

i-constructionを活用した由良川 緊急治水対策事業での取り組みについて

連名の場合の注意事項

- ・左記載の方(1の方)が発表者。
- ・連名者は1名まで。

南方 良太¹

¹福知山河川国道事務所 工務第一課 (〒620-0875京都府福知山市字堀小字今岡2459-14)

福知山河川国道事務所では、由良川での近年の度重なる洪水被害を受け、緊急治水対策を推進している。その由良川緊急治水対策事業の一環として実施している、前田地区の整備(築堤L=1.8km,樋門2基)において、ICT及びBIM/CIMの活用に取り組んでおり、特にBIM/CIMを活用した樋門の施工においては、整備局管内でも事例がなく、初めて取り組んだものである。

本稿では、i-constructionを活用した由良川緊急治水対策事業での取り組み、また、i-constructionサポート事務所としての取り組みについても紹介する。

キーワード 由良川, 緊急治水対策, ICT施工, BIM/CIM

1. はじめに

(1) 由良川流域の概要

由良川は、京都北部を流れ日本海に注ぎ、流域面積1,880 km²、延長146 km、流域人口約32万人を有する一級河川である。由良川は福知山盆地を流れ、丹後・丹波地域の中核である福知山市や綾部市が位置し資産が集中している。しかし、上流部は急勾配で流れが速く、下流部は山間地であり川幅が狭く緩勾配となるという地形特性ゆえに、由良川中流域は洪水に対し脆弱である。

特に近年、台風や前線活動による豪雨が原因となり甚大な洪水被害が頻発している。2004(平成16)年10月の台風23号や2013(平成25)年9月の台風18号では、福知山観測点において計画高水位に匹敵あるいは超過する洪水が発生し、甚大な被害が発生した。さらに2014(平成26)年8月には支川である法川・弘法川での総雨量が300 mmに達したことにより、福知山市街地において大規模な内水氾濫被害が発生した。



図-1 由良川流域図

(2) 緊急的な治水対策について

由良川では1999(平成11年)に河川整備基本方針、2013(平成25年)に河川整備計画が策定され、後者においては河道への配分流量について福知山地点で4,900 m³/s、綾部地点で3,600 m³/sと設定された。河川整備計画策定と同年、上記の2013年台風18号による甚大な被害が生じたことを踏まえ、整備計画での治水対策の内容を大幅に前倒して実施する緊急治水対策に着手することとなった。

この緊急治水対策においては、2004年と2013年の双方の洪水で浸水被害のあった箇所を対象として、概ね10年間で集中的に河川整備を進めることとなっており、集落が散在する下流部においては輪中堤や宅地嵩上げによる効率的な治水対策、中流部においては福知山市・綾部市の市街地が存在することから連続堤防の整備と河道掘削が位置付けられている。

本稿では中流部の前田地区での連続堤防の整備について紹介する。



図-2 由良川緊急治水対策の概要

(3) i-construction・BIM/CIMについて

i-constructionとは、国交省が掲げる20個の生産性革命プロジェクトのうちの一つで、測量から設計、施工、検査、維持管理に至る全ての事業プロセスでICTを導入することにより建設生産システム全体の生産性向上を目指す取り組みである。

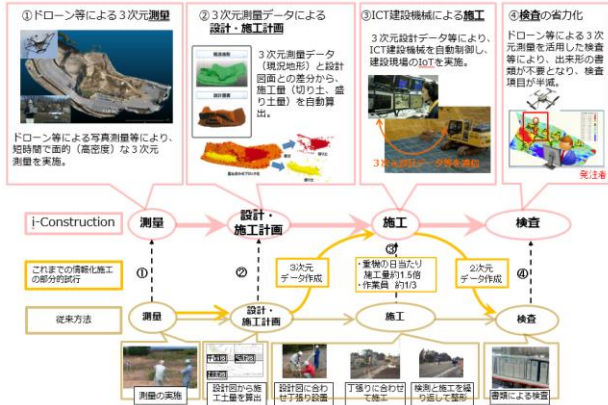


図-3 ICTの全面的な活用

BIM/CIMとは、計画、調査、設計段階から3次元モデルを導入することにより、その後の施工、維持管理の各段階においても3次元モデルを連携・発展させて事業全体にわたる関係者間の情報共有を容易にし、一連の建設生産・管理システムの効率化・高度化を図る取り組みである。福知山河川国道事務所は、i-constructionサポート事務所として積極的にICT技術を活用している。

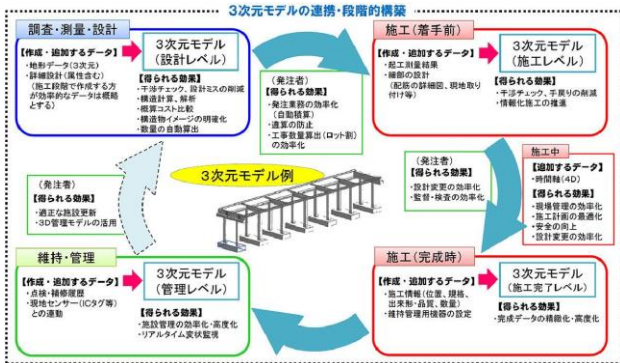


図-4 BIM/CIMの概念

(4) 本稿の目的

以上の背景を踏まえ本稿では、福知山河川国道事務所が由良川緊急治水対策の一環として事業を進めている連続堤防整備工事において、ICT及びBIM/CIMを活用した取り組みについて紹介する。

2. 連続堤防（前田地区）の整備

(1) 前田地区での施工内容について

由良川の中流部である前田地区は、堤防のない無堤区間で、過去に何度も洪水被害を受けている。なので、由良川緊急治水対策の一環として洪水氾濫の被害軽減を図るため、連続堤防の整備を行っている。

前田地区の連続堤防の築堤全延長はL=1.8km, 2基の樋門（大谷川樋門・六呂川樋門）も同時に築造する。築堤にはICT土工を、樋門の築造にはBIM/CIMを積極的に導入し、3次元データを利用することで、事業の効率化を目指し、i-constructionの普及・拡大を図っています。

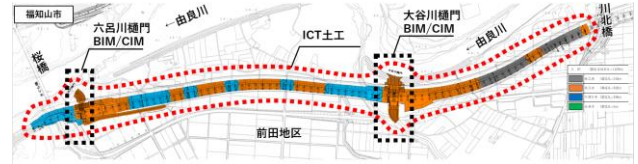


図-5 連続堤防（前田地区）

(2) ICTを活用した築堤について

前田地区の連続堤防の築堤には約20万m³の土が使用されICT土工で施工している。土の敷均し(図-6)、転圧作業(図-7)、覆土法面整形作業等(図-8)、複数の工種でICT施工を実施しており、実際に施工をしている業者の方にICTを活用することで生じるメリットやデメリット、また、従来と比べて、手間を省き工期短縮が出来たのか意見を伺い、以下の回答を得た。

(a) メリット

- ・従来施工で必要だった丁張掛け等の測量が不要になり、人件費・工程の省力化が図れる。
- ・重機オペレータが熟練でなくても施工精度が確保される。
- ・建機の周りで作業する人員が減ったことで安全性も向上した。
- ・データ上での出来形管理が、パソコン上で確認できる。
- ・仕上げ面以外の施工は出来形管理が不要な為、容易である。

(b) デメリット

- ・ICT建機及び3次元測量等のコストが高い。
- ・重機オペレータの技術が向上しない。
- ・現場での出来形確認が困難である。
- ・無線通信のため、天候等でGPS精度が低下した日は施工出来ない。
- ・位置情報が正確に得ているのかの確認が難しい。
- ・法面整形の仕上げはICT施工では誤差が出るので在来工法で仕上げることになる。

(c) ICTを活用することでの手間、工期等の短縮

- ・丁張の省力化でコストダウンはしたが、代わりに3次元データ作成・出来形測量等の費用を比べれば、差異はあまり無い。
- ・工期の短縮は在来通りと比べれば、起工測量・施工中の丁張掛け等・出来形測量を含めて約30日ほど短縮できた。



図-6 ICT土工 敷均し作業



図-7 ICT土工 転圧作業



図-8 ICT土工
覆土法面整形作業

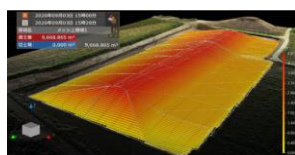


図-9 3次元設計データ

他にも、測量の省力化の部分については施工現場では有効となっており、測量・出張掛けが少ないほど、現場は余裕を持って施工出来るので是非次回も行いたい等の意見も頂いた。

3. BIM/CIMを活用した樋門の築造

(1) 施設の概要

大谷川樋門・六呂川樋門の概要は、以下の表の通りである。

表-1 大谷川樋門・六呂川樋門の概要

施設名	大谷川樋門	六呂川樋門
位置	左岸	左岸
	河口から40.2K	河口から38.8K
工期	R1. 6.28 ~ R3. 1.29	R2. 3.28 ~ R3. 6.30
金額	¥514,668,000-	¥363,055,000-
門扉・型式・寸法 (有効径×有効高)	鋼製ローラーゲート 幅 6.9m×高さ 3.7m×2門 幅 7.0m×高さ 3.7m×1門	鋼製ローラーゲート 幅 3.0m×高さ 2.7m×1門

(2) 図面の3D化

2次元図面を3次元図面にすると、完成像が一目でわかるようになり、また2次元の配筋図を3次元の配筋図にすると、配筋の干渉チェックや数量算出等が容易に出来るようになる。今回、BIM/CIMを活用するため2次元の図面を、3次元のデータに置き換える作業を4つ (AutoCAD, Revit, 3dsMAX, Trend CORE) の3D CADソフトで

作成した結果、各ソフトには以下の様な特徴が確認された。

(a) AutoCAD

寸法線が細かいところまですべて表示されるため全体を表記したときに煩雑な印象を受けるが、図面の表示倍率により表示される寸法を変え、表示する箇所を制限することができる

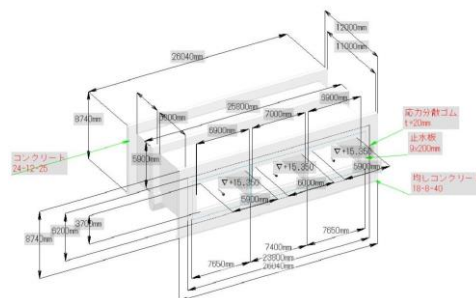


図-10 AutoCADで作成した構造図

(b) Revit

配筋3D図面を製図するのに適しており、配筋の干渉チェックを行うことができる。また、鉄筋番号毎に属性を持たせることが可能で、鉄筋重量表も自動計算される。

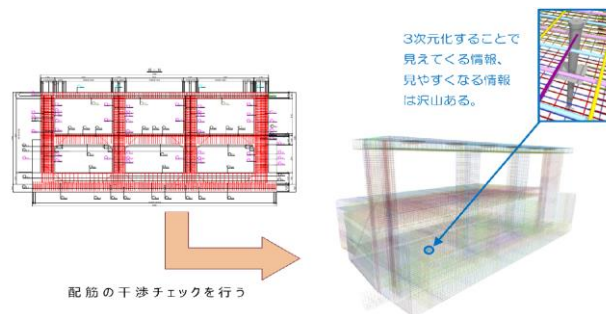


図-11 Revitで作成した配筋図

(c) 3dsMAX

マウスで回転・拡大縮小が簡単に行えるデータであり、もともと3D映像等のレンダリングソフトとして開発されたが、3次元図面を書くことも可能である。



図-12 3dsMAXで作成した縦断面図

(d) Trend CORE

国産ソフトであるので、国土交通省のガイドラインに沿った開発がされている。寸法線が全体表記では細部まで表示せず、拡大していくごとに順次表示されるので視

認性が良い。

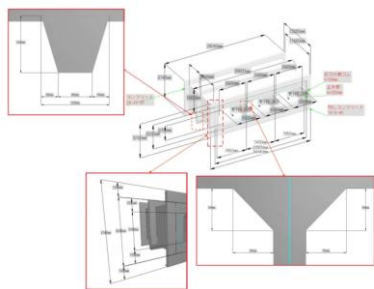


図-13 Trend COREで作成した構造図

このように、様々な3Dの表示方法やデータ形式が存在しており、用途に応じて使い分けのことが有用である。

(3) 実測データとの照合

実際に躯体が出来上がったので、出来上がった躯体の点群データ（現地計測値）と3次元の図面を照らし合わせたらどうなるのかを検証した。

図-14と図-15を比較して、コンクリートの色で表示されている部分が、躯体の方が外側に出ている部分を表している。外側にあるのは、設計モデルか、あるいは点群データなのか（設計モデルとどれくらいずれているのか）が分かる。しかし、ずれている寸法までは表すことができてないため、今後、その表記をどう表していくかが課題となる。

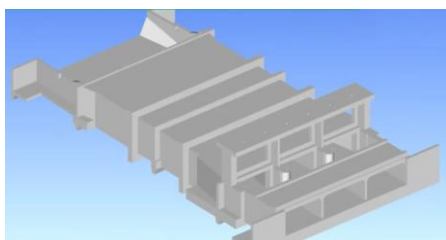


図-14 設計のモデル

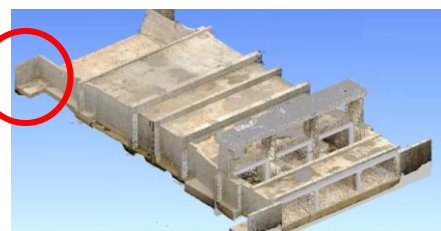


図-15 設計モデルに点群データを重ねた構造図

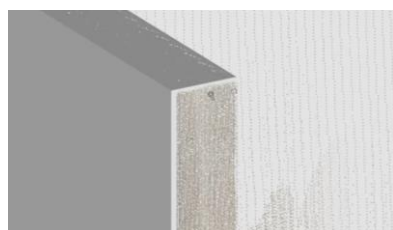


図-16 図-15 の一部（赤丸部分）を拡大した構造図

(4) 4D施工ステップによる施工計画

3次元に時間軸を取り入れた場合、4Dという言い方をし、時刻歴で現場の状況を把握することで施工ステップをつくることができる。

今回は、川表の方の堤外水路について紹介する。

図-17のようにこういったことを現場の作業員との打合せに活用し、施工手順等の確認に利用することも可能である。

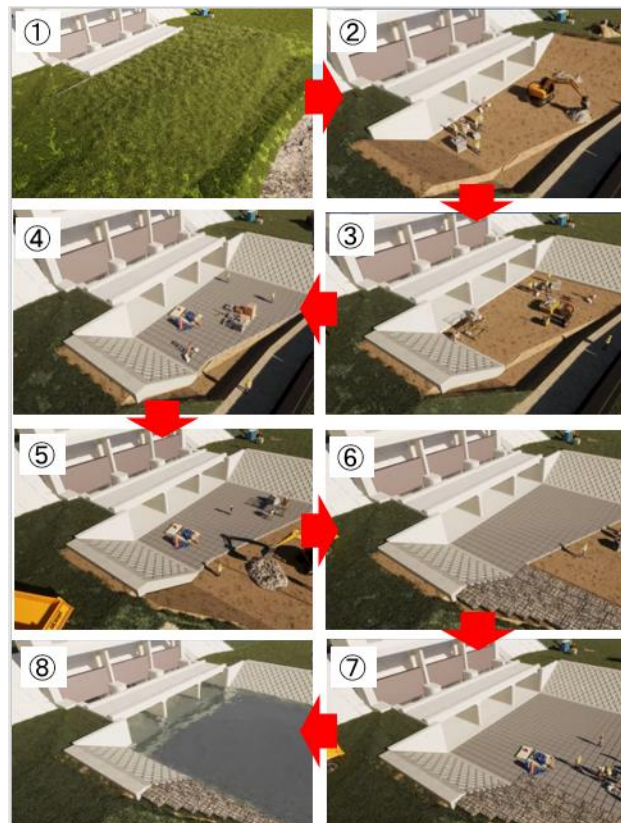


図-17 4D施工ステップによる施工計画図

4. 福知山河川国道事務所のI-constructionサポートについて

福知山河川国道事務所は、ICT-Full活用工事の実施や地域の取り組みをサポートする「i-constructionサポート事務所」であり、地方公共団体や地域企業に積極的な3次元データやICT等の新技術の活用を促進、i-constructionの普及・拡大を図るため、勉強会や工事現場見学会を実施した。

(1) 勉強会・工事現場見学会

当事務所や工事受注者、当事務所管内にある地元建設業者、地方公共団体を対象にR1, R2年度に勉強会・工事現場見学会を実施した。

参加者にアンケートをとったところ、「先端技術がどのように現場で用いられているか理解できた」、「3次元データでは、干渉する部分が一目瞭然で確認出来る為、照査にかかる時間が大幅に短縮でき有効である」等、前向きな感

想が多く見受けられた。

謝辞：本論文作成にあたり多大なる御協力を
頂きました皆様に感謝を申し上げます。

R2.9.29

i-Construction現場説明会を開催！

～BIM/CIMを活用した施工現場で3次元モデル作成の説明会を実施～

—福知山河川国道事務所—

福知山河川国道事務所はi-Constructionサポート事務所として、ICT施工やBIM/CIMを活用して設計・施工管理を推進し事務所発注工事の受注者や京都府・沿川各市役所職員への発信・普及に取り組んでいます。今回は、BIM/CIMを活用した施工現場説明、ドローンを利用した出来形管理手法の説明会を行いました。

<p>○日 時：令和2年9月29日(火) 13:30～15:00</p> <p>○場 所：前田地区大谷川樋門築造工事 (福知山市宇前田小学サクラ1853番5)</p> <p>○参加者：事務所発注工事の受注者(27名) 京都府及び福知山市職員(7名) 事務所職員(20名) 近畿地方整備局職員(3名) マスコミ関係者(5名)</p>	 <p style="font-size: x-small;">位置図</p>
---	--



藤田副所長によるBIM/CIM導入の実施事例説明



モニターで3次元モデルの説明



ドローンのデモ飛行を披露



客手事務所職員による工事概要説明

参加者のご意見

- ・ 従来施工との違いや新しい技術の特徴を知ることができ今後工事発注する際の技術選定の参考になった。
- ・ 説明を受けた後にドローンの飛行を見ることで、先端技術がどのように現場で用いられているか理解できた。

【問い合わせ先】
国土交通省 近畿地方整備局 福知山河川国道事務所 工務第一課
〒620-0875 福知山市堀2459-14 TEL 0773-22-9104(代表)

図-18 現場見学会の活動報告

5. まとめ

BIM/CIMを活用することで、発注者にとっても大いにメリットがあり、施工や設計、ミス等の発見に寄与することが出来る。また、受注者にとっても施工計画では、施工ヤードの移動に伴う資材の移動シュミレーションや、重機の検討、安全計画などにもその時点の現場状況を作り出すことができ、施工では、鉄筋の干渉チェックや支保工内の作業スペースの確保などの視認性が良くなり作業員に伝達するのも容易となった。現場の施工漏れやミスの判断や検討に要する時間も大幅に短縮できることがBIM/CIM活用の最大のメリットである。そのため、今後も幅広くBIM/CIMを活用して行くことが重要である。しかし、3次元モデル作成には時間とコストがかかるというデメリットもあるが、利用される機会が増えることでこの問題は解消されると考える。また、3次元モデルを扱う現場の方々がまだまだ慣れていないため、事例集などを充実させて作成したモデルを十分に利活用できるように啓蒙していく必要がある。

今後、災害や瑕疵があった場合、比較して移動や損傷の度合いを評価するため、完成した構造物などをしっかり3次元データで残していく必要がある。また、維持管理においても経年変化を把握することが今後の課題であると考えられる。