

川上ダム建設事業における CIM構築とその活用事例

馬場 貴裕¹・鈴木 敦²

¹独立行政法人水資源機構 川上ダム建設所 調査設計課 (〒518-0294三重県伊賀市阿保251)

²水管理・国土保全局 水資源部 水資源計画課 (〒100-8918東京都千代田区霞が関2-1-3)
(前 独立行政法人水資源機構 川上ダム建設所 調査設計課長)

川上ダム建設事業では、これまでにi-Construction & ManagementのベースとなるCIMの構築を行ってきた。このCIMでは、蓄積してきた地形、地質及び構造物データを3次元化し、この3次元モデルに建設工事に関する施工管理データ等の属性情報を付与することにより、建設時の施工管理支援ツールとして活用するとともに、将来的には施設の維持管理に資することを目的としている。現在、データ管理方法や活用方法について試行錯誤を重ねているところである。

本稿は、川上ダム建設事業で構築しているCIMについて紹介するとともに、これまでのCIMの活用事例をダム事業者並びにダム管理者の視点で報告するものである。

キーワード コンクリートダム, CIM, 施工管理, データベース

1. はじめに

川上ダムは、洪水調節、流水の正常な機能の維持及び水道用水の確保を目的とし、三重県伊賀市の淀川水系木津川左支川前深瀬川に独立行政法人水資源機構が建設中の堤高84m、堤頂長343mの重力式コンクリートダムである。2019年9月より堤体コンクリート打設を開始し、まさに建設最盛期となっている。2021年度には試験湛水を開始し、2022年度末の事業完成を予定している。

2. 川上ダムCIMの概要

CIM (Construction Information Modeling/Management) とは、計画、調査、設計段階から3次元モデルによるデータ管理を導入することにより、その後の施工、維持管理の各段階においても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る。

川上ダム建設所では、本体建設工事着工前の2017年7月より、「建設」から「管理」への継承を見据えたCIM構築に取り組んでいる。

現段階では、川上ダム本体建設工事が最盛期を迎えるなか、主に施工管理支援ツールとしてCIMを運用・改良

しているところである。

(1) 3次元モデルの作成・統合

川上ダムCIMのプラットフォーム（システム基盤）には、汎用性の高いAutodesk社の製品群（図-2）を使用している。工事の進捗に伴い施工業者により図面の修正・更新や施工記録の作成が行われ、頻繁に図面や施工情報の加工を行う必要があるため、CIMへの取り込みがしやすいソフトウェアを選定している。



図-1 川上ダム完成イメージ

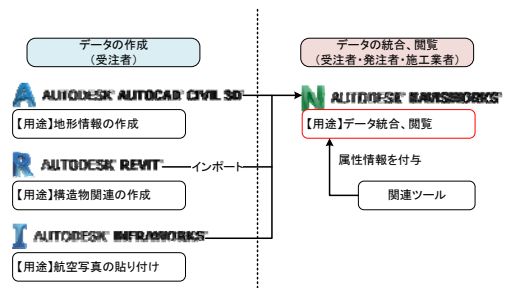


図-2 川上ダムCIMのプラットフォーム

(2) 用途に応じた統合モデル

個別のCIMモデルを組み合わせ、作作用途に応じてCIMモデル全体を把握できるようにしたものを「統合モデル」と呼ぶ。ダムにおけるCIMは、土木構造物や建築物、電気通信・機械設備など対象が広範であり、容量が大きい地形モデルや航空写真も統合されているため、PCの操作性が低下する。そのため、用途によって必要な情報のみを抽出し組み合わせた「統合モデル」を作成することとした。

例えば、図-3は、堤体基礎の岩級スケッチ図と基礎処理工（2020年4月までの実績）を組み合わせた「統合モデル」のイメージであり、立体的に止水性の確認が行える。このように、用途に応じて容量を小さくすることによって、一般的に処理能力の低いタブレット端末でも扱いやすくなり、現場施工管理で活用可能となる。

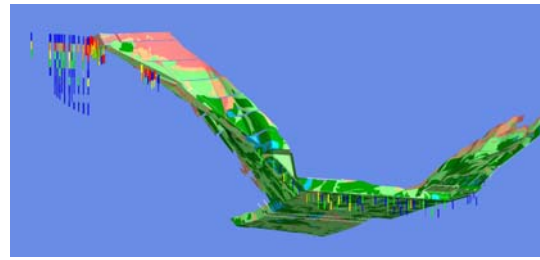


図-3 統合モデル（基礎処理工）のイメージ

表-1 基礎処理工モデルの凡例

着色 (RGB)	ルジオン区分	単位注入セメント量
赤 (255, 0, 0)	20<Lu	300<Ce
橙 (255, 128, 0)	10<Lu≤20	100<Ce≤300
黄 (255, 255, 0)	5<Lu≤10	50<Ce≤100
緑 (0, 255, 0)	2<Lu≤5	10<Ce≤50
青 (0, 0, 255)	Lu≤2	Ce≤10

(3) データベース設計

調査、設計、施工、維持管理の各段階で作成されたデータは、属性情報として3次元モデルに付与する。属性情報は、管理項目により保存方法を以下の2種類に分けて設計することとした。

① 日常管理・定期検査関連データ（直接付与）

日・月・年単位で行われる日常管理と地震時や出水時に行われる臨時点検を含む日常管理、3年ごとに行われる定期検査において必要となるデータは、3次元モデルへの「直接付与」（図-4）にて管理する。これは、同一ソフトウェア上でデータの閲覧が可能であり、取り扱いがしやすい特徴が有る。

② ダム総合点検関連データ（外部参照）

30年程度ごとに行われるダム総合点検で必要となるデータは、長期的な保存とその蓄積データ量の大きさから、3次元モデルと紐づけたデータストア（フォルダ構成）を構築し、「外部参照」（図-5）といった形式で管理する。

ダム建設段階では、施工時の出来形管理、品質管理、施工管理、写真管理等が対象となり、フォルダ構成はダム工事誌を参考とし、データは「施工管理基準に該当する情報」と「維持管理を見据えて格納する情報」の二つに分け、維持管理移行後にデータ選別を即座に行えるよう配慮した。

属性情報の参照例として、掘削面の3次元モデルに堤体基礎の地質スケッチ図を貼り付け、立体に表現したモデルを図-6に示す。

また一方で、堤体打設工では、日々打設されるコンクリート品質を容易に確認することが出来るとともに、維持管理段階において堤体からの漏水等不具合が起きた際に効率的にデータを照会できるといった効果が期待される。

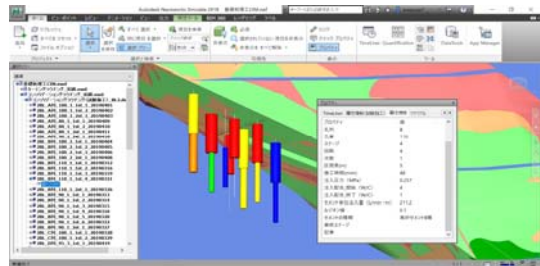


図-4 直接付与によるデータ閲覧



図-5 外部参照によるデータ閲覧

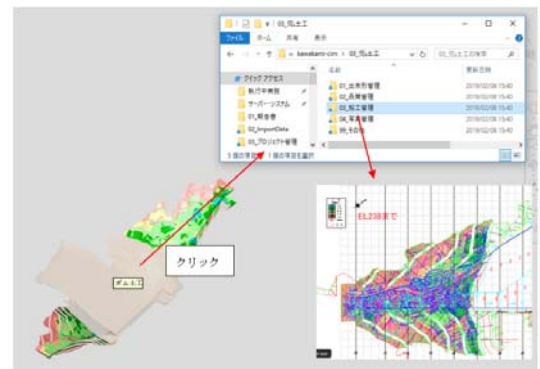


図-6 属性情報の参照

(4) データ共有手法

今回の川上ダム建設事業におけるCIMの構築にあたっては、クラウドストレージサービスを利用したデータ共

有を行った。

CIM構築にあたり、施工データの量は膨大であり、従来どおりのメールやデータ転送サービスでの共有は、ファイルの分割・結合作業に伴い非効率かつ即時性に欠ける。また、履歴管理が煩雑となり、データの誤りが生じる可能性が高い。そこで、データ交換にクラウドストレージサービス（以下、「クラウド」という）を利用し、一つのサーバーに川上ダム建設所及びCIM業務受注者（以下、「CIMチーム」という）、本体建設工事JV（以下、「JV」という）、その他関連業務・工事業者がアクセスし、アップロードやダウンロード、編集などを行える環境を整備した。

データのバージョン（履歴）管理は、一般的に、一定期間内の履歴が保持される「日数管理」と所定の上書き回数は無期限に保持される「世代管理」があり、ダム建設事業は長期に渡ることから、データの復元に有利な「世代管理」を行えるクラウドを選定した。

3. CIM活用事例

CIMは、設計、施工管理、維持管理、広報・景観検討など様々な場面での活用が期待される。川上ダムでは、日々、基礎処理工やコンクリート打設が行われており、多くの施工データが蓄積され、CIMとしても本格的に運用が行われている。以下では、これまでCIMを川上ダム建設事業で活用した事例を示す。

(1) 設計面での活用

a) 3次元モデル化による効果

川上ダムは、本体建設工事着工前にCIMを導入しているダムであり、発注図面を元に3次元モデルの作成を行ってきた。モデル化作業による効果として、2次元図面の不整合のチェックや図面からでは読み取りにくい箇所の形状確認などが挙げられる。例えば、図-7は、堤体導流壁と堤体コンクリートのジョイントとの交差部に施工する目地鋼板の位置を示した図である。このような、図面からでは読み取りにくい情報を事前に施工業者と共有することにより、施工における手戻りを未然に防ぐことができる。

b) 異業種工事間の取り合い調整

ダムは、土木構造物のみならず建築物、電気通信・機械設備等対象物が広範であることが特徴であるが故に、異業種工事間の取り合い調整でCIM活用が有効である。

例えば、図-8の様に、利水放流設備の設計段階において、土木構造物と機械設備の異業種工事間の取り合いについて、平面図では複雑に重なり合った箇所を3次元モデルから感覚的に読み取ることができる。任意の断面を表示する機能により、土木と機械の境界部分の「見える

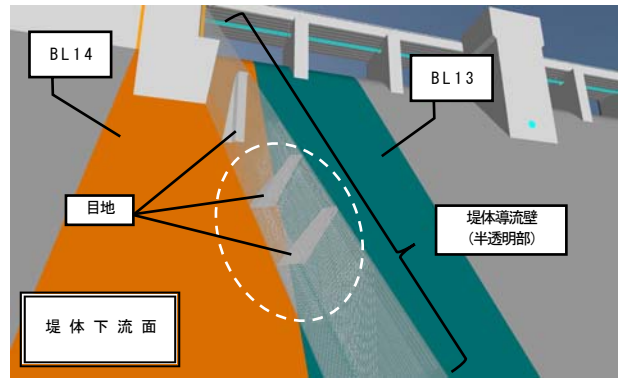


図-7 図面からでは読み取りにくい形状確認

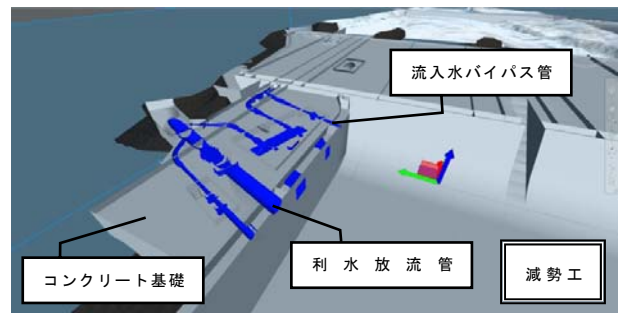


図-8 利水放流設備基礎部の形状確認

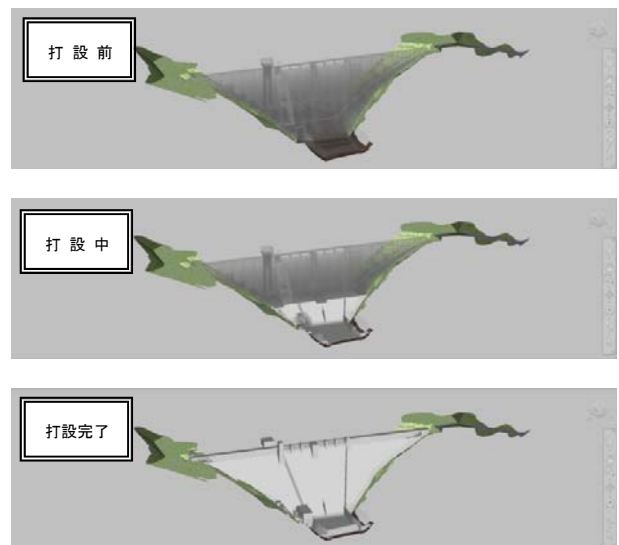


図-9 堤体打設工4次元モデル

化」を実現した。

(2) 施工管理面での活用

a) 施工進捗管理の高度化

これまで、川上ダム建設所とCIMチーム、JVの三者間で、クラウドを利用したCIMデータの共有や施工・品質管理データの記録内容や更新頻度などについて基礎掘削工、基礎処理工、堤体打設工など工種毎に協議を行ってきた。

堤体打設工ではCIMチームが作成した基礎掘削地形や

堤体工モデルをもとに、JVが打設計画を検討し、その計画から施工日に合わせた打設工程（リフト割）を作成している。

図-9は、リフトごとに打設の時間情報を付与した4次元モデルである。このモデルにより、堤体打設スケジュールと電気通信・機械設備などの関連工事を含む施工進捗管理を包括的に行うことが可能となった。

(3) 広報・景観検討における活用

a) 広報ツールとしての活用

構築した3次元モデルを利用し、スマートフォンで簡易的なVR（仮想現実）体験が出来る広報ツールを作成した。現場内広報施設に設置したパネル（図-10）からスマートフォン等でQRコードを読み取り、建設現場と対比しダム完成後の状況を仮想体験できる場を設けた。図-



図-10 川上ダムVR広報用パネル

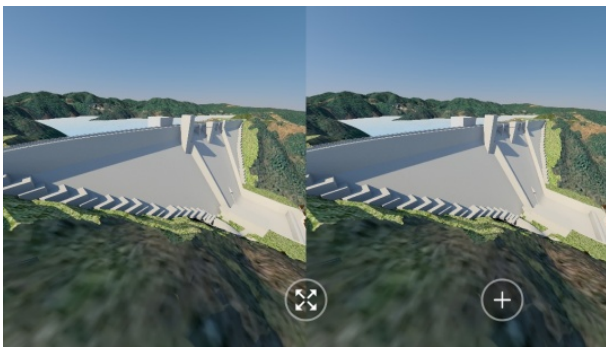


図-11 VRのイメージ

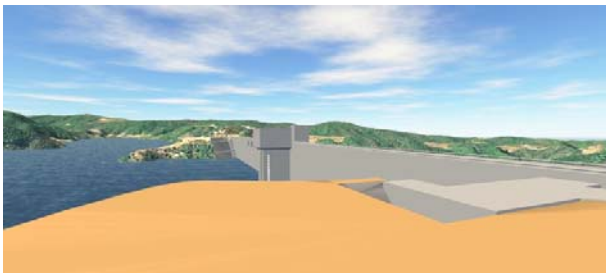


図-12 ダム管理棟からの眺望

11の様に、2画面表示し専用のゴーグルから覗くと立体に見ることが出来る。

現場見学会や住民説明の場では、言葉やパネルでは表現しきれないリアルな川上ダムを見せることができ、地元関係者への事業説明や一般見学会での理解の助けになっている。

b) 景観検討

3次元モデルを活用し、季節や日照・気象条件を設定し任意の視点場から景観検討を行うことが可能である。

「川上ダム周辺整備懇談会」においては、周辺整備計画地点である右岸天端広場の管理棟からの眺望（図-12）を示した。

(4) 維持管理における活用

建設段階で構築されたCIMを試験湛水も含めた維持管理にも活用するためにはデータストアの構築を现阶段から構想していく必要があると考えている。その一つとして、航空レーザ測量等により得られた3次元地形モデルを活用することで試験湛水直前の地形を正確に把握することにより、より精緻な貯水容量が得られるとともに、維持管理後の堆砂測量データとの差分を捉えることで堆砂進行状況の可視化が可能となるものと考えている。

また、施工で得られたデータを逐一にデータストアへ保存しておくことにより、試験湛水時のデータ参照時においても即時性が発揮される。さらに、管理ダムにおける点検データを蓄積していくことで、ダム総合点検でも活用されるシステムになるように進めていく必要があると考えている。

4. おわりに

現在、構築したCIMを用いて、図面の不整合のチェックや異業種工事間の施工調整等といった設計面だけではなく、広報活動での支援ツールや景観イメージ等にも活用を図っている。ダム施工で得られる技術情報を属性情報として取り入れることで、試験湛水時の迅速な対応や、将来のダム管理に活用出来る基礎データを収集していきたい。

一方で、建設段階で構築されたCIMを継続的に活用していくためには、引き続きCIMデータの管理や更新を行っていかねばならない。効果的に活用するためにもCIMを扱える専門的なスキルを修得した職員を育成していくことも必要であると考えている。

参考文献

- 1)国土交通省：CIM導入ガイドライン（案）．第1編共通編，第4編ダム編
- 2)国土交通省：設計－施工間の情報連携を目的とした4次元モデルの考え方（案）