

## ハッ場ダム建設工事における CIM の活用

清水建設(株) 正会員 ○金子 貴也, 山下 哲一, 長谷川 悦央

### 1. はじめに

土木工事における CIM の導入により、3次元モデルを連携・発展させて事業全体にわたる関係者間の情報共有を容易にし、一連の建設生産システムの生産性向上が進んでいる。それに伴い、最新の ICT 技術を活用し、効率的で質の高い建設生産システムを構築することが期待されている。本稿では、ハッ場ダムにおける上記 CIM に関する取り組みの成果を報告する。

### 2. CIM を用いたダム施工システム

#### (1) 3次元レーザスキャによる岩着コンクリート数量管理

基礎掘削時の測量に UAV を活用した写真撮影を行い、写真解析により土工数量を計算している。しかし、岩着部のコンクリート数量を正確に算出するためには、仕上げ掘削後の詳細な掘削形状を把握する必要がある。そこで3次元レーザスキャを用いた測量を行い、岩着面の点群データを取得した。得られた点群データを TIN (Triangle Irregular Network) と呼ばれる三角形の集合体に変換し、CAD を用いて掘削形状の3次元モデルを作成した(図-1)。点群密度は1点以上/0.25m<sup>2</sup>であり、この3次元モデルより、従来よりも精度よく数量を算出することができ、さらに、掘削の出来形をさまざまな角度から確認できるため、関係者間で施工状況のイメージの共有が容易となった。

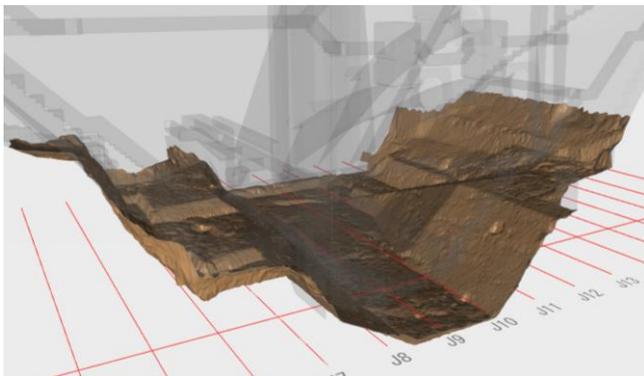


図-1 3次元モデル(基礎岩盤)

#### (2) 3次元モデルを活用した堤体工の品質・施工管理

##### ① 打設前検査及び打設計画

打設前検査としては、岩盤・打継面・型枠・鉄筋・止水板・PCa 部材等の検査記録の電子データや写真が、打設計画としては、配合毎の運搬数量・台数・レーン割等について、打設箇所毎に属性付与を行った。これにより、3次元モデルをクリックすることで迅速に施工記録の抽出と共有が可能となる。また、維持管理段階においても、任意の箇所での検査記録を抽出でき、施工後の利活用が可能となった。

##### ② コンクリート打設時の締固め記録

当ダム現場では、巡航 RCD 工法では、締固めに使用する振動ローラにマシンガイダンスを導入した。拡張レヤ工法 (ELCM) では、3次元スキャナを用いて締固め完了判定を行う情報化バイバックリを開発・導入した。これらのシステムにより、締固め管理図を作成し、堤体3次元モデルの打設箇所毎に属性付与した(図-2)。打設箇所毎に転圧・締固め記録を管理することにより、施工段階での迅速な情報の共有、維持管理段階での容易な施工記録の抽出が可能となった。

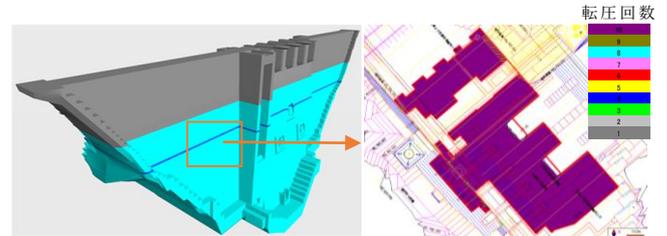


図-2 締固め管理図

##### ③ 品質管理記録

堤体の3次元モデル内にコンクリートの品質管理記録として、2時間毎のスランプ・空気量・単位容積質量・温度・VC 値 (RCD コンクリート)・圧縮試験 (x-Rm-Rs 管理図を含む) 等の試験データを打設箇所毎に属性付与した(図-3)。これにより、任意の打設箇所での品質記録を容易に抽出することができ、維持管理段階での利活用が期待できる。

キーワード：CIM, ICT, 3次元モデル, i-Construction, VR

連絡先：〒104-8370 東京都中央区京橋二丁目16-1 清水建設(株) ダム統括部

#### ④ 埋設計器による計測記録とひび割れリスク

温度計・ひずみ計・無応力計・鉛直応力計等の埋設計器を堤体3次元モデル内に配置し、各々にその計器から得られる計測記録を属性付与した。

また、当該現場では温度応力に起因するひび割れリスクを監視するためのひび割れ監視システム<sup>2)</sup>を導入している。このシステムにより、堤体の内外部コンクリートの温度差からひび割れ指数を算出し、ひび割れリスクの監視が可能である。温度計の属性情報としてひび割れ監視システムから得られる管理データも付与している。モデル上の温度計をクリックすると管理グラフ(図-4)が表示され、温度履歴、温度差、ひび割れリスクを視覚的に捉えることが可能であり、リスクの確認や対策が遅滞なく実施できる。

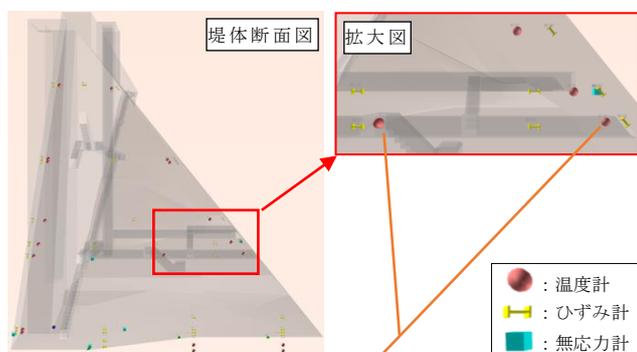


図-3 ひび割れ指数管理グラフ

#### 3. 3次元モデルを利用した施工計画VRの活用

中央部に3門の大型洪水吐ゲートを備える八ッ場ダムでは、堤内構造物の設置作業と、コンクリート工事作業との輻輳が懸念された。特に巡航RCDを採用していたため、その長所を最大限に生かすための打設レーン割、ダンプ走行ルート等を、事前に現場を反映して計画しておく必要があった。

そこでVR(Virtual Reality)機能を有した3次元モデルを構築し、施工重機や資機材等を配置して、実際の施工状況を反映した(図-5)。さらにVRゴ

ーグルやPCモニタ上で、3次元モデルの世界に入り込み、様々な目線や角度から施工機械との離隔、施工空間の大きさ等を確認できる。これを安全勉強会等で活用し、危険予知・共有につなげた。



(a)全景



(b)放流管部

図-5 VR機能を有した3次元モデル

#### 4. おわりに

八ッ場ダムの3次元モデルに各種施工管理情報を属性付与したCIMの構築により、任意の箇所での施工管理情報が迅速かつ容易に抽出可能となった。また、VRの活用により、施工計画の検討及び施工イメージの共有が容易となった。今後も付与情報の充実を図るとともに、ダム施工の生産性向上を目指していく所存である。

#### 参考文献

- 1) 長谷川悦男, 竹内啓五, 宇野昌利, 藤内隆, 長尾貴浩, 加瀬俊久: ダムコンクリートの締固め管理システムの開発, 土木学会年次学術講演会講演概要集, pp.06-0511, 2018
- 2) 山下哲一, 江渡正満, 森日出夫, 勝間田哲郎, 加瀬俊久: ひび割れ監視システムの導入(築川ダム), 土木学会年次学術講演会講演概要集, pp.6-1055, 2018