

# 砂防工事におけるBIM/CIM活用について

大橋 彬

利根川水系砂防事務所 片品出張所 (〒378-0415 群馬県利根郡片品村鎌田3952)

我が国の公共工事においては、データの活用・共有による受発注者双方の生産性向上を目的として、2023年度よりBIM/CIM活用が原則適用となっています。しかしながら、砂防分野における取組では、コンクリート堰堤本体等構造物での活用は乏しい状況です。

そうした状況の中で、本稿では片品出張所管内の「R5片品上流第二砂防堰堤工事」で新設の砂防堰堤にて、BIM/CIM活用・実施を図るものとし、実工事での具体的な活用例、現段階でのBIM/CIM活用の効果、今後の課題などについて報告を行います。

キーワード BIM/CIM活用工事, モデル作成, 活用項目の選定, 属性情報, VR/AR

## 1. 工事概要

本工事は一級河川利根川水系の片品川流域で計画された砂防堰堤を新設する工事の一環で、本堰堤の掘削や床堀及び基礎部の一部コンクリート打設 (h=5.0m) を施工するものです。

施工箇所の周辺状況を (図-1) , 工事概要を (表-1) に示します。



図-1 施工箇所周辺状況 (片品川下流側から施工箇所を望む)

2023年5月18日撮影

表-1 工事概要

工事名	R5片品上流第二砂防堰堤工事	
施工位置	群馬県利根郡片品村戸倉地先	
入札方式	一般競争入札 (総合評価落札方式 (施工能力評価Ⅱ型))	
工期	2023年5月16日~2025年1月31日	
工事内容	砂防堰堤工	一式
	砂防土工	V≒9,900m <sup>3</sup>
	コンクリート堰堤工 (本堰堤全体)	V≒2,830m <sup>3</sup> (V≒8,800m <sup>3</sup> )
	仮設工	一式
施設概要	【本堰堤】 ・堤高=18.00m ・堤頂長=83.00m	【副堰堤】 ・堤高=6.00m ・堤頂長=36.00m
BIM/CIM	BIM/CIM活用工事 (受注者希望型)	

## 2. BIM/CIMデータの作成と活用

当該堰堤の設計では、BIM/CIM活用に必要なCIMモデルのほか点群データも無いなかで、工事受注者から山間地での現場特性に応じた協議に向けた資料や砂防施設のコンクリート打設施工を踏まえた管理資料、現場作業に伴う安全対策・教育資料としてのBIM/CIM活用に取り組む協議があり、その内容に必要なデータ等を受発注者間で確認することから始めました。現地着手後、基礎データとなる点群データを取得し、以下に示すCIMモデルを作成し、活用を図るものとなりました。

- 砂防堰堤打設リフトスケジュールモデル
- 土工・掘削モデル
- 施工ステップモデル
- 完成モデル

また、受注者はVR/ARといったツールを導入し、現地施工での日々の安全教育や作業指示の資料にも活用することとしております。

### (1) UAVレーザードローンによるデータ取得

本工事の施工現場は、写真(図-1)の様によくの木々が繁茂した急峻で河川両岸が崖状の地形となっているため、トータルステーションや地上型レーザースカナーでの方法では急峻な斜面での作業を伴い、墜落・転落の危険が考えられました。そのため、安全性も考慮し、施工箇所上空からでも植生下の地表面を瞬時にデータ取得可能な「UAVレーザードローン」による手法(図-2)を採用し、点群データ(図-3)を取得して地形図のモデルを作成しました。ドローンの離発着は施工現場から約300m下流の開けた場所からとし、上下流約150m、左右岸方向約200mの範囲を約1時間程度でのドローン飛行で終わることが出来ました。



図-2 データ取得のためのドローン作業風景  
(使用したドローン)

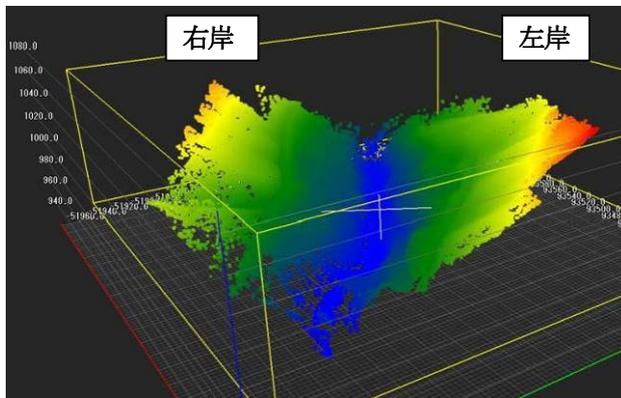


図-3 取得した点群データ

### (2) CIMモデルの作成

UAVレーザードローンにより取得した現況地形図に、今回施工を予定する構造物の3次元データを加え、必要なCIMモデルの作成を行いました。

### (3) BIM/CIMを活用した実施項目

#### a) 砂防堰堤打設リフトスケジュールモデル

本工事ではコンクリート堰堤の施工で得られる情報や将来的な維持管理を見据えて、砂防堰堤の打設リフトスケジュールを想定したモデルを作成し、活用しました。打設リフトスケジュールモデルとは、(図-4)のよう

に砂防堰堤のコンクリート構築部分をコンクリート打設順序毎に区分けしたものとなります。

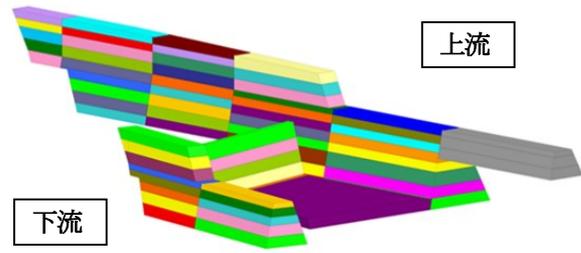


図-4 打設リフトスケジュールモデル(堰堤右岸側イメージ図)

このモデルは、打設開始前のコンクリート打設計画元に使用するコンクリートの配合計画や施工日当日の気象条件の他、コンクリートの現着時試験及び強度試験の結果などを属性情報として取り込むことで、監督・検査の品質管理の取りまとめ資料としても活用を図るものとなっています。色分けされたブロック毎に使用するコンクリート材料の情報を取り込むことが出来るため、これまでのコンクリート打設管理資料に加え、施工箇所とのリンクを含めたコンパクトなまとめが可能となります。また、作成するモデルは今後の工事施工でも活用することで、属性情報を追加し、堰堤完成時には施工全体の情報が入る資料となります。さらに当該施設の維持管理における施工資料としての活用も想定したモデルとなっています。今回工事で得られる属性情報の範囲を本堰堤正面図(図-5)を用いて示します。

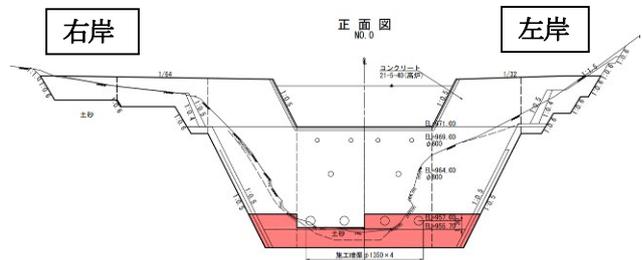


図-5 堰堤正面図

#### b) 土工・掘削モデル

UAVレーザードローンにより取得した点群データから土工・掘削モデルを作成し、最新の現況地盤情報となる詳細な地盤高・地質の変化点をモデル化することで、設計時と工事着手段階での掘削勾配や施工範囲を面的にデータ化し、施工開始後に現地との相違があった場合には速やかに協議資料や対策などの検討資料となる活用を想定しましたが、今回施工中では、想定した様な事象の発生はありませんでした。

#### c) 施工ステップモデル

本工事は高さ約25mを超える掘削法面を含めた河川内での作業を伴うため掘削作業重機や作業員の配置、出水時等の退避計画といったリスクについて、施工ステップモデルを作成することで、危険予知やリスクに対する検

討資料とすることが出来ました。さらに、河川内作業時における出水等による増水時の重機避難経路の確認及び片品川の流水が工事用道路へ与える影響、また、その様な緊急時の際に作業員がどのような避難行動を取るべきかを想定した事前確認を行うためにも視覚的に分かり易い資料を作成し、作業員全員への周知に活用を図ることが出来ました。

作成したモデルの活用により出水等があった場合でも赤丸の位置(図-6)は水没しないことが確認出来たため、重機の退避場所として決定し、安全資料としても活用を図れるものとなっています。

出水時を想定したモデルの一例を(図-6)に示します。

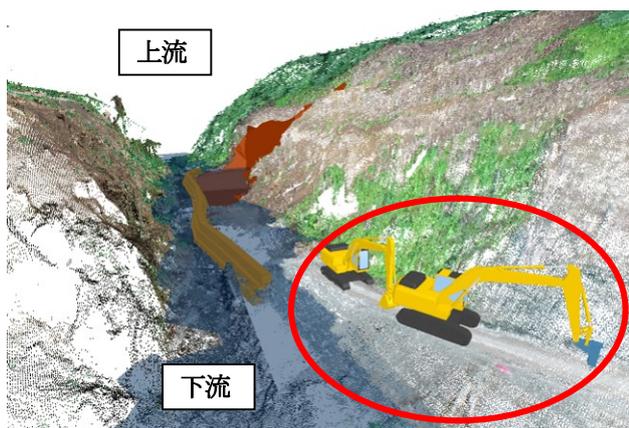


図-6 出水時を想定した施工ステップモデル  
(下流側から施工箇所を望む)

#### d) 完成モデル

本工事は、片品川に新設される砂防堰堤であり、作業員への安全教育及び第三者や関係機関への現場説明・協議用資料となる堰堤全体の完成モデルの作成を行いました。(図-7) 現状では構造物も無く川と山が広がる場所ではありますが、その地に砂防堰堤を構築するにあたって、従来までの完成イメージに加え、3次元的なモデルによる資料とすることで、説明資料としての認識度のアップ、施工する作業員への意識向上に繋がる資料となりました。



図-7 ARで写した完成モデル  
(下流側から施工箇所を写す)

### 3. VR/ARの活用

#### (1) VRについて

VR (Virtual Reality) とは仮想現実のことを指し、専用ゴーグルで視界を覆い360°の映像を映し出すことで、実際にその空間にいるような感覚を得られる技術となります。VRの実演状況を(図-8)及び掘削中の施工ステップモデルを(図-9)に示します。

本工事では、作成したモデル空間の中に使用予定の重機を配置し、専用のコントローラーで空間内にて自由に操作することにより、また、上空や堰堤上などの様々な視点からの各施工段階での重機配置や出水時の浸水状況などの確認を行うことが可能となりました。施工者からは、縮尺も反映し、事前の重機選定や安全通路などの配置計画、出水時の重機退避計画の作成・周知だけでなく、現場着手前に現場事務所などで体験・体感出来るため、新規入場教育や安全教育資料としても活用出来る資料になったと聞いています。



図-8 VR実演状況と操作機械  
(コントロールスティックとVRゴーグル)



図-9 掘削中の施工ステップモデル

#### (2) ARについて

AR (Augmented Reality) とは拡張現実のことを指し、タブレットなどの端末に作成モデルを読み込ませ、現況の施工箇所と重ねることなどで、どの位置・方向からでも端末上に作成した完成モデルとの重ねイメージが表現出来る技術になります。

作成した完成形モデルを使用し、現地での作業指示や安全教育資料として活用しました。

開催した体験会参加者からは、ARは現地において構造物の規模感や形状を立体的に確認出来るため、現場見学会等への活用が有効との感想がありました。

AR実演会の状況を（図-10）に示します。



図-10 AR実演状況

#### 4. まとめ

今回、砂防堰堤工事においてBIM/CIMを活用した結果、3次元にすることで従来の方法では確認が困難であった

構造物の完成イメージや地山との取り合い部分などについて、施工前に明確にすることが出来ました。また、画面を通して第三者と情報共有が図れるほか、作業員同士が互いの作業環境を確認し合えることは安全に現場施工を進めるにあたって、有効的なツールと思います。

今後の課題としては、本工事で現段階までの取り組み結果から、CIMモデル作成には点群データの準備・処理のほか、3次元データの作成に時間がかかることや属性情報の追加・取込に伴う作業が発生し、専門技術も伴うことから従来の図面作成に比べ時間を要するため、柔軟な工期設定への配慮が必要と思います。

今後、砂防分野でも、BIM/CIM活用を積極的に取り組んで行くことで、経験の浅い者であってもモデル作成やその費用に対する成果品の妥当性の判断や作成モデルに付与する必要な属性情報の検討・選択作業の経験となるため、他の砂防工事でもBIM/CIM活用が進み誰もが手軽に活用出来るようになることを望みます。

最後に本工事は今後も継続していくため、工事完了まで安全かつより良い品質を志したものの作りが達成出来るように、事務所及び受注者とのコミュニケーションを密に行うとともに、今回工事で活用を図ることとしたBIM/CIMを活用し、受発注者双方が更に業務の効率化・高度化を図れるように施工を進めていきたい。