

# 大山ダムにおけるC I Mを活用したダム管理高度化の取組み

独立行政法人水資源機構 筑後川局 大山ダム管理室長 ◎松永 浩嗣  
企画調整課 ○松木 浩志

## 1. はじめに

大山ダムは、洪水調節、水道用水の供給、流水の正常な機能の維持を目的として、筑後川水系赤石川（大分県日田市）に建設された堤高 94m、堤頂長 370m、堤体積 58 万 m<sup>3</sup>、総貯水容量 1,960 万 m<sup>3</sup> の重力式コンクリートダムである。大山ダムの位置を図-1 に示す。平成 23、24 年度において試験湛水を行い、平成 25 年度より管理事業に移行している。

大山ダムでは、ダムの各施設、設備、観測データ等の情報を将来にわたり一元管理し、継続的に有効活用することを目的として、建設事業最終年度である平成 24 年度に「管理データベース」を構築



図-1 大山ダム位置図（筑後川流域図）

した。管理データベースの導入にあたり、ダム堤体、放流設備

の 3 次元モデルと貯水池を含む周辺地形の地理情報とを融合した C I M を活用し、施設、貯水池と観測データ等の関連付けを行うなど、実用的かつ汎用性の高いデータベースを構築している。

## 2. 大山ダム管理データベースの構築

### （1）管理データベース設計のコンセプト

#### i) 管理データベース導入の背景

建設事業から管理事業への移行にあたっては、調査資料、設計資料、完成図面、観測データ、用地情報、施設・設備情報、建設時の施工管理データ、品質管理データ等の膨大な各種情報の効率的な整理、管理が必要である。これらの情報は、管理移行後の各種観測データを含め、将来に渡り蓄積と引き継ぎが永続的に行われると共に、日常の管理だけでなく、非常時には正確かつ迅速にその情報を取り出すことが必要となるため、情報を一元的に管理するデータベースを構築することとした。

#### ii) 設計のコンセプト

継続して使用可能なデータベースの構築するため、他事例を収集し、下記の点を設計のコンセプトとした。

- ・データベースの構造、仕組み、観測データの閲覧方法等が容易に理解できること。
- ・膨大な説明書等を読み解かなくてもある程度直感的に操作できること。
- ・ダム管理に特化したシンプルなデータベースとし、複雑な構造、煩雑な操作を回避。高い操作性を確保すること。
- ・将来にわたるデータベースの持続的な活用のため、必要となるデータの追加、入出力について、手間がかからないようにすること。資料作成を見据え、データの出力は汎用性の高い形式とすること。
- ・将来にわたり持続的に活用するため、維持管理費用を可能な限り安価にすること。

以上のコンセプトを念頭に置き、データベースとしてのわかりやすさ、良好な操作性の確保、ダム管理として、各種データとダム堤体、貯水池、地形・地質との関係を空間的に把握する機能を備えるため、3次元モデルを主体とした合理的なデータベースを構築することとした。構造物を3次元モデル化し、モデルに構造物情報、観測データを登録するCIMを活用することで、構造の把握と構造物と各種情報の関連性の把握が容易となる。ダムにおけるCIMの先行事例がない中で試行錯誤し、データベースを構築することとなった。

## (2) 大山ダム管理データベースの概要

表-1に大山ダム管理データベースに登録している基本的な観測項目を示す。ダム管理に特化したデータベースとするため、登録する主なデータはダム堤体、貯水池及びその周辺において継続的に観測され、ダム管理に必要なデータに限定した。

また、汎用性を考え、データの閲覧はシステム上で条件を選択した後、エクセル（グラフ、一覧表）で行うこととした。

表-1 DBに登録する主な観測項目

種別	観測項目（観測頻度）
貯水池、気象等	<ul style="list-style-type: none"> <li>・貯水位（毎正時）</li> <li>・貯水池濁度鉛直分布（6時間毎）</li> <li>・降水量（時間雨量、日雨量）</li> <li>・外気温（毎正時）</li> </ul>
堤体観測	<ul style="list-style-type: none"> <li>・全漏水量（毎正時）</li> <li>・ブルムライン（毎正時）</li> <li>・基礎排水孔 <ul style="list-style-type: none"> <li>漏水量（毎週）</li> <li>揚圧力（毎週）</li> </ul> </li> <li>・継目排水孔 <ul style="list-style-type: none"> <li>漏水量（毎週）</li> </ul> </li> </ul>
斜面観測	<ul style="list-style-type: none"> <li>・傾斜計（毎正時）</li> <li>・パイプ歪計（毎正時）</li> <li>・地下水位（毎正時）</li> <li>・アンカー荷重計（毎正時）</li> </ul>
地下水観測	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地下水位（毎週）</li> </ul>

大山ダム管理データベース

- ①流域概要  
大山ダム流域及び周辺平面図の閲覧
- ②放流警報設備情報  
放流警報設備位置図、関連情報の閲覧
- ③地質情報  
地質平面図、断面図、埋設計器設置断面図の閲覧
- ④水質観測情報  
水質調査位置図、関連情報の閲覧
- ⑤地下水位観測情報  
地下水位観測位置図、観測データの閲覧
- ⑥堤体3D・観測情報  
ダム堤体の3次元表示、各種堤体観測データの閲覧
- ⑦放流設備3D情報  
放流設備の3次元表示
- ⑧貯水池3D・観測情報  
貯水池、周辺地形3次元表示、斜面観測データ閲覧
- ⑨全観測情報閲覧  
全観測情報の閲覧、検索

図-2 管理データベース構成概要

図-2 に大山ダム管理データベースの構成概要を示す。データベースは大きく9の項目に分かれている。

管理データベースの主な項目の内容およびシステム画面は次のとおりである。

各項目において、直感的に操作が可能となるよう、3D表示や図面等のグラフィックによるインターフェイスを基本としている。

主要な項目の概要は以下のとおり。

< 堤体3D・観測情報 >

ダム堤体を3次元モデル化し、堤体に係わる観測データをリンク付けた。3次元化されたダム堤体を表示。マウス操作により回転、移動、拡大縮小が可能。堤体の透過表示機能により監査廊、エレベータ施設等の堤体内部施設の閲覧が可能（図-3）。ブロック、観測項目、観測期間を選択することで当該観測データ、雨量、貯水位、気温の時系列がエクセル（グラフ、一覧表）で表示される（図-4）。登録されている観測データは、全漏水量、プラムラインデータ、基礎排水孔データ（漏水量、揚圧力）、継目排水孔データ（漏水量）及び貯水池濁度鉛直分布である。

施設を3次元モデル化し、透過機能により不可視部分を表示、関連データをモデルにリンク付けすることで施設の構造とデータの関連性を視覚的に把握が可能となった。

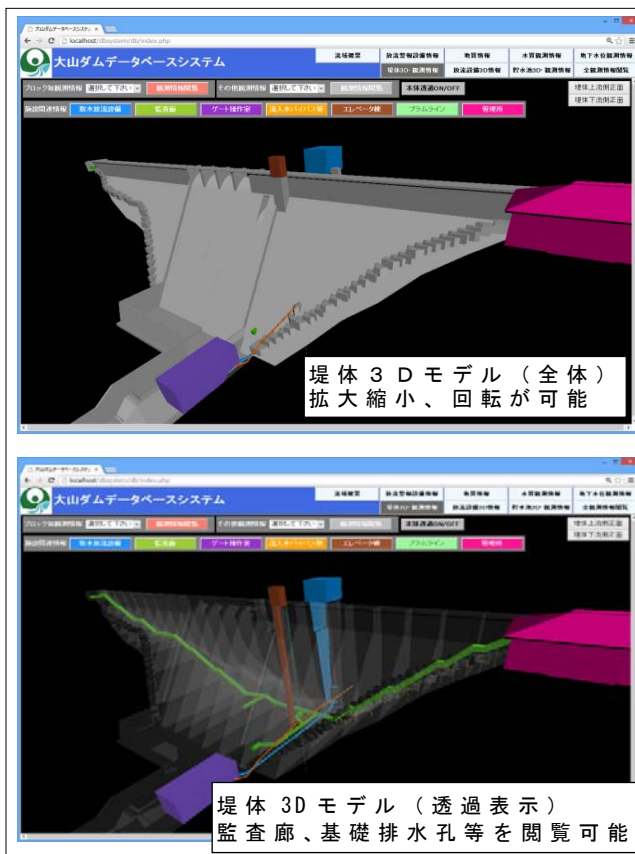


図-3 堤体3Dモデル

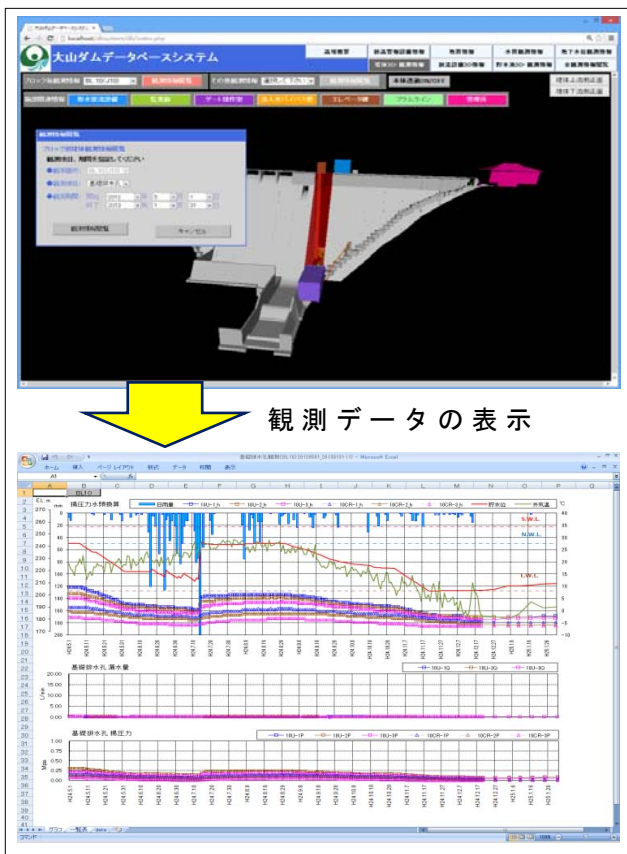


図-4 堤体観測情報の表示

### ＜貯水池 3 D ・ 観測情報＞

3次元化された貯水池を表示。マウス操作により回転、移動、拡大縮小が可能。貯水位を任意の標高に変更可能なため、貯水池斜面对策部、貯水池内への進入路及び管理用道路の標高と貯水位の関係が把握可能。斜面観測情報の観測項目、観測期間を選択することで当該観測結果が表示される。観測結果は、斜面観測情報（傾斜計、パイプ歪計、アンカー荷重計）に加え、貯水位、孔内水位、時間降水量をエクセル（グラフ、一覧表）で表示。（図-5、6）

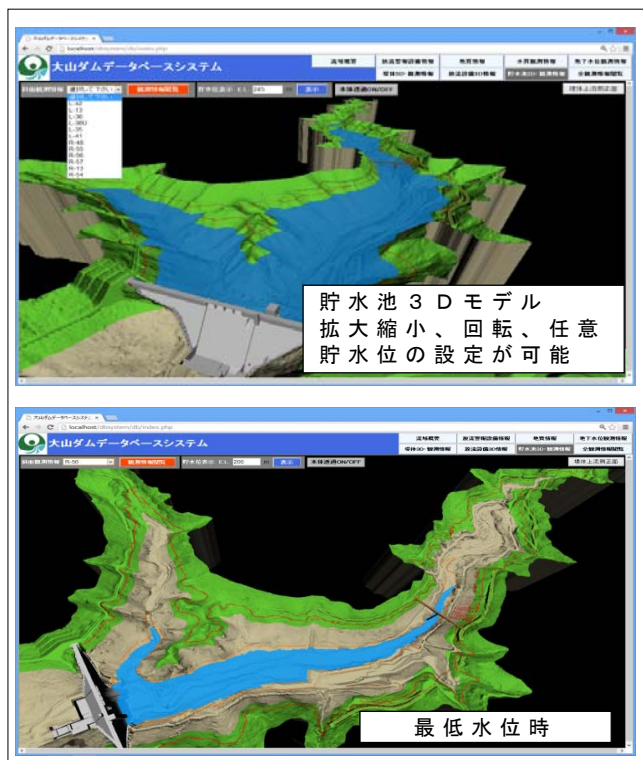


図-5 貯水池 3 D モデル

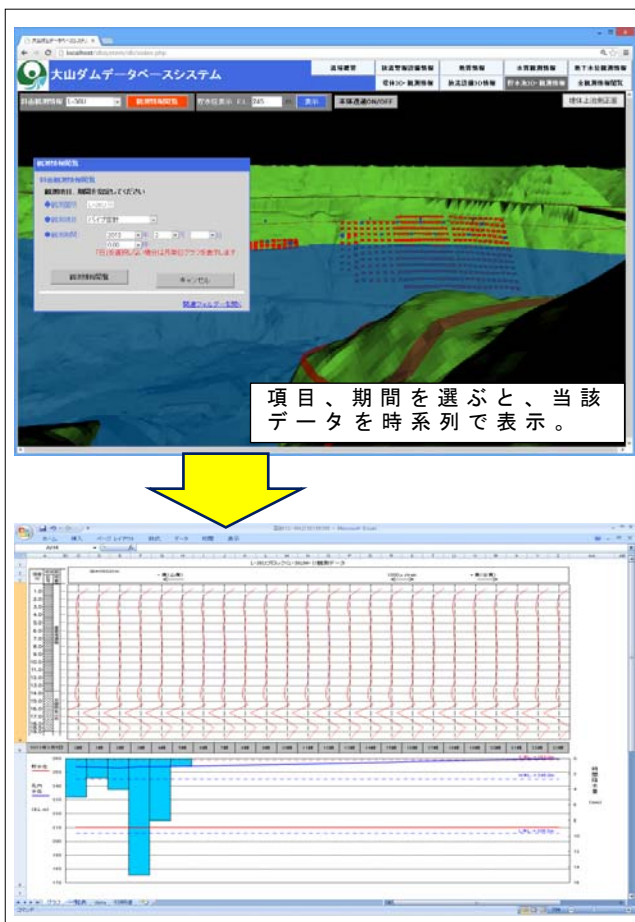


図-6 斜面観測情報の表示

### （3） 開発において特に留意した点

#### i) 3次元モデルの作成（C I Mの活用）

ダム堤体の3次元化においては堤体の3次元CADデータ、堤体平面図、上流面図、下流面図、標準断面図を用いた。放流設備については選択取水ゲート一般図、利水放流設備一般図、発電所機器配置図等から3次元モデルを作成した。貯水池及びその周辺地形については堆砂測量で得られるナローマルチ測量データとレーザプロファイラデータを用いて3次元モデルを作成した。ナローマルチ測量データ、レーザプロファイラデータについては、データ量が多く、すべてを使用するとシステム

の操作性を低下させるおそれがあったため、データ量を間引くことで操作性を高めることとした。また、貯水池への進入路、管理用道路については、視認しやすいよう着色するなどの工夫をしている。

これらの3次元モデルに観測データ等を関連付けることにより、視覚的に施設の構造、施設と観測データとの関連性を把握し、直感的に操作可能となるシステムとした。

#### ii) 機能の限定

データベースの機能についてはダム管理に特化したもの限定することとし、ダム建設時の施工管理、品質管理等の情報を登録せず、ダム管理に必要なとなる堤体、貯水池、斜面に関する観測項目等を登録するシステムとした。

表-2にシステムの仕様等を示す。システムについては将来にわたるデータの蓄積を考

慮し、大容量のハードディスクを使用しているが、実際には僅かな容量を使用しているにとどまっている。データベースの機能をダム管理に特化したもの限定することにより、システム及びデータの容量が軽量化され、その結果、良好な操作性を確保できたものとする。

#### iii) 汎用ソフトによる開発

開発言語、閲覧ソフトなどについては、ライセンス料が発生する専用ソフトを避け、汎用ソフト、フリーソフトを用いることで、システムの開発、維持管理費用の低減を図った。

閲覧ソフトはgoogle社が公開しているウェブブラウザ(chrome)とした。データベースに関してはPostgreSQLにより開発した。いずれも一般的な汎用ソフトであり、使用に関してライセンス料等は発生しない。ウェブブラウザを閲覧ソフトに採用したことで、当該ブラウザがインストールされているクライアントであれば、本データベースに接続するだけで特別なソフトを必要とせずに本システムを使用することが可能である。閲覧を含め基本的なソフトにGISエンジンソフトやCIMソフトを使用せず、必要な機能を有するデータベースを構築することができたと評価している。

#### iv) データ、ファイル形式

本データベースはセキュリティの制約等により各観測システムと直接の接続を行っていない。データの入出力は各種記憶媒体を通じて行っ

表-2 システムの仕様等

機器仕様	
1.OS	Windows server2008 R2 standard
2.形状	タワー型
3.CPU	intel Xeon 2.40GHz 1個
4.メモリー	8GB
5.ハードディスク	2TB×4台 (RAID5)
6.ディスプレイ	19型液晶ディスプレイ
システム運用環境	
1.閲覧	・ Chrome25.0以降
2.開発言語	・ html, css3, javascript (HTML5) ・ PHP5.4.19
3.Webサーバ	・ IIS7.0
4.データベース	・ PostgreSQL9.2.3
5.観測情報閲覧	・ Microsoft Excel2003、VBAマクロ (2007互換)

ている。データの入出力に関しては、極力手間をかけず、高い汎用性を確保するために、データベースへのデータの入力はCSV形式、データ（グラフ、一覧表）の出力はエクセルファイルにて行うこととした。これにより各観測システムからデータをそのまま移すだけでデータの追加更新が可能となり、システムの汎用性、操作性を高めることができたと考える。

### 3. データベースの活用

現在、大山ダムでは観測データの蓄積を図ると共に、データベースをダム堤体及び貯水池の状況把握、日々のデータの点検等に活用している。平成27年11月には、3年毎に「管理体制及び管理状況」、「資料・記録の整備保管状況」、「施設・設備の状況」の検査を実施することとされているダム定期検査を受検した。今回の受検において、「管理状況」の計測実施状況や観測実施状況、「資料・記録の整備保管状況」の試験湛水時の記録、「施設・設備の状況」の漏水・浸透水、変位・変形、揚圧力等の項目について、管理データベースにおいて一次整理が行われており、円滑に資料作成等を行うことができた。また、3次元モデル化したことで、任意の視点からの眺望が可能となり、視覚的に理解しやすくなったため、今後、学習用、説明用やイベント企画のツールとしての活用も考えられる。

### 4. まとめ

大山ダムにおいてCIMを活用した管理データベースを導入し、視覚的に理解しやすく、直感的に操作可能なシステムを構築した。特に、将来にわたって持続的に活用することに留意し、これまで培ってきたダム管理の知見を活かした、シンプルで必要機能に限定したシステムを構築したことで、汎用性、操作性を高め、使いやすいシステムになったと考える。ダム管理に関する情報を一元的に集約・管理することで日常管理から非常時対応、管理後30年以内実施するとされているダム総合点検まで幅広く活用できるデータベースとなっている。

システム構築当時、CIMについては国土交通省においても制度検討を始めた段階であり、他ダムにおけるCIMの活用事例がない中でCIMを活用したシステムを構築した。先行事例として参考にさせていただければと考える。