確認したい様々な視点での表示が可能となっており、日頃、図面を見慣れていない者でも河川改修後の仕上がりイメージし易く、事業への理解や合意形成の促進に繋がるものと考えられる（図-3、4、5参照）。

b) 堤防及び樋門の3次元モデル

設計の品質向上については、従来、平面図と横断図、縦断図と横断図等を2次元で別々に作成していたため、図面間の不整合や構造物の干渉等が発生することがあった。

試行において作成した堤防の3次元モデルでは、堤防



図-3 改修計画全体の3次元モデル①

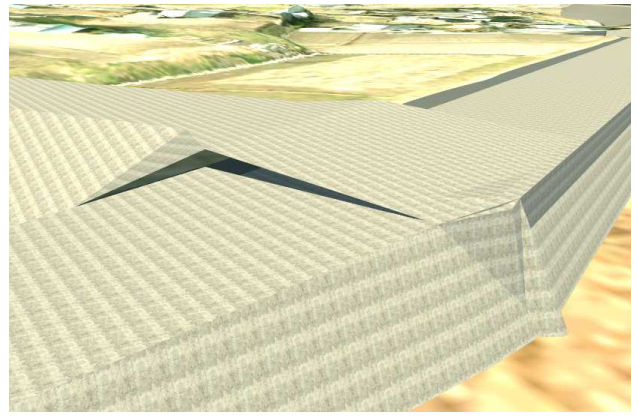


図-6 顕在化した設計の不整合①

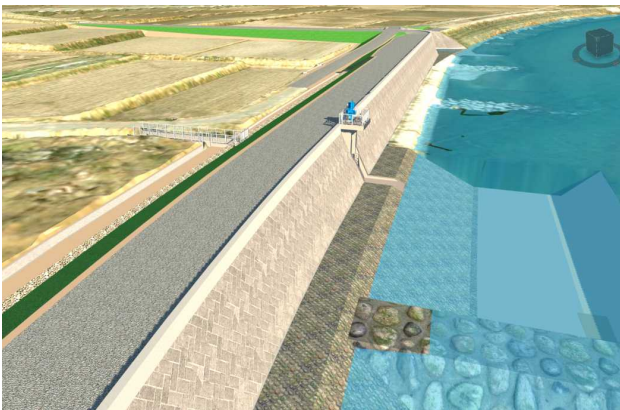


図-4 改修計画全体の3次元モデル②

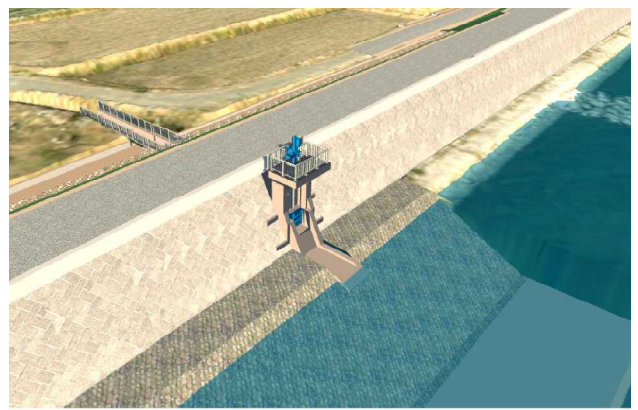


図-7 顕在化した設計の不整合②



図-5 改修計画全体の3次元モデル③

の高さが合わない箇所や法面が連続していない箇所があることが判明した（図-6参照）。樋門では、操作台に設置する防護柵の支柱位置が平面図と断面図で整合していないことが判明した。また、改修計画全体の3次元モデルを作成した段階で、樋門の座標値に誤りがあったため堤防に対して樋門の位置が川側に突出していることが判明した（図-7参照）。

このように従来であれば、設計時には見過ごされ、施工時において顕在化する図面間の不整合、構造物の干渉

等が3次元モデルの作成によって一元化されることで、発見し易くなるものと考えられる。

なお、今回発見された不整合、干渉等については、それぞれの3次元モデルの作成時に使用したソフトにより修正設計を行った。

今後は、巻き込み部やすりつけ部等複雑な形状の3次元モデルの作成については、手作業での対応が必要であり作業量が多いため、その作成目的を明確にした上で、モデルの作成範囲、精度等を判断することが必要と考えられる。

c) 地形の3次元モデル

CIMにおいて地形の3次元モデルの地形データとして、LPデータの活用が期待されており、国土交通省千曲川河川事務所においてもLPを活用した測量について5mメッシュの精度で取得していたが、CIMの適用において精度が不足することを懸念していた。

試行において取得した25cmメッシュの地上LPデータによる地形の3次元モデルは、堤防法線の設定が可能と考えられる精度があり、詳細設計において十分に使えるものと考えられる。

但し、路線測量の横断面図（縮尺1/100）とLPデータか

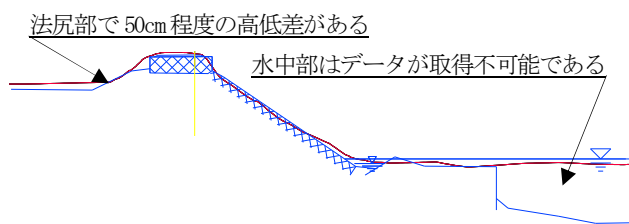


図-8 測量横断（青）と地上LP（赤）の誤差等

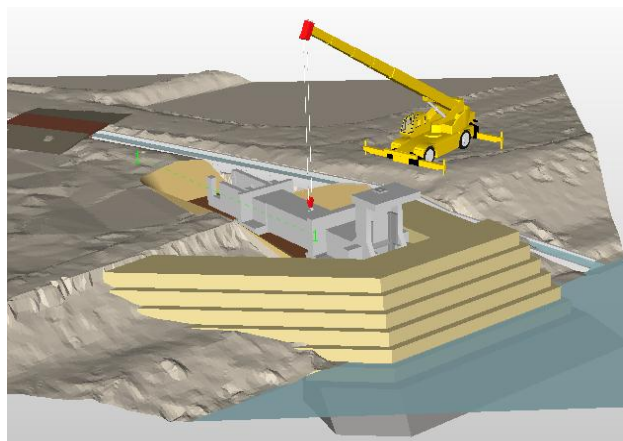


図-9 4次元施工ステップモデル

ら作成した横断面図を比較したところ、LPデータは、25cmメッシュの場合でも地形の細部までは表現されていない箇所があり、堤防法尻部の小構造物の配置決定等では精度が不足することもあり得るものと考えられる（図-8参照）。

d) 4次元施工ステップモデル

2次元図面で作成されていた施工ステップ図は、施工時のイメージが分かり難く、施工に必要な仮設構造物の詳細な取り合いが確認し難い場合があった。

試行において作成した4次元施工ステップモデルでは、現地地形と仮締切堤の位置関係、掘削範囲と道路施設等への影響の把握が可能であった。また、各施工段階の施工対象物の状況と仮設構造物の配置等が分かりやすいものとなっており、2次元図面の施工ステップ図では発見し難い施工時の詳細な取り合いや施工段取りのイメージがし易くなっており、施工時の課題の事前把握に効果があることが確認できた（図-9参照）。

今後、荻原地区の試行は、施工の過程に入るため、施工者の視点で、4次元施工ステップモデルの検証を行うことが必要である。

3. 築堤事業の設計におけるCIMの適用

築堤事業における設計は、通常、平面図、定期横断面図をもとに堤防法線を仮設定する予備設計、予備設計で仮

設定した堤防法線を測量中心線として測量を実施する路線測量、そして関係機関や地元関係者との協議を踏まえて行う詳細設計により行われている。

今回の試行の結果は、築堤事業においてCIMを適用して設計を実施する場合には、以下のように実施することの可能性を示していると考えられる。

a) 予備設計においては、最近データが取得され始めた高精度のLPデータ（地上、航空）をもとに、標準断面図レベルでの3次元モデルによる堤防法線形の比較検討、関係機関への説明、協議を実施し、地形・支障物件、地元関係者の意向を踏まえ堤防法線を確定する。

また、樋門等施設の位置、諸元を検討し、完成後の施設イメージを明確にする。

b) 詳細設計においては、決定した堤防法線をもとに、現地測量、路線測量を実施する。3次元モデルから作成した2次元横断面図に路線測量の成果を重ね合わせ、詳細な法尻位置を確定し、その結果を再度3次元モデルに反映する。

また、護岸、樋門、堤脚水路、管理用通路等の付帯施設の3次元モデルを作成し、堤防のモデルに反映させ、必要に応じ、詳細な取り合い部のモデル作成、検討を実施する。構造物の詳細設計の場合、施設規模や必要性に応じ、配筋図のモデル、付帯施設のモデルを作成し、構造物間の干渉の有無について確認を実施する。

4. おわりに

本稿で述べた築堤事業の設計へのCIMの試行は、既に2次元での設計が済んでいた築堤事業に対するものではあったが、CIMの適用によりその設計や事業マネジメントが改善されることを示していると考えられる。

一方、河川事業へのCIMの適用に関する調査・検討は緒に就いたばかりであり、更なる調査・研究の他、実際の事業での試行を積み重ねていくことが必要である。

本稿で述べた荻原地区の築堤事業については、今後、施工におけるCIMの試行を予定しており、4次元施工ステップモデルの検証や情報化施工との連携等の結果について適宜報告して参りたい。

参考文献

- 1) CIM 技術検討会：CIM 技術検討会 平成 24 年度報告, 2013.
- 2) CIM 技術検討会：CIM 技術検討会 平成 25 年度報告, 2014.