

土砂仮置き場返還における BIM/CIMの活用について

笹田 英¹・古賀 裕英²

¹近畿地方整備局 福知山河川国道事務所 福知山出張所 (〒620-0875福知山市字堀小字蛇ヶ端)

²近畿地方整備局 福知山河川国道事務所 (〒620-0875京都府福知山市堀小字今岡2459-14)

福知山河川国道事務所管内，由良川中流部に位置する京都府福知山市川北地区には，由良川の河道掘削等で大量に発生する土砂を築堤材等に利用するための土砂置き場（川北ストックヤード）がある。由良川の河川改修が概ね進んだことからこの土砂置き場をH24当時の地盤高さに復旧した上で地元住民へ借地返還することとなり，その際の土砂量の算出や地盤高の概略検討，およびその住民説明のため，BIM/CIMを活用した。

本稿は施工だけではなく，計画・検討で活躍するBIM/CIMの活用事例について説明するものである。

キーワード 由良川，BIM/CIM，CIMモデル，ストックヤード，造成計画，土量計算

1.概要

今回，発表する京都府北部に位置する「由良川」は，その源を三国岳（標高959m）に発し，途中，土師川を合流し日本海に注ぐ，流域面積1,880km²，幹線流路延長146km，流域関係市町人口約32万人の一級河川である。

（図-1）

その中流部に位置する，京都府福知山市川北地区には，由良川の河道掘削等で大量に発生する土砂を築堤材等に利用するための土砂置き場（川北ストックヤード）がある。（図-2）（図-3）平成24年（2012年）に農地，林地が借地され，現在に至るまで多くの土砂が川北ストックヤードに運び込まれてきた。由良川の河川改修が概ね進む中，令和4年度（2022年度）から川北ストックヤードの借地返還が地元住民へ行われることから，今回，返還計画の検討をCIMを活用し行う事となった。検討内容は大きく分けて以下の2つとなる。

- ① スtock土砂量の算出
 - ② 返還後の地盤高の概略検討と地元への説明方法
- 本論文では，上記の2つについて，CIM活用事例を紹介する。



図-1 由良川位置図



図-2 川北ストックヤード位置図



図3 川北ストックヤード航空写真

2. 川北ストックヤードの残土量算出について

川北ストックヤードには連日多くの土砂が運び込まれ、築堤材への土砂混合作業等が行われているため、借地当時の地盤高と現況の地盤高の差が不明であった。今回、ストックヤード内にある土量及び現況の地盤高を算出するに当たって、現況の計測が必要となったが、10ヘクタール以上あるストックヤードを、通常の平面縦横断測量で行うと現地作業に1ヶ月以上の時間がかかり、工事発注の遅れる等に繋がるリスクがあった。また、土量算出自体についても2次元図面で行った場合、各横断の土量算出を行った後、数量計算を実施する必要があるため、こちらも時間と費用に課題がある。

そのため、現在のストックヤードの地盤高計測にはUAV写真測量(図4)を用い、土量算出では測量成果と平成24年時点の借地前のLPデータを用いる事とした。

通常の方法では1か月以上かかる事が想定された測量作業は、UAV写真測量では半日で完了した。また、重機が行き交うストックヤード内に立ち入る必要がなかったため、完了まで安全に作業を行うことができた。写真測量のデータは3次元モデルに変換し、H24年の地盤高との差分を求めることで土量を算出。土量を算出する作業は、通常2次元図面を用いた算出方法であればおよそ2週間以上の作業時間となるところであったが、数日の作業で土量の算出、平面縦横断図の作成までおこなうことが可能であった。

また、今回採用したソフト(Autodesk Civil3D)では、高さ情報を着色したヒートマップ(図5)で表示する機能があったことから、3次元モデルを用いたことで、より視覚的で伝わりやすい説明資料を作成することができた。

表-1 CIMモデルと従来方法での比較対象

	測量	土量算出
CIM	<ul style="list-style-type: none"> UAV写真測量で半日 重機が行き交うヤードでも安全に作業可能。 <p style="text-align: center;">◎</p>	<ul style="list-style-type: none"> 2つの地盤高データの比較で数時間で算出可能 平面縦横断図作成を加えても数日で完了 <p style="text-align: center;">◎</p>
従来方法	<ul style="list-style-type: none"> 縦横断測量で約1ヶ月必要 重機が行き交うヤードに入るとの作業のため不安全 <p style="text-align: center;">△</p>	<ul style="list-style-type: none"> 多くの断面図を作成、断面積を計測し、計算する 作業に2週間以上かかる <p style="text-align: center;">△</p>

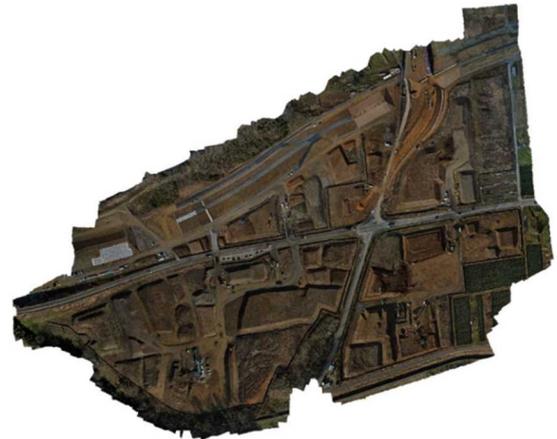


図4 UAV測量写真

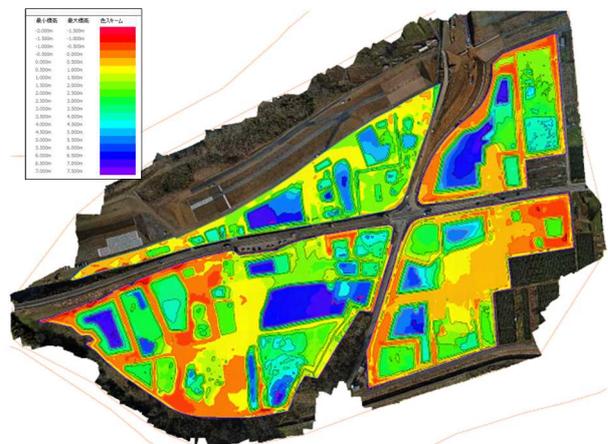


図5 標高ヒートマップ図

3. 返還後の地盤高の概略検討について

川北ストックヤードは、令和4年度（2022年度）からの借地返還のため、返還後の地盤高返還後の地盤高さを早急に計画・検討する必要があった。返還方法としては、現況復旧が基本方針であるが、返還前の地盤高は一様なものではなく、箇所によって起伏が多くあり、H24年の高さ通りに戻すことが施工管理上難しい。そのため、返還後の地盤高をなるべく一様な面、一様な勾配で返還できるように、返還地盤高の検討をCIMで行うこととした。

検討を行う際には、H24年のLPデータの地盤高をもとに、計画高さの検討を行い、返還エリア外周に発生する高低差と法面の状況を確認した。検討方法は、使用したソフトには「自動で地盤高を現況に近い形で、かつ一様な形で設定する」様な機能は無いため、地盤高の設定→現況地盤との差の確認を複数回トライアルして決定した。

計画面の検討手法としては、エリアを包括し、固定した端点を持ったサーフェス（面）を作成し、現地盤と近い形で端点の高さを調整する方法を選択。調整の際には、断面図を作成して現地盤との差を確認し、より差が少ない計画高を検討した。

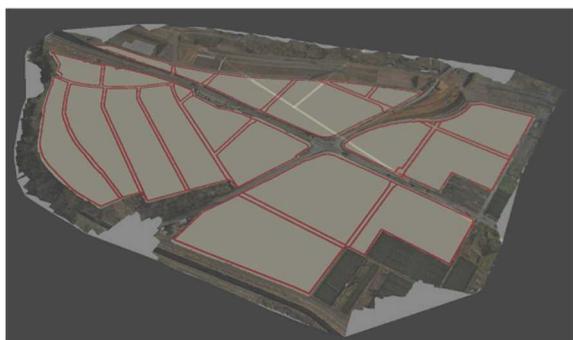


図-6 作成された造成計画3次元モデル

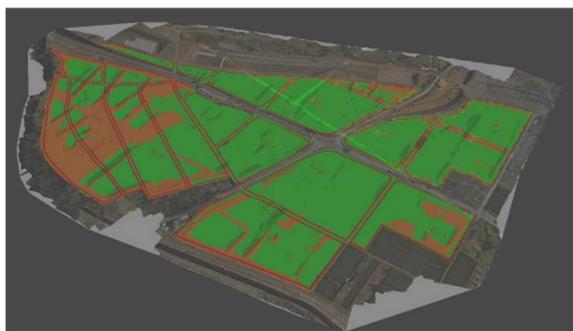


図-7 標高ヒートマップ図

4. 地元説明への対応

作成した3次元モデルは、検討だけでなく地元説明においても使用した。地元説明の場で3次元モデルを動かしながら要望に合わせた図を示すことができるため、主に説明のわかりやすさの点で好評を得ることができた。



図-8 地元説明会でのCIMモデルを用いた説明

5. CIMを活用することのメリットと注意点

今回CIMを活用しながら測量、土量計算、検討を行う中で、「UAVを用いた安全な測量」「3次元モデル化までできれば非常に容易な土量計算」「わかりやすい検討・説明用図の作成」等の多くのメリットを得ることができた。だが一方で、CIMを活用したためのミスも発生していた。耕地の返還のため、ストックヤードとして使用する前に剥がしていた元の耕土を耕起した土の上に戻す必要がある(図-9)のだが、土量計算時に誤って耕起した面の上面を基準として設定してしまったため、耕土分が数量に計上できていない誤った土量計算を行ってしまったのだ(図-10)。

3次元モデルは、一度作成してしまえばソフト上でいろいろな角度から情報を簡単に確認でき、多くのデータ算出を行うことができる。だが、確かめるべき箇所と知らなくても結果だけ算出できてしまうということでもあるため、従来手法とはまた別の視点での注意が必要になることを、作成する側だけでなく、成果を確認する側も認識しておかなければならない。

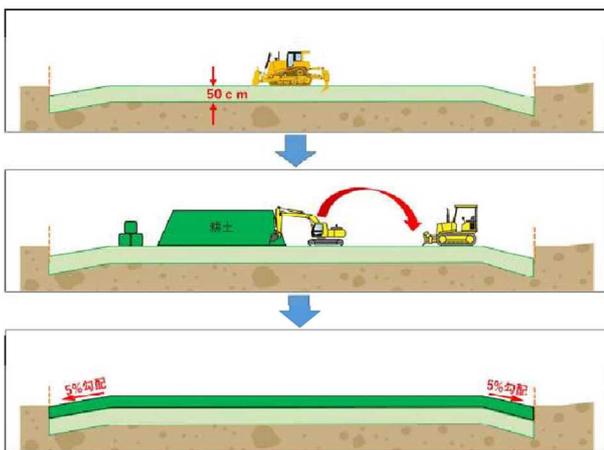


図-9 耕地返還時の手順

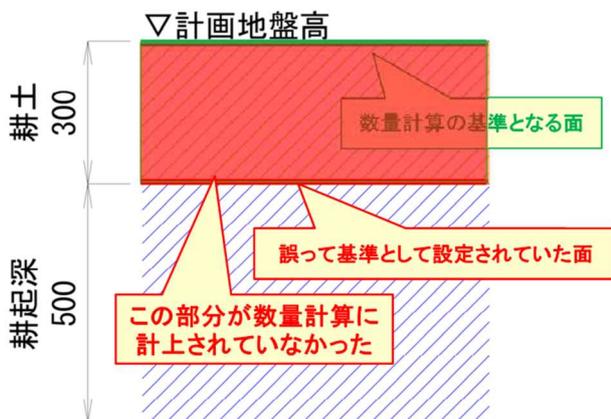


図-10 誤って設定していた面

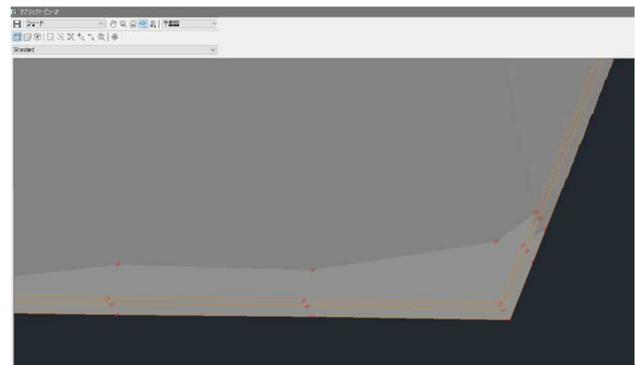


図-11 ミス発生箇所のモデルビューアソフト上での表示

6. まとめ

今回本稿で触れた土砂仮置き場の返還は、ドローンでの3次元モデル作成、3次元モデルでの検討と地元説明など、条件がBIM/CIMに適しており、もし使用せずに進めていれば受注者も発注者も苦勞するであろう現場であった。このような現場があると言うことを発注者として認識し、日々の業務の中で発見、提案することができれば、業務の効率化を進めることができるだろう。

また課題としては、今回発生したミスは、十分なノウハウがあれば事前に回避できるものであったことを意識する必要があるだろう。従来技術のノウハウと同じように、実際に携わり、ミスを経験・共有して対策することで対策できるミスだ。であるならばこそ、BIM/CIMをどこか遠くの技術だと距離を置かず、気軽に新技術に触れられるよう、大規模なものだけでなく、小規模で部分的、かつ簡単な技術の活用機会を増やしていくことが必要になるのではないだろうかと考えられる。

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。