

小石原川ダムにおける CIM の導入と活用策の検討

独立行政法人水資源機構 朝倉総合事業所 調査設計課長 ◎有馬慎一郎
ダム工事課 ○坂井田 輝
思川開発建設所 第二調査設計課長 ●桜庭 博司

1. はじめに

独立行政法人水資源機構朝倉総合事業所では、小石原川ダム本体の本格的な着工に先行して、平成 27 年度からダムの設計・施工・維持管理の一貫した小石原川ダムの CIM（以下「小石原川ダム CIM」と呼ぶ）の構築と活用方法の検討を開始している。

また、国土交通省では「i-Construction（建設生産性革命）」が宣言されたことにより、平成 28 年 4 月から建設現場における ICT（Information and Communication Technology）施工の全面的導入が掲げられている。

一方、水資源機構では小石原川ダム i-Construction & Management 推進部会を設置し、小石原川ダムの建設段階における生産性の向上と品質の確保、管理段階における維持管理業務の省力化と効率化および操作運用・状態監視の高度化等を目指している。さらに、小石原川ダムの建設・管理の両段階での ICT 技術の適用・活用策を検討するとともに、CIM 等の活用により建設段階から管理段階へ円滑に移行するよう、両者の統合化についても検討することとしており、CIM が建設生産プロセスの向上を図る ICT ツールの一つとして活用範囲が更に拡大することが想定されている。

2. 小石原川ダム CIM の計画

2.1 CIM について

CIM（Construction Information Modeling /Management）とは3次元モデルに属性情報を付与したシステムのことであり、公共事業の【企画・調査・計画・設計・積算】から、【施工・監督検査】、【維持管理・サービス提供】に至る一連の過程において、ICTを駆使して、設計・施工・協議・維持管理等に係る各情報の一元化と業務改善による効果を基に、事業効率のさらなる向上および公共事業の安全と品質の確保や環境性能の向上を図るとともに、トータルコストの削減を実現することを目的としている。さらに、一連の過程を一体的なシステムとして捉えて、関連情報を統合・融合することによりその全体を改善し、新しい建設管理システムを構築するとともに、建設産業に従事する技術者のモチベーション、充実感の向上に資することが期待されている¹⁾。

2.2 設計・施工・維持管理の一貫した CIM

小石原川ダムでは i-Construction & Management の一貫として、ダムの設計・施工段階で維持管理への円滑な移行を見据えた CIM の導入を進めている。

CIM の運用は設計段階、施工段階、管理段階の 3 段階のフェーズを想定しており、3 次元モデル内には、設計段階、施工段階および管理段階において得られる属性情報を付与できる

ようシステムを構築した。今後、ダム本体建設工事および取水放流設備工事等における ICT 施工を見据え、施工段階において得られる情報（品質管理、出来形管理等）を CIM に入力・可視化・活用しシステムの充実を図るとともに、管理段階においても情報（管理・操作・点検データ等）を取り込み、将来的に管理業務で導入が見込まれる ICT 技術および IoT（Internet of Things）等と連動することで維持管理の省力化・効率化、操作運用・状態監視の高度化を図るものである（図-1）

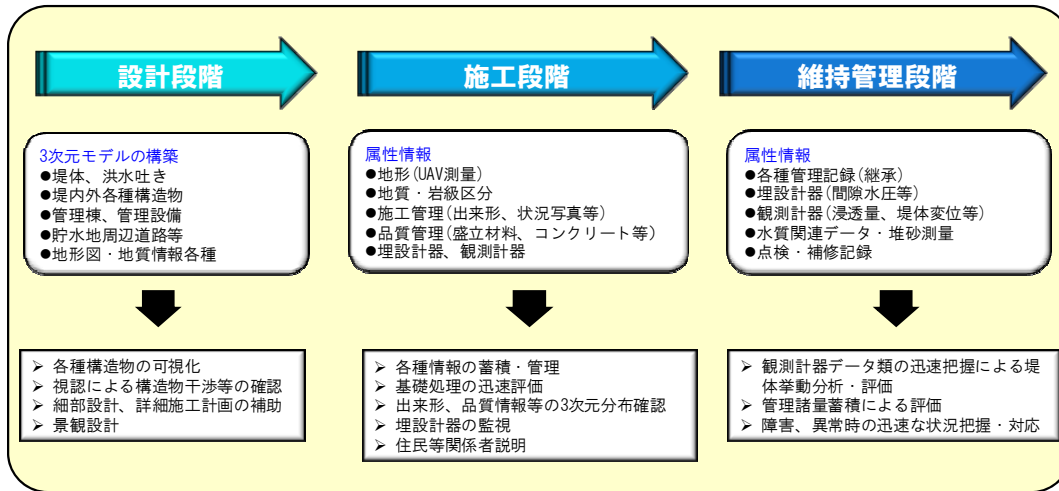


図-1 設計・施工・管理の一貫した CIM 運用イメージ

3. 小石原川ダム CIM システム構築について

3.1 3次元モデルの構築

小石原川ダム CIM ではダムサイトの地形、貯水池周辺の地形、地質情報（地質図、岩級区分図、ルジオンマップ）、ダム堤体、各種構造物（洪水吐き、堤内施設、埋設計器、取水放流設備、道路、建設発生土受入地、法面等）を3次元でモデル化しており、任意に選択した構造物をあらゆる角度から表示することができる。

また、3次元モデルは任意の箇所を断面化して表示することができ、2次元の図面では確認することができない構造物間の位置関係を立体的に把握することができる（図-5）。なお、CIMの構築・閲覧には一般的に普及しているソフトを使用しており、将来的なシステム更新・改造の容易性を確保している。



図-2 小石原川ダム周辺地形

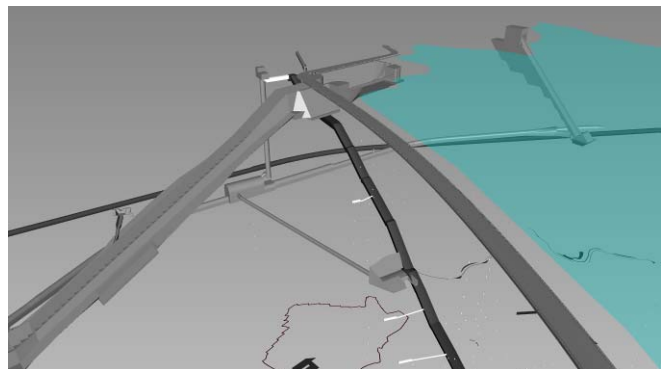


図-3 ダム堤体の各種構造物（洪水吐、監査廊、利水放流トンネル、堤頂道路等）

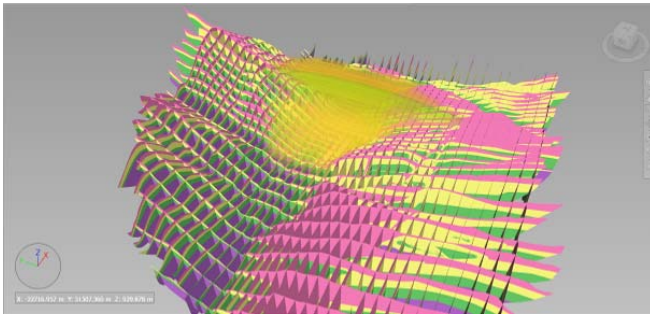


図-4 ダムサイトの岩級区分
(パネルダイヤグラム)

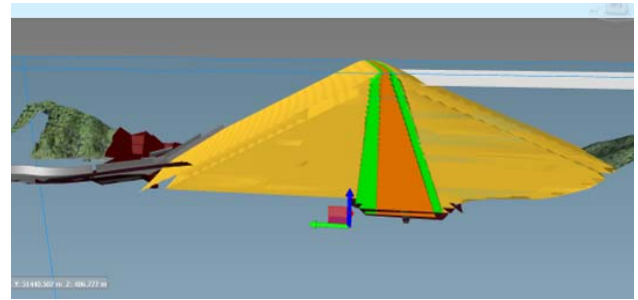


図-5 ダム堤体断面

3.2 属性情報の関連付け

3次元モデルには各構造物に属性情報を関連付けできるように、構造物毎に情報を紐付けるリンクを構築した。属性情報は地形、地質、ダム堤体、構造物、基礎処理、建設発生土受入地、維持管理データベース、その他のカテゴリーに分類し、施工段階および管理段階での情報を格納できる構成とした。

また、小石原川ダム本体建設工事の施工業者が ICT 施工を導入することから、工事により得られる施工管理の情報等についてデータ連携ができるよう、ファイル形式やデータの取り込み方法等を事前に調整した上でデータベースを構築している。

3.3 情報の連携方法

小石原川ダム本体建設中は施工業者と頻繁に情報を共有する可能性があるだけでなく、データ更新や CIM システムの改良を行う必要性を踏まえ、情報の連携方法の一つとしてクラウド形式を計画している(図-6)。本形式を採用することにより、関係者全員が1つのデータを共有することができる他、データ更新にかかる作業量の削減が可能である。また、クラウドではパスワードの設定による不正アクセス防止対策や、機密性の高い情報は取り扱わない等の情報セキュリティ対策を講じるものとする。

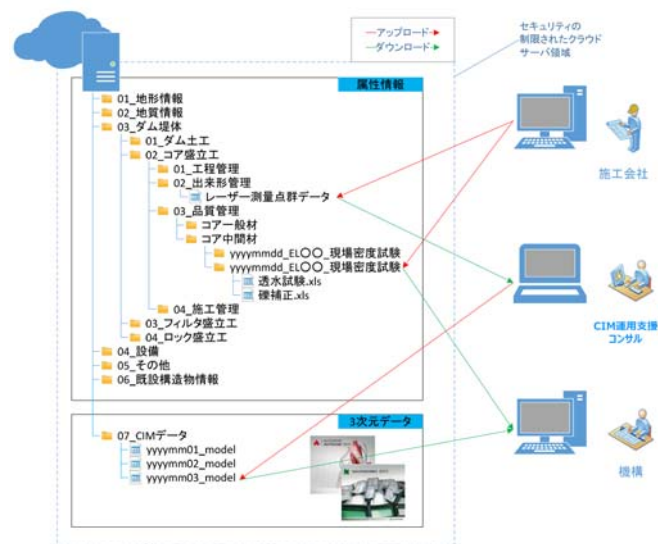


図-6 情報の連携方法イメージ

4. 設計段階における CIM の活用

本章では小石原川ダムの各種構造物の詳細設計や設計変更等、設計段階における CIM の活用方法について記述する。

4.1 3次元モデル化による各構造物の可視化

小石原川ダムの洪水吐き部では、洪水吐き、減勢工、利水放流設備水路、沢水処理水路の

それぞれが立体的に交錯している。従来であれば2次元の図面から現場状況を判断していたが、3次元モデル化してそれぞれの位置関係や干渉等を立体的に確認することにより（図-7）、実物をより意識した構造物の細部設計や施工計画を立案することができる。

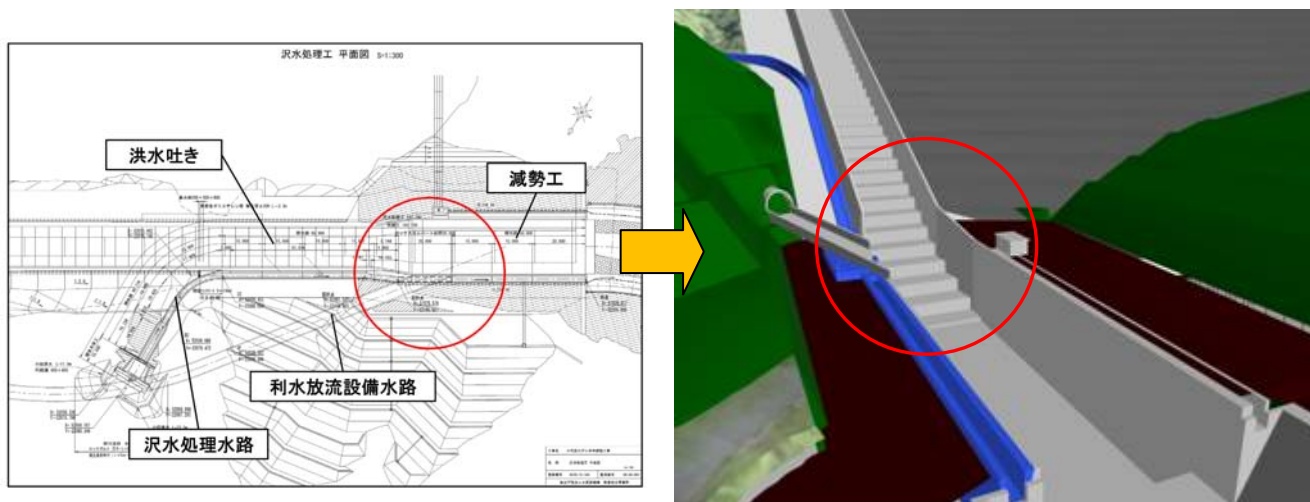


図-7 洪水吐き部の2次元図面（左）と3次元図面（右）

4.2 景観設計

小石原川ダムCIMはモデル化した全体を俯瞰するだけでなく、モデル内を疑似的に歩行・見回す機能を有しており、従来の2次元の図面からは確認することができなかった任意の場所からの視野の範囲を確認することができる。この機能を使用することで、ダム天端や管理棟操作室等からの視認性（量水標や洪水吐呑口等の各種構造物）を確認するだけでなく、全体のレイアウトや調和等の景観設計にも活用することができる（図-8）。



図-8 3次元モデル内においてダム天端より右岸側を望む

5. 施工段階におけるCIMの活用方法

本章では工事施工に伴い得られる情報を整備するとともに、管理段階へのデータ継承まで見据えた施工段階におけるCIMの活用方法について記述する。

5.1 施工管理データの蓄積・整備

小石原川ダム CIM では、工事施工に伴い得られる情報（品質管理、施工管理、出来形管理等）を属性情報として格納できるよう 3次元モデルとのリンクを構築していることから、ダム本体および各種構造物等のモデル毎に情報を取り込み、データベースとして逐次整備することで進捗状況を随時把握することが可能である（図-9）。

また、施工業者の実施する ICT 施工により得られる 3次元の出来形情報や堤体材料の 3次元分布等のデータを 3次元モデル内で立体的に表現することで、現場の状況を可視化、確認することができる。

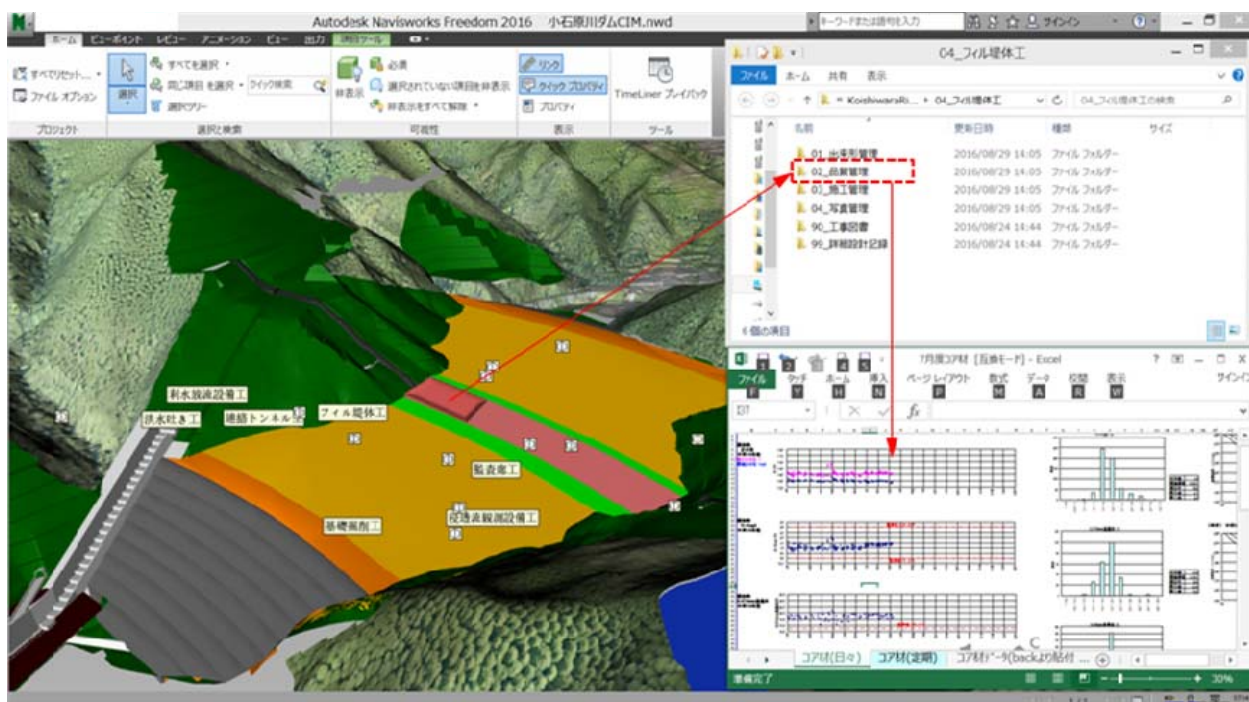


図-9 モデル内での属性情報のリンクイメージ

5.2 基礎処理の評価

ダム堤体の基礎処理時において、地質情報、試験結果、履歴（基礎の地盤および地質性状、ルジオンテストおよび水押し試験結果、グラウチング注入実績）をそれぞれ併せて 3次元モデル内で立体的に表現することで、基礎処理の進捗状況および改良状況を評価するツールとして活用できると考えられる。

5.3 観測計器の監視

ダム堤体等に設置する観測計器（間隙水圧計、土圧計、各種変位計、各種沈下計等）について、各計器の測定値と計器全体の挙動の傾向について 3次元で可視化することによって、施工中における観測値の 3次元分布を視覚的に監視することができる。

6. 管理段階における CIM の活用方法

本章では施設管理の効率化・高度化等、建設時における施工情報を引き継いだ管理段階における CIM の活用方法について記述する。

6.1 施設管理の高度化

管理段階においては、5.3の建設時における観測データを引き継ぎつつ、管理業務における管理・操作・点検データ等をCIMと連携することによって、建設時～試験湛水時～維持管理時と一貫したシームレスなデータの蓄積・評価を行うことができる。

この他、例えばダム堤体の浸透量や貯水池内の堆砂状況など、従来であれば2次元図面で確認していたデータを3次元の分布を確認することで、より立体的に状況把握ができると考えられる。

6.2 巡視点検の効率化

ダム堤体の点検および貯水池巡視時において、CIMを搭載したタブレット端末を携帯することで、巡視時の定性情報（浸透水の濁り具合、監査廊内のクラック位置や進行状況、通常時と異常時の比較等）を位置情報や写真と共に記録できる他、過去の計測記録や状況を現地で迅速に比較・確認することができる。

6.3 異常時の状況把握

施設の災害、障害、事故等の発生時において、ダム建設時を含む過去の状況から最新の状況までをCIMで比較・確認することによって、迅速かつ的確に状況（発生位置、観測・点検データの経年変化、周辺構造物の状況等）を判断することができる。

7. おわりに

小石原川ダム本体建設工事の本格的な着工に先行して、小石原川ダムCIMの導入に着手した。また、本稿で記載しているCIMの活用方法については現時点での計画であり、今後のダム本体建設工事等の施工状況、ダム管理における生産性の向上および効率化・高度化(i-Management化)の方向性を踏まえた更なる活用策の検討およびシステム改良が必要である。

今後も設計段階における細部設計での活用、建設段階における生産性の向上と品質の確保、管理段階における維持管理業務の省力化・効率化と操作運用・状態監視の高度化を目指して、小石原川ダムCIMの運用方法を試行・検証していきたい。

参考文献

1) CIM技術検討会. CIM技術検討会平成27年度報告書. 平成28年6月