

26 その他

地方発！砂防工事での BIM/CIM モデル普段使いのすすめ

宮崎県土木施工管理技士会
旭建設株式会社
土木部長
河野 義博

1. はじめに

DX化全盛の昨今、BIM/CIMモデルを活用していくことはこれからの土木技術者にとって必要なスキルであると誰しも自覚している事ではないかと思うが、私は現場を3D化する事が好きで10年ほど前から、現場を受け持つたびに3Dモデル化に取り組んできた。それは、趣味と化しているのではないかと感じるほどである。

この工事は、2020年9月の台風10号災害の現場で、台風時の大雨により斜面崩壊が発生した現場で砂防堰堤を施工するものである。この現場においても、BIM/CIMモデルを駆使した事で様々な問題を解決できた事を述べる。

工事概要

- (1) 工事名：令和2年度災関砂防第1-3号
鹿野遊谷川砂防堰堤工事
- (2) 発注者：宮崎県日向土木事務所椎葉駐在所
- (3) 工事場所：宮崎県東臼杵郡椎葉村下福良
- (4) 工期：令和3年6月22日～
令和4年12月20日
- (5) 主要工種
軟岩掘削（無人化） $V = 2,600\text{m}^3$
上部法面掘削工（ICT） $V = 900\text{m}^3$
モルタル吹付工 $A = 670\text{m}^2$
砂防堰堤コンクリート $V = 1,100\text{m}^3$

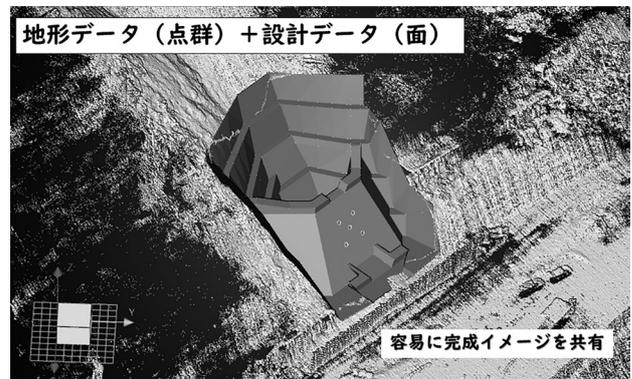


図-1 完成予想図

2. 現場における問題点と課題

砂防堰堤の工事着手にあたり、設計図書の照査を行ったが、平面図や縦横断面図に示す掘削形状が複雑で、土木経験30年以上の経験を持つ私でも理解し難い状況であった。

昔からの技術者は2D図面を見て頭の中で3Dできると良く聞かすが100%すべてを立体化できるような、そんな凄い能力を持つ人はそう多くは存在しないのではないかとと思われる。とりあえず私には無理なので3D化を行った。

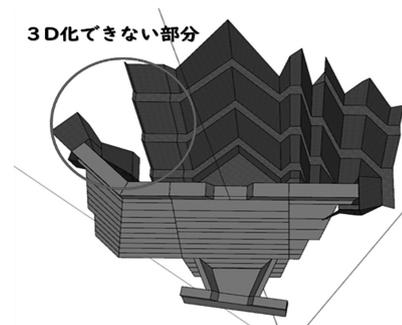


図-2 3Dモデル図（複雑）

結果、図-2の様にBIM/CIMモデルとして図形が結合できない事が判明した。また、掘削形状として非常に複雑なため物理的に施工できない事も判明した。

前述したように2D図面上で施工可能な形状か、判断はそう簡単にできる事ではない。こういった事例はこれまで幾度となく繰り返され、現場で擦り付け施工という現地合わせの手法で帳尻合わせをしながら施工してきた。これは測点毎のピンポイント断面管理であったため可能であったが、DX全盛の時代にICT施工が主流となっている状況で三次元設計データは必須である。擦り付け施工の部分も設計データとしてしっかり作り込まなければ機械は動いてくれないのである。

3. 工夫・改善点と適用結果

発注者・設計者・施工者が一堂に会して設計図書の照査内容を共有し施工検討を行う、三者検討会（国交省直轄工事という工事監理連絡会）において、決定していた追加のボーリング調査の結果、背面の掘削勾配が3分勾配⇒6分勾配へと設計の見直しがされ、砂防堰堤の形状も同時に変更となった。

掘削はシンプルなほうが施工性は格段に良い。複雑な形状であるがゆえに掘削形状を結合できない部分も発生するため、この機会に図-3のようなシンプルな掘削形状へと弊社にてBIM/CIMモデルを制作し発注者に提案した。

図-3に示すBIM/CIMモデルは砂防堰堤の形状に従い、標準断面図に示す法勾配や小段幅を参

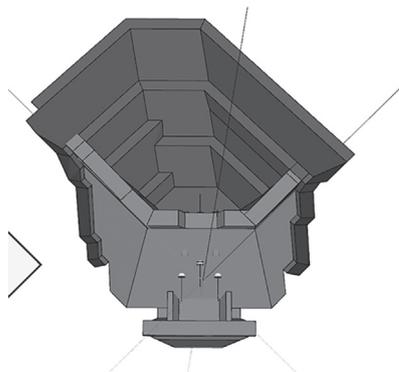


図-3 BIM/CIMモデル図（シンプル）

考に3時間程で制作した。施工提案するにあたり工夫した点を2点示す。

① 掘削可能な高さ以内とするための検討

事前にUAV測量を行い点群化しておいたデータに設計検討中のデータを重ね合わせ、極端に掘削高が高くなるように何度も修正した。

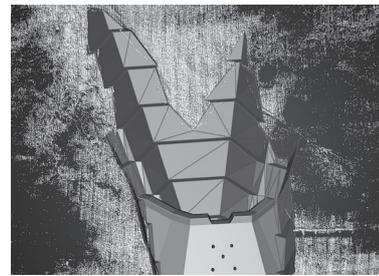


図-4 検討途中のデータ（法高が高過ぎる）

図-5は点群データに三次元設計データを重ね合わせ、掘削法頭位置を黄色で示した図である。

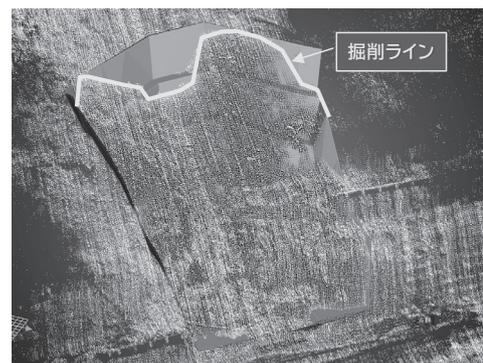


図-5 掘削法頭位置を黄色線で示す

この位置であれば仮設盛土を行い、重機登坂路を造成する事で0.7m級のバックホウを使用すれば掘削が可能な高さとなる。

※重機作業床+10.0m未満が条件

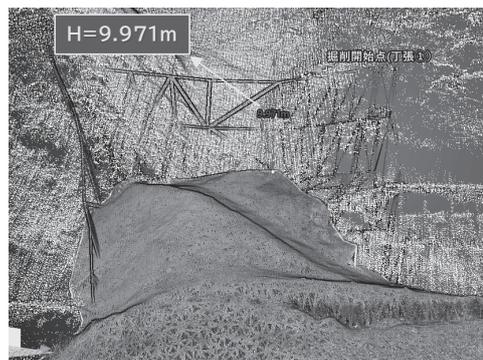


図-6 仮設盛土後の作業高

図-6は図-5に仮設盛土（茶色部）を施工した後の点群データである。掘削開始点までの直高は $H=9.97\text{m}$ で 10m 以内となっている。

② 土砂捕獲量の検討

この砂防堰堤は堰堤背面の土砂捕獲量が設計段階で設定されており、当初設計時に計画されていた土砂捕獲可能量と同等以上の容積を確保する必要があった。何度も掘削形状を変更しながら捕獲量をクリアできるように調整しなければならぬと覚悟していたが、1回でこの条件をクリアする事ができた。

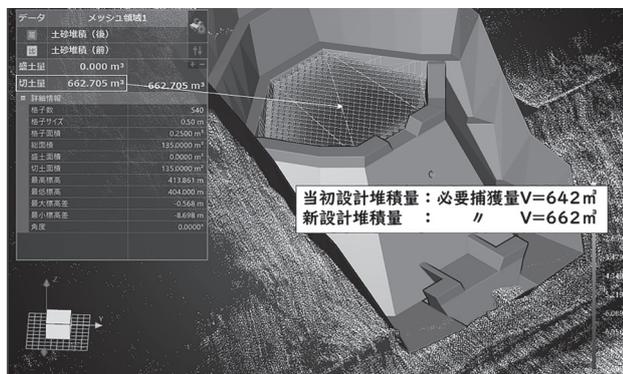


図-7 土砂捕獲量の検証

当初設計時に設定されていた必要捕獲量である $V=642\text{m}^3$ に対し、 $V=662\text{m}^3$ とすることができた。これは、砂防堰堤と背面の掘削面との差分により三次元土量解析で算出したもので、背面ポケット天端面となる部分は別途三次元設計データを作成し土量解析を実施した。

以上、BIM/CIMモデルを活用する事で、容易に掘削形状の変更提案をすることができ、この案を採用して頂けたが、これは標準的な建設機械を使って施工できるように施工計画を加味した内容となっている事が特徴である。

ここで自分の考えを述べるが、BIM/CIMモデル活用はあくまでも手段であるということだ。BIM/CIMモデルを制作する事のみでは業務効率は向上しない。逆に通常業務の時間を割いて制作時間を確保する必要があり業務効率が落ちる要因である。図-1の様に、利害関係者とアウトプットイメージを共有する事も活用の一例ではあるが、これだけでは何とも勿体ない。

『普段使い』のキーワードに従い、活用事例を順に示す。

① 設計土量の算出

ICT活用工事では定番の活用方法であるが、今回の砂防堰堤土工の様に、土量計算が複雑化する要素を含む場合は非常に有効な機能である。

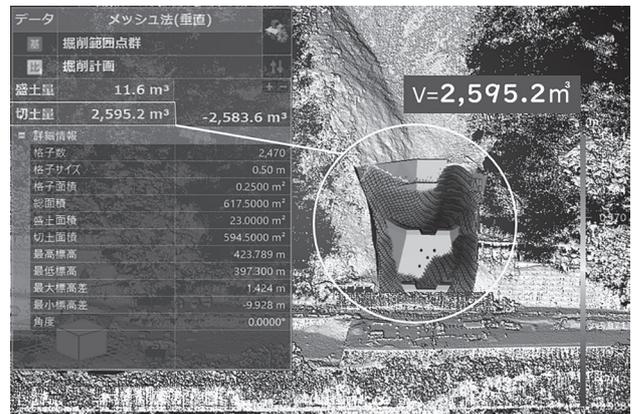


図-8 掘削土量一括算出

この機能は、ICT活用工事では当たり前の機能となっているが、非常に便利な機能のひとつである。横断図を基に平均断面法で数量計算する手間と比較すると横断図作成+測点ごとのCAD求積+平均断面法による土量計算書作成で3日は要するであろう作業が三次元設計データと地形データさえあれば、半日以内で数量算出が可能である。

② 当初設計では予期できない変更協議に活用

掘削を進めていく段階で、地中に埋まっていた既設構造物により当初設計から変更する必要が発生した際の根拠資料として活用。

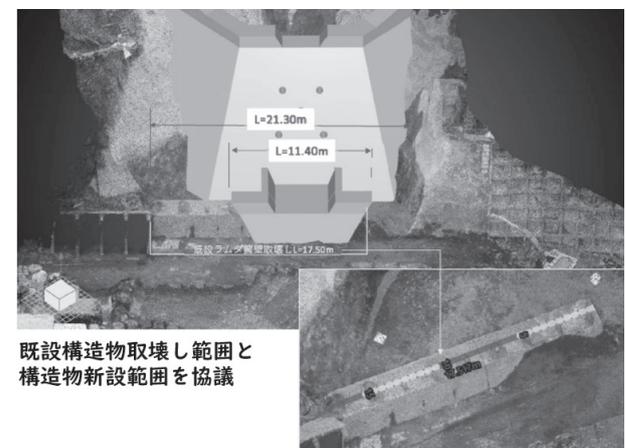


図-9 設計変更協議に活用

③ 砂防堰堤本体工の数量チェックに活用

今回の砂防堰堤工事は、砂防堰堤本体のコンクリート体積計算が複雑であったため、数量計算書のチェックが難解であった。このため、BIM/CIMモデル上で打設ブロック毎にモデルを詳細化させ、ひとブロック毎に計算できるように計算方法を変更した。

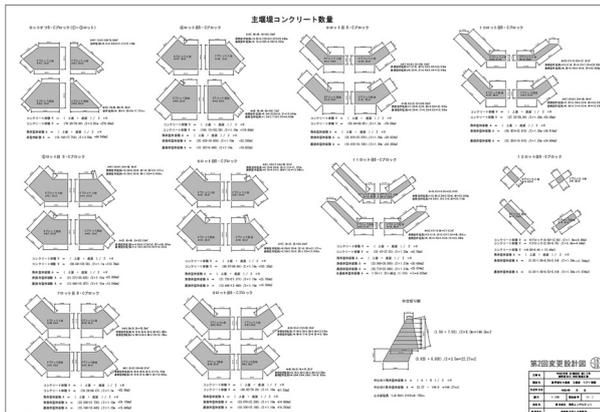


図-10 ブロック毎に数量計算

この手法は、従来の数量計算手法に合わせてBIM/CIMモデルをベースにして数量根拠資料を作成したものであるが、将来的には下の図-11・12の様に、瞬時に数量を求める事が認められるようになるのではないかと期待している。

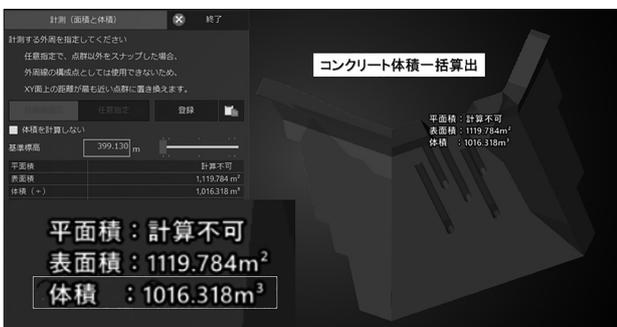


図-11 コンクリート体積一括算出



図-12 型枠面積一括算出

現在はチェックなど参考程度に留める使用方法

になるが、数量が合致すれば安心材料となる。

④ 現場見学会等の説明時に活用

この現場は、台風災害が発生した現場に砂防堰堤を構築する工事で、発注機関の現場視察（多数）や現場見学会5回開催など対外的に現場を説明する機会が多い現場であった。分かりにくい資料で説明するより、せっかくBIM/CIMモデルを制作しているのでデータを流用し3Dプリンターを使って模型を製作し活用した。



図-13 模型を製作

4. おわりに

BIM/CIM施策に従い、3Dモデルを活用し、難解な施工を簡単化させ工事を進める事ができたが、巷で言われるように、BIM/CIMモデルは制作に時間を要するのは確かである。

しかし、BIM/CIMの施策は始まったばかりである。はじめは戸惑うが、『普段使い』を推進し慣れていく事が肝要であると考えます。

2DCADは土木業界では30年以上前から存在し、当時は講習会に通うなどCADを習得しようと熱心に取り組んだものだ。

BIM/CIMも同様で、その後の活用を最大化させればトータル的には3Dを活用するほうが業務効率は向上すると確信している。

BIM/CIMの施策はまだ始まったばかり、性急に効率を論じるより、確実に仕事が易くなるこの仕組みは、早く自分のものにしたほうが良いと考える。今後のソフトウェア開発に期待し、未来の土木を楽しみたいものである。