

吉野川ダム統合管理事務所における 3次元管内図を用いた スマートダム管理に向けた取組

吉野川ダム統合管理事務所 調査課係長 国土 通康
吉野川ダム統合管理事務所 調査課長 吉本 康孝

ダムの管理においては、職員の減少や情報収集量の増大等により、ダム管理職員の業務の負担が高まっている。特に洪水時のダム管理では、限られた職員で長時間継続して放流操作等の判断を行っており負担は増大している。

そこで、少ない職員で効率的、且つ高度で持続可能なダム管理の運用を図るために、3D地形図データや施設の3D化データを活用した視覚的で効率的な施設管理の取り組みについて紹介するものである。

キーワード スマートダム管理、維持管理

1. はじめに

吉野川は、その源を高知県の瓶ヶ森（標高1,897m）に発し、徳島平野から紀伊水道に注ぐ四国最大の河川である。流域面積が四国の約20%を占める吉野川水系は、昔から水資源の宝庫として注目されると同時に洪水が頻発する暴れ川としても有名である。

吉野川の洪水を防ぎながら、この豊富な水資源を活用する吉野川総合開発計画によって生まれたのが早明浦ダムを中核としたダム群である。吉野川ダム統合管理事務所では、柳瀬、早明浦、池田、新宮、富郷の5ダムを連携させ、治水・利水において、より大きな効果をあげることができるようにコントロールを行っている。



図-1 吉野川上流ダム群及び流域図

2. ダム管理の効率化・高度化（スマートダム管理）

(1) 現状と課題

近年、線状降水帯による短時間での激しい降雨が頻発し、全国で洪水や土砂災害等の災害が発生するなど、気候変動による影響が顕在化しつつある中、ダムの管理においては限られた職員で河川巡視やゲート操作、関係機関への情報提供など、業務量は日々増大しており、ダムの適正な維持管理・運用を図るためには、こうした職員への負担をできる限り軽減していくことが重要である。

少ない職員でこれらの課題に対応するためには、効率的かつ、高度で持続可能なダム管理の運用を検討しなければならない。このことから、ICT（情報通信技術）などを利用し、省力化を図ることで、マンパワー不足の解消や、効率的かつ効果的にダムを管理できるシステム（スマートダム管理）の必要性が高まっている。

(2) IoT技術の活用したクラウドシステム

IoT（Internet of Things）技術を活用し、測量で整備された地形図と、巡視や点検結果等の各種データ（基本データ）をクラウド上で一元管理し、Webブラウザを利用してアクセスし、効率的かつ効果的にデータを確認する。

また、高度な解析、高速表示するためのデータ変換及びクラウドへのデータ登録は、多機能かつ優れた処理能力を有したデスクトップソフトウェア（デスクトップPC）を利用してデータを管理する。

これらWebブラウザとデスクトップソフトウェアの両方を用いながら、データ整備・閲覧等の一元管理及びデ

ータ解析まで行えるスマートダム管理のシステムを構築し、ダム管理の高度化を図るとともに、関係機関や地域住民への情報共有を目指す。

以下にシステム構成図を示す。



図-2 システム構成図

デスクトップソフトウェアに搭載する解析機能は、「河川管理用三次元データ活用マニュアル（案）：令和2年2月国土交通省水管理・国土保全局」に記載されている標準的な機能を有している。

表-1 地形解析機能

機能	内容
三次元点群データ表示	三次元点群データの表示ができること
オーバーレイ表示	各種データを重ね合わせて表示ができること
属性検索	属性情報から距離標や河川管理施設などを検索し、位置を表示ができること
位置座標計測	任意に指定する箇所の位置座標の計測ができること
距離計測	任意に指定する点間距離の計測ができること
面積計測	任意に指定するエリアの面積の計測ができること
体積計測	任意に指定するエリアの体積の計測ができること
断面表示	任意に指定する区間の断面図を作成することができること
断面データ出力	作成した断面を、三次元断面データおよび図面として出力することができること
注記（コメント）作成	簡易な図形や文字を入力することができること
データ検索	任意に指定する箇所のデータ概要を表示することができること

(3) 地形図の三次元データ整備

3D地形図データは仮想空間を360度見渡すことができ、上空からの視点で見下ろしながら移動することが可能である。地形図には高さや形などの三次元情報が反映されているため、情報の把握が容易である。

二次元地形図と比べると、「地図を読み取る」などの専門性が不要となり、空間的把握の向上を図ることができる。

3D地形図の整備においては、ナローマルチビーム探査による深淺測量でダム貯水池内のレーザ計測データを統合解析し三次元計測データを作成、既往航空レーザ測量成果や深淺測量成果との整合を図ることにより貯水池及び周辺地域を含めた三次元地形図データを作成した。

また、今まで別々に管理・運用されていた①国土数値情報データ②標高データ③浸水想定区域図データ④河川台帳等の施設データを付加することにより、データの集約化が図られ、情報の共有化、一元的な管理が可能となった。



図-3 三次元地形図データ（柳瀬ダム周辺）

(4) ダム施設三次元データ搭載

ダム施設を三次元データ化することは、管理に携わっている職員が、施設の全体像を理解しやすくなるとともに、詳細な構造が視覚的に確認できるため、問題発生時の原因究明や対策において、適切な判断（ヒューマンエラー防止）が行える有効なツールになり、今後、熟練管理技術者の減少が予想される中で、持続可能なダム管理の運用の合理化による管理の効率化を図ることができ

る。施設の主構造をなすダム堤体、ゲート設備、取水塔、周辺施設（橋梁等）の3Dモデル化においては、対象施設の外形形状を正確に表現するため、国土交通省の「CIM導入ガイドライン（案）ダム編」に記載されているモデル詳細度300の定義に準拠し、モデルの作成を行った。

銅山川の3ダム（柳瀬、新宮、富郷）を作成の対象とし、柳瀬ダム・新宮ダムにおいては、航空レーザ測量成果を参考に3Dモデル化した。



図-4 レーザ測量データからモデル化（新宮ダム）

富郷ダムについては、完成図書を元に3Dモデル化を行った。



図-5 設計図を元にモデル化（富郷ダム）

ダム管理施設においては、完成図書を元に、ゲート設備、取水塔の3Dモデル化を行った。



図-6 ゲート設備のモデル化



図-7 取水塔のモデル化

ダム湖に架かっている橋梁等の施設においては、占用台帳の図書から3Dモデル化を行った。



図-8 周辺施設（橋梁）のモデル化（平野橋）

3. 今後の活用

(1) 3D浸水想定図

整備した3D地形図データを活用し、2.(3)で付加した浸水想定区域図を3Dモデル化する。ダムの放流量に併せた浸水予測を3D化することにより空間的に分かりやすく表示することが可能となり、地域住民や関係自治体が「どの程度浸水するか」を認識しておくことで、防災意識の高まりや、災害時の円滑かつ迅速な避難行動に繋がるなど、「伝える」から「伝わる」ことにつながり、情報の「見える化」が図られる。

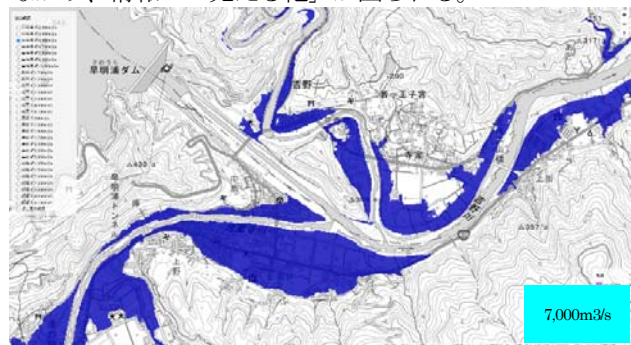


図-9 浸水想定と氾濫シミュレーション

(2) 3Dモデルを活用した施設の保安全管理

2.(4)で整備したゲート設備等の3Dモデルを活用することにより、点検補修記録を3Dモデルに明示することで施設の局所的な劣化状況や変状箇所を分かりやすく直感的に把握可能となり、施設の健全度評価の平準化や、保安全管理の効率化が図られる。

また、改修・更新履歴等を属性データとして一元的に管理することにより、標準耐用年数を考慮した補修計画の立案が容易となり、施設の長寿命化とライフサイクルコストの低減を図ることができる。



図-10 ゲート等の3D化による点検の効率化

(3) 3Dデータの堆砂管理・災害時対応

UAV測量による3Dデータを取得することで洪水調節容量内の堆砂状況の把握の効率化を図る。

また、災害時にはUAVで3Dデータを取得することで、被害規模の迅速な把握が可能となる。また、任意の断面位置を指定することで、断面図を作成でき、堆砂量の推定が容易となる。

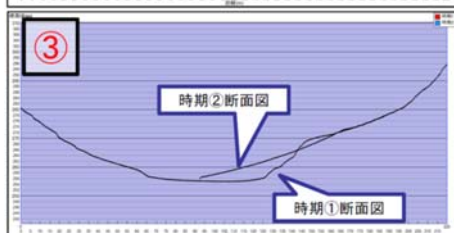
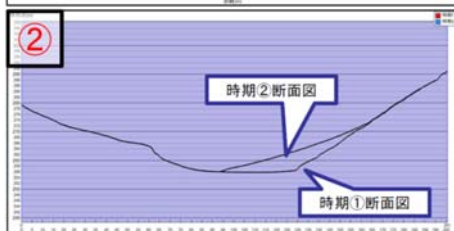
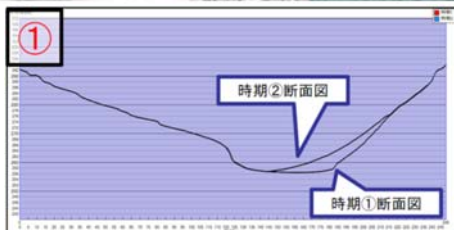
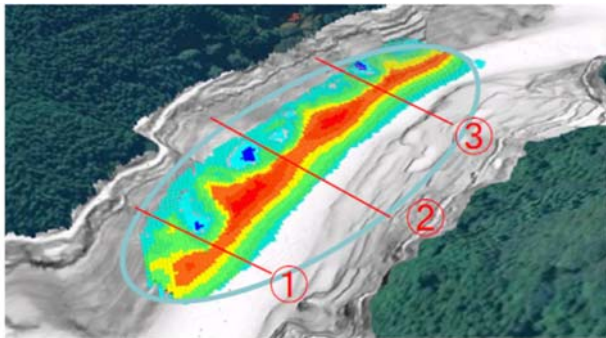


図-11 堆砂排除計画

(4) 地すべり変位データのクラウド管理

地すべり観測機器のIoT化が一般的になってきている現在、3D管内図上で一元的にクラウド管理することにより、地すべり変位状況を分かりやすく効率的（三次元的に把握）に分析することが可能となる。

大規模な地すべり対策工事の施工にあたっては、すべり面における変位を追跡監視するため情報化施工が推奨されており、施工者、観測者など複数の関係者間で情報共有が図られる。

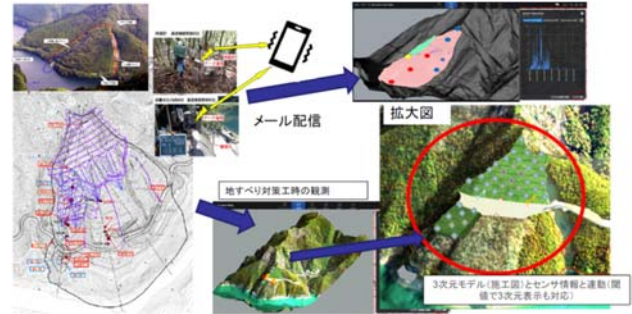


図-12 地すべり変位データの情報化

(5) UAV及びCCTVを活用した遠隔監視

既設CCTVおよび、UAVの自律飛行とAI技術を組み合わせた遠隔監視により、貯水池の監視の効率化が図られる。

AIカメラを搭載したUAVによる監視を実施し、事象検知による監視支援（見落とし防止）を行う。既設CCTVによる水平方向の監視と組み合わせることにより、従来のダム管理職員による監視作業の負担が減り、コスト削減も可能となる。



図-13 遠隔監視のイメージ

4. おわりに

本報告では、吉野川ダム統合管理事務所で実施しているスマートダム管理の取り組み及び今後の活用について紹介した。

今後も事務所内で引き続き3次元管内図の利点を活かした幅広い活用を検討し、持続可能なダム管理の効率化を図る取り組みが必要であると考えている。

事務所全体として、関係機関及び地域住民と連携を図りながら防災・減災対策に努めたい。