

技術紹介 9 3次元地質モデルを活用した河道掘削設計および今後の展望

伊波 泰一斗
IHA Taito
水工・砂防西日本事業部 水工第六部



近年、国土交通省を主とした建設業界では、「ICT（情報通信技術）の全面的な活用」等の施策を導入し、生産性向上や魅力のある建設現場を目指す取組である i-Construction を進めている。ICT の一例として、BIM/CIM (Building/ Construction Information Modeling, Management) が挙げられ、取り扱う情報をデジタル化し、調査・測量・設計・施工・維持管理の一連の流れにおいて、同一データの共有を容易にすることで、建設生産・管理システムの効率化が期待されている。本稿では、河道掘削設計業務において i-Construction の一環である CIM モデルの活用により、設計業務の効率化、工事発注までの円滑化を図った事例と今後の展望を紹介する。

キーワード：河道掘削、i-Construction、3次元土層モデル、数量作成

1.はじめに

国土交通省では BIM/CIM の活用推進のために BIM/CIM 推進委員会が定期的開催されている。委員会では、令和5年度以降の詳細設計は BIM/CIM 活用業務を原則適用としており、今後も BIM/CIM 活用業務が増加すると考えられる。令和4年度 BIM/CIM 活用業務では、表-1 に示すようなリクワイヤメント（要求事項）①～⑦が項目化されており、本稿では「④概算工事費の算出（工区割りによる分割を考慮）」を紹介する。概算工事費の算出において、2次元設計では、区間ごとの標準断面積に延長を乗じて、土工数量を算出している。また、断面形状が場所によって変化する河道（主に河床）は、2次元設計の成果だと精度も低く、所定の区間ごとに土工横断面を作成し数量を算出する作業が時間を要するため、課題であった。対して、BIM/CIM モデルを使用した場合は、基本的に地形モデルと掘削モデルのサーフェスを作成することで、その差分から土工数量を算出することができる。また、点群データによる現況の地形モデルは再現性が高いため、数量の精度は高く、効率的に算出することができる。このように、2次元設計では時間を要した作業においても、BIM/CIM 技術を活用することにより効率的な業務遂行を可能とした事例、および当技術の発展性を以降に述べる。

表-1 BIM/CIM 業務における R4 リクワイヤメント¹⁾

項目
①可視化による設計選択肢の比較評価（配置計画案の比較等）
②リスクに関するシミュレーション（地質、騒音、浸水、既設構造物への影響等）
③対外説明（関係者協議、住民説明、広報等）
④概算工事費の算出（工区割りによる分割を考慮）
⑤4D モデルによる施工計画等の検討
⑥複数業務・工事を統合した工程管理及び情報共有
⑦既存地形及び地物の3次元データ作成

2.存在した課題

2-1. 地質ごとの土工数量算出

河道掘削機械については、掘削作業に伴う仮設盛土が不要であることや、ICT 施工による出来形管理が容易であることを踏まえ、水陸両用ブルドーザーを採用した。水陸両用ブルドーザーの作業効率は、岩層や砂層などの地質で変化するため、おのずと施工単価（円/m³）も変わる。このようなことも踏まえ、掘削土工数量を地質ごとに精度良く分ける必要があり、2次元設計では区間ごとの横断面図で想定土層断面を作成し数量を算出するといった作業になる。しかし、現場周辺の地質資料はまばらに点在する（図-1）程度であり、地質資料が不足する範囲の土層断面を想定することが困難であった。

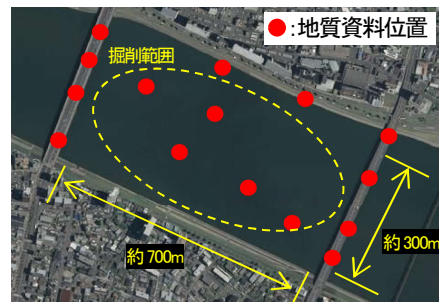


図-1 地質資料位置図

2-2. 工区割りに対応可能な成果品の取りまとめ

掘削工事の工区割りは各年度の事業計画で決定するため、設計時点では未確定であった。前述した水陸両用ブルドーザーの施工単価は、押土距離（掘削土砂の重心から河岸までの最短距離）が一つのパラメータとなっている。そのため、工区割りが任意区間で決定した後に施工単価を算出し、積算、工事発注を円滑に行えるように、設計数量の取りまとめ方法を工夫する必要があった。

3.解決する技術

3-1. BIM/CIM モデルの作成

課題 2-1 へ対応するために BIM/CIM モデルを活用した。BIM/CIM モデルは地形モデル、地質モデル、掘削モデルの3つに大別される。地形モデルは、航空レーザー測量にて得られた点群データより Civil3D 上でサーフェスを作成し、航空レーザー測量にて点群データを捉えきれない水中地形は、水中マルチビームにて補完した。掘削モデルは、決定した掘削条件（掘削地盤高、端部の擦り付け勾配等）に従って Civil3D で作成した。地質モデルは、収集できた地質資料を地質モデル作成ソフトである GEORAMA for Civil3D（以下、GEORAMA）へ取り込み、地質資料がない範囲でも、点情報である複数の地質資料を3次元の面情報に展開して、サーフェスを作成した（図-2）。これら3つのモデルを使用し解析することで、最終的に地質ごとに分けた土工数量を算出し、課題 2-1 への対応を可能とした。数量算出までの解析イメージは図-3 のようになる。

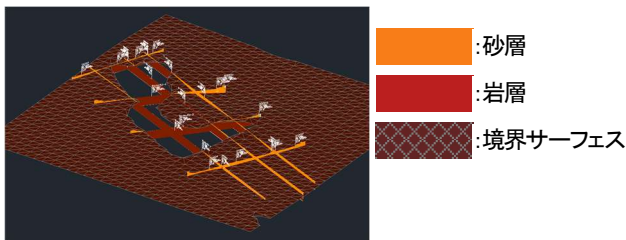


図-2 作成した地質モデル（サーフェスモデル）

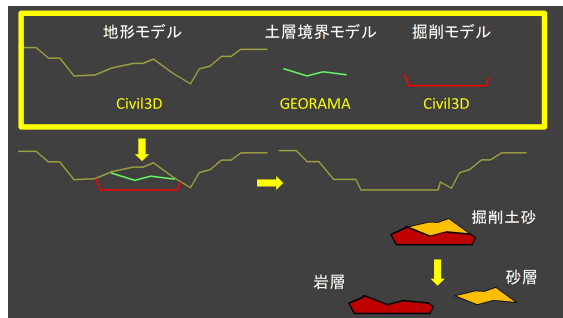


図-3 土層ごとの土工数量仕分けイメージ

3-2. 区間ごとの数量と重心位置整理

3-1 で説明した統合モデルは任意の距離間隔で分割することが可能であるため、分割された統合モデルから区間ごとの掘削土工数量と掘削土砂の重心位置を算出できる。重心位置から押土距離を計測することが可能であるため、表-2 のように25m ピッチでデータを整理した。作成したデータは任意の区間で工区割りした場合でも、工区ごとの掘削土工数量と平均押土距離を改めて算出できる仕様とした。その結果、設計成果を用いて工事発注段階で数量区分が容易となり、課題 2-2 への対応ができた。

表-2 数量取りまとめ（例）

		右岸	
		上層(砂層)	
		掘削土量 m ³	押土距離 m
3k400-3k600	3k400	-	-
	3k400+25	11.3	158.6
	3k400+50	354.1	150.8
	3k400+75	742.2	140.7
	3k400+100	957.4	139.1
	3k400+125	1015.2	139.7
	3k400+150	870.2	140.6
	3k400+175	857.9	144.3
		計 4808.3	加重平均 141.6

4.今後の展望

本業務で使用した GEORAMA は、リクワイヤメント④「概算工事費の算出」への活用だけではなく、図-4 に示すように様々な活用ができ、多くのリクワイヤメントへの対応が期待できる。3次元的に土層分布を表現することが可能であるため、構造物の最適な設置位置や根入れ深さの検討に活用し、リクワイヤメント①「可視化による設計選択枝の比較評価」へ対応できる。解析ソフトとの連携が可能であることから、耐震解析や浸透流解析を、3次元 FEM を用いて実施し、構造物の耐震設計や地盤安定を図る等のリクワイヤメント②「リスクに関するシミュレーション」へ対応できる。その他活用できることは多くあると考えられるが、紹介した河道掘削業務も含め、断面形状が変化する場所での検討、解析を実施する業務は、BIM/CIM モデル等の3次元を活用することで精度と生産性を高めることが可能となる。そのため、今後も GEORAMA による作業効率化および成果品質向上を図っていきたい。

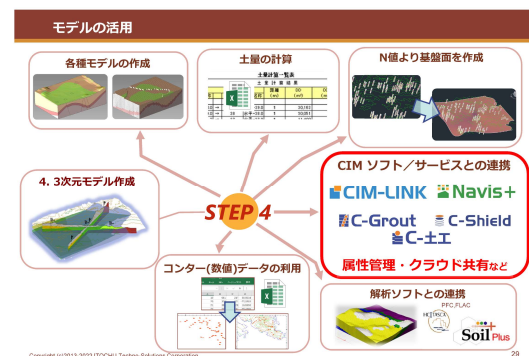


図-4 GEORAMA 作成モデルの活用事例²⁾

参考文献

- 1)第7回 BIM/CIM 推進委員会(令和4年2月21日)資料
3-1 令和5年度以降の BIM/CIM 活用に向けた進め方
- 2)GEORAMA 技術紹介資料 伊藤森テクノソリューションズ株式会社 建設営業部