

築堤事業の施工における 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 近畿技術事務所（〒573-0166 大阪府枚方市山田池北町11番地1号）
E-mail:miyatake-i8310@kkr.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@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: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施工においてCIMを適用した結果のうち、施工準備段階での適用状況とともにCIMの施工への適用により期待される効果について述べるものである。

Key Words : CIM, 3D model, construction, embankment, laser profiler

1. はじめに

国土交通省直轄事業において試行が行われているCIM (Construction Information Modeling) については、平成24年度に試行が始まり、その数は年々増加し平成26年度においては設計で15件、工事で49件の試行が行われている¹⁾。

本稿は、これら試行のうち河川事業（築堤事業）において試行している工事の事例について、今後の築堤事業の施工におけるCIMの適用により期待される効果とともに述べるものである。

なお、本稿は、紙面の都合上、築堤事業における施工のうち、施工準備に関するところ、関係機関協議や地元説明会、設計図書の照査、施工計画書の作成について、述べるものとする。

2. CIMの適用への期待

(1) 関係機関協議・地元説明会

関係機関や地元関係者に対する協議や説明については、従来、2次元図面を用いて行っていたが、日頃、図面を見慣れていない関係機関や地元関係者には、施工の内容やその状況がイメージし難かったと考えられる。これに対し、築堤完了時における3次元モデルや、施工の段取りに沿って施工段階毎の施工状況を示す3次元モデルを集めたもの（以下「4次元施工ステップモデル」という。）を活用することにより、日頃、図面を見慣れておらず、施工に馴染みがない者でも築堤後の仕上がりや施工の状況がイメージし易く、工事への理解や合意形成に繋がるものと期待される。

(2) 設計図書の照査

設計図書の照査は、例えば、設計図については、一般平面図と縦断図等各設計図がお互いに整合されているか、ということについて行うことになっている²⁾。これに対し、設計において3次元モデルが作成される場合、各設計図はお互いに整合された設計図となるため、設計図の整合に関する照査は必要がなくなり、照査にかかる手間が減少することが期待される。

また、設計においてCIMが適用された場合であっても各設計図の整合が確保される範囲は、設計者が作成する3次元モデルにより整合が確保される範囲に限られる。これに対して、施工者が施工計画書の作成において作成する4次元施工ステップモデルを活用することによって照査はより充実したものとなることが期待される。

(3) 施工計画書の作成

施工計画書は、例えば、施工方法については、主要な工種のフローを記載し、工事箇所の作業環境や主要な工種の施工時期、施工実施上の留意事項などを記載することになっている³⁾。これに対し、従来、施工の幅転する時期やその箇所、起工測量において横断測量がなされておらず、現況地形については必ずしも把握できていない箇所においても、3次元モデルや4次元施工ステップモデルにより、施工の段階毎に本設構造物や仮設構造物の状況やその作業環境について事前に把握できるようになることが期待される。

また、隣接する工区を複数の者で施工する場合、それぞれの工区における施工の状況を考慮した工程調整が必要となる。これに対し、4次元施工ステップモデルにより施工の段階毎にその状況が具体的になるため、例えば、隣接する工区で共用することが可能な工事用道路や仮締切に関する工程調整が可能となり、より効率的で安全な施工が可能となることが期待される。

3. 試行概要

(1) 試行対象

一級河川信濃川水系千曲川左支川犀川57.5km左岸付近の荻原地区における築堤護岸工事においてCIMを試行した。

(2) 実施体制

平成26年度の施工におけるCIMの試行にあたっては、施工者がCIMについては未経験で、CIMに関するソフトウェア等を有していない場合があることを想定して、発注者支援業務受注者に加えてCIM支援業務受注者を置き、CIM支援業務受注者により施工に適用する3次元モデル

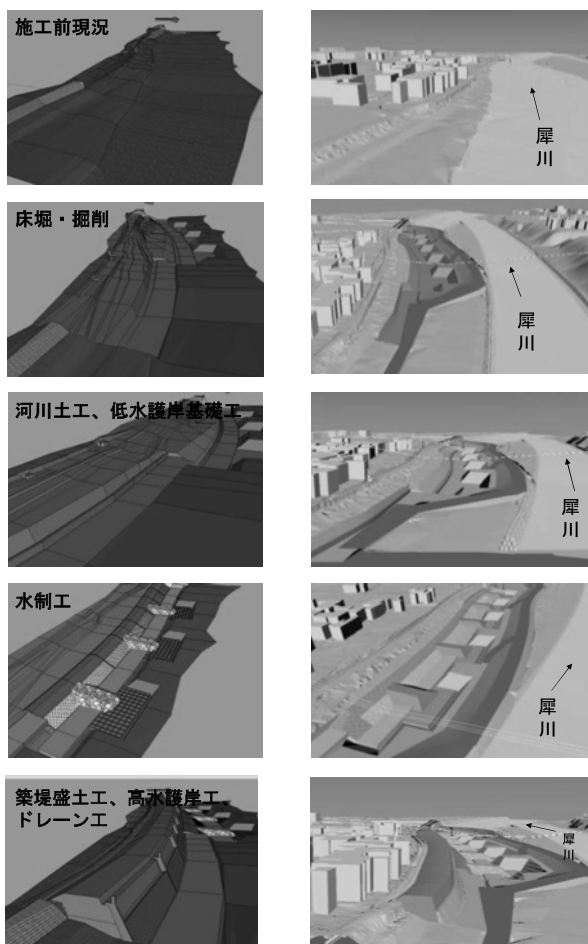


図-1 4次元施工ステップモデル（左：施工者作成，右：CIM支援業務受注者作成）

の作成や設計に変更が生じた場合には3次元モデルの修正を行わせる体制とした。

荻原地区の河川改修事業においては、平成26年度の築堤護岸工事に先立ちその設計については、平成24年度に堤防詳細設計を、平成25年度に堤防修正設計をそれぞれ行っている。CIMについては、平成25年度に適用し、平成25年度までの設計をもとに3次元モデルを作成している⁴⁾。それぞれの業務受注者は、平成25年度の堤防修正設計と3次元モデルを作成した者とCIM支援業務受注者は同じ者であるが、その他は全て別の者であった。

4. 試行結果

(1) 4次元施工ステップモデル

試行においては、施工者がCIMは未経験ではあったが4次元施工ステップモデルについては経験者であったため、施工者はSketchUP (Trimble社) により、CIM支援業務受注者は施工者が作成した4次元ステップモデルを参考にしながらNavisworks Manage (Autodesk社) により、

それぞれ4次元施工ステップモデルを作成した。4次元施工ステップは、施工者は受注した工区に限って作成し、CIM支援業務受注者は仮締切堤や右岸側も含んで作成しており、各々の作成の範囲が異なっているが、双方ともに施工の手順が把握できるものであった（図-1参照）。

(2) 地元説明会

荻原地区における築堤事業においては、地元説明会を平成26年9月、施工計画書の作成後の12月、そして平成27年3月に実施した。

平成26年9月の地元説明会において、設計段階で作成した3次元モデルを用いて、事業全体の鳥瞰図や堤防と現況地形の取り合い状況等を説明し、平成26年12月の地元説明会においては、これに加え、4次元施工ステップモデルにより施工の段取りや仮設構造物の配置について説明した。平成27年3月の地元説明会においては、後述する平成26年12月の地元説明会のときに地域住民より要望された点を修正した4次元施工ステップモデルにより変更した施工の段取りを中心に説明を行った。

それぞれの説明会においては、築堤後や施工途中における施工状況について立体的にみることができ、住民が希望する視点から施工状況等の確認ができるようになっていた。なお、平成26年12月の地元説明会において、工事終盤に予定していた堤脚沿いの水路工事について灌漑期に支障とならないよう実施して欲しい、平成27年3月の説明会においては、転落防止柵を設置して欲しい、などといった要望も取り入れることができた。

平成26年12月の地元説明会後に行ったアンケートにおいては、説明会に参加した住民14人中13人が2次元図面と比べ3次元モデルを用いた工事説明について、分かり易かったと回答された。また、2次元図面が主体の説明に比べ、口頭で詳細に説明しなくても施工の状況が直ちに伝わる様子がみられ、より住民に状況が伝わり易くなる効果が得られた。

(3) 設計図書の照査

施工者がSketchUPにより施工計画書のために作成した4次元施工ステップモデルを活用し照査したところ、護岸の断面が変化する箇所において、小口止めの下方向への高さが不足することや根固めブロックの敷設高が不明確であることが判明した。

小口止めの高さの不足については、小口止めも含んだ当該箇所の設計時において作成した3次元モデルは完成時を想定したものであり、また、4次元施工ステップモデルは作成していなかったことから、小口止めより下部に位置する土羽が露出することが表現されず、土留め壁の必要性が分からなかったためである（図-2参照）。

また、根固めブロックの敷設高については、詳細設計

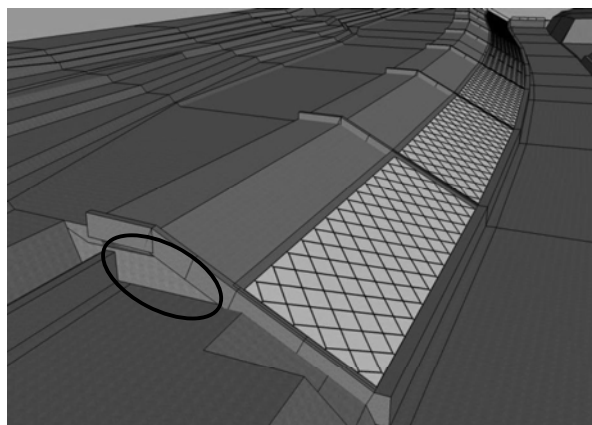


図-2 小口止めの高さの不足（施工途中の3次元モデル）

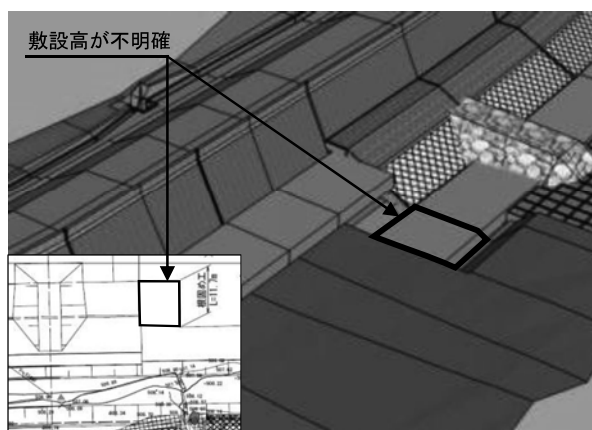


図-3 根固めブロックの敷設高（完成時の3次元モデル）

の成果である2次元図面において、護岸の断面変化に伴い根固めブロックの敷設高や平面配置が変化する箇所において、根固めブロックの敷設高が図面には明示されていない。このため、敷設高の解釈に違いが生じ、平成25年度に作成された3次元モデルと施工者により作成された3次元モデルが整合しなかったことから判明した（図-3参照）。

照査の結果を受けて、当該箇所については2次元図面で修正設計を行い、それをもとに3次元モデルを修正し、断面変化点における護岸の配置状況や根固めブロックとの取り合いを確認し施工を行った。

(4) 施工計画書の作成

試行においては、4次元施工ステップモデルにより、施工段階毎の施工状況が一目で確認できるようになった。

当初の想定では、掘削する範囲については水制工からの離隔を確保しつつその土量が最小限とするようにしていたが、施工の効率化を図るため施工ヤードを広く確保し施工の効率化を図るとともに安全な施工とするために、水制工回りの河床を施工基面まで掘削し、施工ヤードを広く確保する計画とした（図-4参照）。

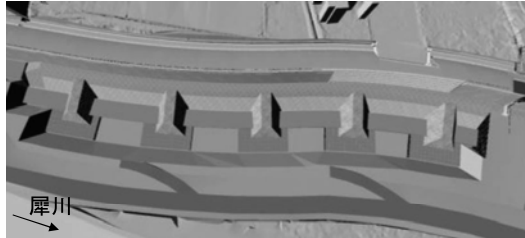
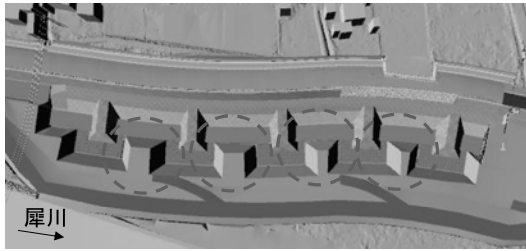


図-4 掘削計画への反映

また、平成26年12月の地元説明会において要望のあった堤脚沿いの水路工事について、灌漑期に支障とならないよう、低水護岸工事と平行して施工した場合でも後工程に問題が生じないか施工の段取りの確認をした（図-5参照）。なお、平成25年度にLPデータから作成した地形の3次元モデルにより、従来であれば横断測量がなされず、地形形状が把握されていない箇所においては、水路設置のためにその一部で盛土を先行して施工することが必要であることが確認できた。

このほか試行においては、施工箇所の上流端付近には電力会社の架空線があり、根固ブロックや木工沈床工の施工に用いるラフタークレーン（50t）との干渉が懸念された。そこで、架空線位置付近の3次元モデルを作成し、さらに架空線の配置も3次元モデルに反映し、クレーンの配置やブームの状況を踏まえた干渉の有無について確認を行った。根固めブロックの据え付け作業中におけるクレーンと架空線の取り合いを可視化することで、平面、断面の他、斜め方向からも離隔の確認が可能となり、クレーンの配置やブームの状態によっては、架空線と接触する可能性があり、施工にあたっては対策や注意喚起が必要ということが分かった（図-6参照）。

試行工事終了後、上流側における工区において、試行工事で施工する堤防天端を工事用道路として使用することが想定され、その際には、架空線の下を通過することとなるため、盛土により架空線との離隔が確保できるか懸念された。このため築堤盛土完了後の堤防天端の車両走行時について、架空線と工事用車両の離隔（高さ制限3.8m）が確保できるかについて、3次元モデルを活用し、計測ツールにて容易に離隔の確認を行い、盛土完了後、堤防天端の車両走行が可能であることを確認した。

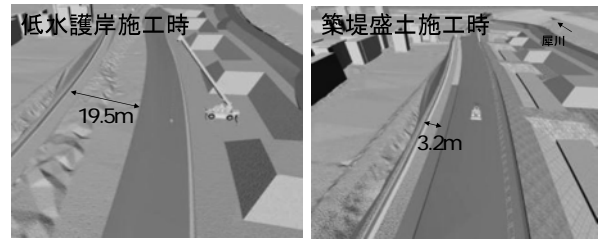


図-5 堤脚沿いの水路工事の確認

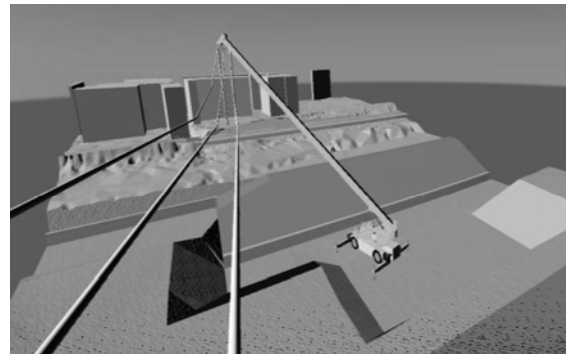


図-6 クレーンと架空線との干渉の確認

5. おわりに

本稿は、築堤事業の施工段階におけるCIMの適用について述べたものであるが、CIMの適用により期待される効果について、その一部を試行工事を通じて確認することができた。

なお、荻原地区における築堤護岸工事においては、情報化施工等についても試行しており、その結果等については、別途、機会があれば報告等をして参りたい。

参考文献

- 1) CIM 技術検討会：CIM 技術検討会 平成 26 年度報告, 2015. <http://www.cals.jacic.or.jp/CIM/Contents/H26report_0522.pdf>, (入手 2015.6.26) .
- 2) 北陸地方建設事業推進協議会工事施工対策部会：土木工事設計図書の照査ガイドライン(案), 2014. <http://www.hrr.mlit.go.jp/gijyutu/4tenset/h2608_4tenset-syousa.pdf>, (入手 2015.6.26) .
- 3) 北陸地方整備局企画部：土木工事現場必携 工事書類作成マニュアル編, 2013. <<http://www.hrr.mlit.go.jp/gijyutu/hikkei/PDF/H2604hikkeikoujisyorui.pdf>>, (入手 2015.6.26) .
- 4) 宮武一郎, 田村利晶, 盛伸行, 岡井春樹, 高岸智紘：築堤事業の設計における CIM の適用についての一考察, 土木学会論文集 F3 (土木情報学) Vol.70, No.2, II_1-II_8, 土木学会, 2014.