

Keywords | BIM/CIM、三次元設計、土量数量、河岸侵食防止工、プリズモイダル法

# 河川構造物の三次元設計紹介および従来設計に対する優位性と課題

**開米 浩久**  
インフラマネジメント事業本部 本部長  
(技術士 建設部門・農業部門・上下水道部門)  
h.kaimai@shinnihon-cst.co.jp

**大野 晴子**  
インフラマネジメント事業本部 水環境部  
流域保全グループ  
h.ono@shinnihon-cst.co.jp

## 1 はじめに

一級河川黒部川は急流河川特有の河相の変化により、高水敷化した堤防沿いの寄洲に堤脚保護機能効果を期待する河岸侵食防止工として縦工(たてこう)の整備を進めており、水理模型実験を経て平成3年度より工事を実施している。施設延長50m、配置間隔100mを基本とした異形ブロック層積みの構造物で、近年ではICT活用工事が行われており、本業務もICT技術を活用したBIM/CIM活用業務としてCIMモデル作成、CIMモデルを用いた数量算出が求められた。



図-1 縦工の整備<sup>1)</sup>

BIM/CIM活用業務とは、計画、調査、設計段階から三次元モデルを導入し、その後の施工、維持管理の各段階においても三次元モデルに連携・発展させ、併せて事業全体にわたる関係者間で情報を共有することにより、一連の建設生産システムの効率化・高度化を図ることを目的とするものであり、国土交通省が平成24年度より試行開始している。

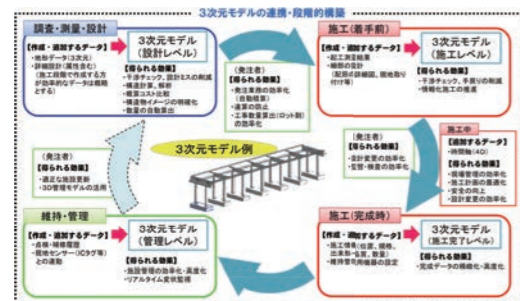


図-2 BIM/CIMの概要<sup>2)</sup>

## 2 三次元モデルの作成

本業務では三次元測量成果(点群データ)を使用し三次元モデルの作成を行った。従来の二次元図面と比較すると、情報量が多くデータ容量が大きい作業性に劣り、本業務にて使用したPC(表-1)ではデータの読み込みに4.5時間程度要した。なお、本業務は河川構造物設計であり個々の河床材料の高さをならす意味でも、0.5mメッシュ点群データ(「UAVを用いた公共測量マニュアル(案)」による標準密度)を採用した。

表-1 使用PC

デバイス名	WS-B201702
プロセッサ	Intel(R) Xeon(R) CPU E5-1650 v4 @ 3.60GHz 3.60
実装 RAM	32.0GB
システムの種類	64 ビット
OS	Windows 10 Pro

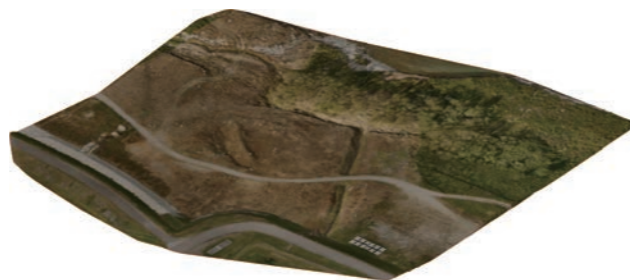


図-3 三次元地形モデル

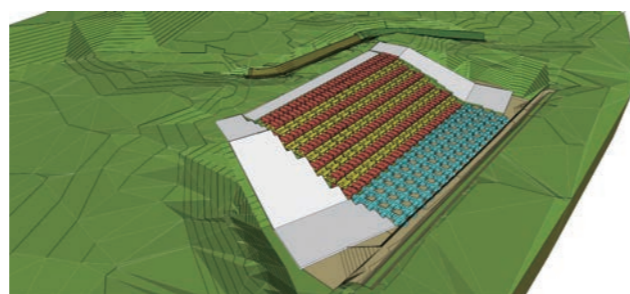


図-4 三次元設計モデル

## 3 土量数量の算出

土量数量は①従来通り二次元図面から平均断面法で算出した値を基に、②CIMモデルより作成した任意測点横断から平均断面法で算出した値、③CIMモデルより三次元で算出(プリズモイダル法により算出)した値の3手法を比較し、結果の妥当性を確認した。表-2より、本設計では従来の算出方法に比べ測点間の凹地などの地形変化も反映できたため、掘削で11%増、埋戻しで14%増、盛土では未計上から50mを計上する結果となった。

表-2 土量算出手法による体積増減

手法	掘削		埋戻し		盛土	
	体積 m <sup>3</sup>	増減	体積 m <sup>3</sup>	増減	体積 m <sup>3</sup>	増減
①	19400	1.0	12900	1.0	0	-
②	19300	0.99	13600	1.05	0	-
③	21600	1.11	14700	1.14	50	-

三次元で土量算出する際、施工前後の地形面データ(TIN等)を作成し、その差分から求積する。「土木工事数量算出要領(案)H31.4」より下記3手法が示される中、作成した面がTINであること、施工前後の2つの面の差分を求めたいことから(3)プリズモイダル法を用いた。

### (1) 点高法

・2つの面データに重ね合わせたメッシュ(等間隔)交点で標高を算出し、標高差にメッシュの面積を乗じて体積を算出する。

### (2) TIN分割等を用いて求積する方法

・2つの面データ(TIN)に対し、各TINの水平面積とある一定の標高値に設定した標高基準面との平均高低差とを乗じた体積から算出する。

### (3) プリズモイダル法(図-5)

・2つの面データ(TIN)を構成する各点の位置を互いの面データに投影し、同じ水平位置に点を持たせる。この点から各面のTINを再構築し、三角形水平面積と高低差とを乗じて体積を算出する。

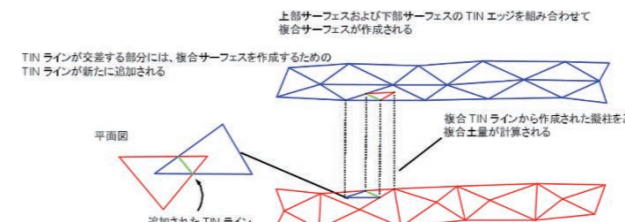


図-5 プリズモイダル法<sup>3)</sup>

## 4 BIM/CIMの効果と課題

本業務より確認できた三次元設計の優位性・効果と課題を以下に述べる。

### (1) 優位性・効果

- ・設計成果の可視化による受発注者間での認識の共有、意思決定の迅速化を図れた。
- ・設計成果の可視化によるミス防止が図れた(部材の形状や干渉等を実感的に把握可能)。
- ・横断面図の作成が容易で任意断面を確認できた。
- ・土量数量算出の精度が向上した。
- ・二次元では表現できない下層ブロックも表現出来、構造の理解、確認に有効であった。
- ・ブロック詳細図や参考資料として添付する情報を、属性情報とすることで集約可能となった。

### (2) 課題

- ・構成要素が複雑であり、効率よく正確に照査を行うには慣れが必要である。
- ・三次元データはデータ量が大きく、スペックの高いPCでの作業が必須である。
- ・CIM関連ソフトを使いこなせる人材の育成・スキルアップ等体制整備が必要である。

## 5 おわりに

近年グリーンレーザースキャナーにより水中の点群データの取得も可能となったことを受け、測量・設計に加え維持管理での活用に向けた「河川管理用三次元データ活用マニュアル(暫定版)」(R1.6)が整備された。図-6より、国土交通省(BIM/CIM推進委員会)は2025年のBIM/CIM原則導入に向け三次元設計試行業務の拡大を図っており、益々のスキルアップを目指す必要がある。

図-6 ロードマップ案<sup>5)</sup>

参考文献:

- 1) 黒部川水系河川整備計画[大臣管理区間]、北陸地方整備局、H21.11
- 2) CIM導入ガイドライン(案)、国土交通省、R1.5
- 3) 土木工事数量算出要領(案)、国土交通省、H31.4
- 4) 河川管理用三次元データ活用マニュアル(暫定版)、国土交通省、R1.6
- 5) 第2回BIM/CIM推進委員会資料、H31.4.23