

# 布目ダム管理 CIM の活用報告

○合屋 祐国<sup>1</sup>・金澤 佑樹<sup>2</sup>・久保田 貴史<sup>3</sup>

## 概要：

布目ダムでは管理の効率化及び高度化を目指して平成 28 年度から CIM システムの構築を進め、現在運用しているところである。本論文は、布目ダムにおける CIM システムの活用状況と明らかになってきた課題等について報告するものである。

**キーワード：** CIM システム、モニタリング、管理の高度化、管理の効率化

## 1. はじめに<sup>1)</sup>

近年、新型コロナウイルスの流行による 3 密を避けた生活様式や働き方改革の観点から DX が注目されており、国土交通省では「インフラ分野の DX 推進本部」を設置し公共工事の DX 等を促進している。

機構においては、ICT の活用等をさらに推進するとともに、業務や組織、職員の働き方等あらゆる分野で変革を図るために「水資源機構 DX」を推進し、工事や施設管理、一般事務、技術力向上について DX を推しすすめているところである。

布目ダムでは現在、管理 CIM を導入しダム管理の省力化、高度化及び効率化に取り組んでおり、本論文では管理 CIM の活用状況と課題について報告する。

## 2. 布目 CIM の概要

### 2.1 導入の経緯<sup>2)</sup>

布目ダム CIM システム「CIMfam-I(Construction Information Modeling for advanced dam management version-I)」(以降布目 CIM と呼ぶ)は、2015 年に機構内で設置した「新たな情報管理技術活用小委員会」において進めることとなった「ダム等施設における管理の高度化」のひとつとして 2015 年度から構築に着手した。その後、2017 年度に導入し、2018 年度からは「機構技術 4 ヶ年計画重点プロジェクト」の 1 つに指定され、実用化に向けた検討を行った。現在は必要に応じた改良を加えながら、運用を行っている。

### 2.2 布目 CIM の仕様

布目 CIM は布目ダムにサーバー機器を設置し、システムを

1.布目ダム管理所

2.室生ダム管理所(前布目ダム管理所) 主査

3.布目ダム管理所 所長

構築するオンプレミス型を採用している。

サーバーへはアクアネットを介して、布目ダム職員の PC からアクセスできる。また、木津川ダム総合管理所からのアクセスも可能であるが、データ量が大きく、現状の回線ではアクセスに時間がかかることから、実用的ではない。

### 2.3 布目 CIM の機能

布目 CIM を構築するにあたり、木津川ダム総合管理所管内の技術系職員を対象に、維持管理業務の分析を行い、必要な機能を決定した。

現在、布目 CIM に備わっている機能は大きく分けて以下の 4 つである。

- (1) データストック機能
- (2) 構造物の立体視化機能
- (3) リアルタイムモニタリング機能
- (4) 帳票作成機能

それぞれの機能について以下に記述する。

#### (1) データストック機能

布目 CIM では、ダム諸量、堤体計測、水質の自動観測データは、布目 CIM のサーバーへも直接取り込まれ、コンクリートダムの揚圧力やロックフィルダムの外部標的といった手動データは、計測結果を定期的に手動でサーバーに登録している。また、紙媒体を含める過去のデータについてもシステムに登録している。

#### (2) 構造物の立体視化機能

布目 CIM では 3 次元モデルや監査廊のストリートビューを作成することにより、堤体や施設の構造を視覚的に理解することができるようにしている。特に監査廊のストリートビューでは、実際に歩いているような視点で監査廊を見ること

ができる。

### (3)リアルタイムモニタリング機能

布目 CIM では、ストックしたデータをもとに、コンクリートダムの漏水量、変形、ロックフィル部の浸透量などについて、経時変化図や貯水位、気温との関係性に関する作図を自動で行い、リアルタイムで把握できるようになっている。

### (4)帳票作成機能

利水者への報告や定期報告など、決められた様式に従い、帳票を自動で作成できるようになっている。

## 3. 活用状況

先に紹介した布目 CIM の機能の内、使用頻度が高く、作業効率の向上に繋がっていると考えられる機能について活用内容は以下の通りである。

### (1)データ収集の効率化

ダム管理においては、日々の点検や自動観測システムにより計測した膨大なデータを収集し、かつ適切に整理して活用していく必要がある。これらのデータは、通常それぞれのシステムに蓄積されていくため、データが必要な場合は各システムにアクセスする必要がある。また、試験湛水時のデータや管理初期のデータについては紙媒体で保存されているものも多く、資料の検索や活用には多大な労力を要する。

布目 CIM では、計測データを最新データも含めて一元的に管理しているため、職員はそれぞれのパソコンから CIM にアクセスすることで必要なデータの活用を効率的に行うことができる。ストックされたデータの一例として、貯水位や流

入量といった、ダム諸量に関する自動計測データの確認画面を図-1 に示す。

### (2)ダム構造の把握

ダム堤体や付属施設の構造等は 2 次元の図面により管理されている。一方で、2 次元の図面から 3 次元の構造を把握するためには、経験や技術が必要となり、不慣れな場合、必要以上に時間がかかることや勘違い、ミス的重要因素となりやすい。

布目 CIM による 3 次元データや監査廊ストリートビューを活用することにより、設備等の場所の迅速な共有だけでなく、経験の浅い職員が監査廊に行く前の予習にも使うことができる。図-2 に 3 次元データ、図-3 に監査廊ストリートビューの操作画面を示す。

### (3)ダム堤体挙動の速やかな把握

ダム管理において、堤体の挙動の把握は重要な要素である。気温や貯水位等による通常の変位とは異なった変動を示すようなことがあった場合、すみやかにその兆候を察知することができれば、より迅速に対応を検討することができる。

布目 CIM では、試験湛水時からの堤体挙動を気温等のデータと合わせてグラフ化させている。これにより堤体挙動の経時変化や貯水位、気温と堤体挙動の関係について速やかに把握することができる。また、各種グラフの作成について導入前、全てを手作業で行う場合と比較すると作業時間は 2.3 時間/回、作業効率率は 87% 程度向上していると試算しており(表-1)、自動計測データを月に 1 度グラフ化し確認すると仮定した場合、年間で 28 時間程度の作業時間短縮がはかれる計算となる。表示されるグラフの例として堤体変形のグラフを

| 観測日時↑               | 貯水位(EL.m) | 有効貯水量 | 貯水率(%) | 調整流量(m³/s) | 流入量(m³/s) | 全放流量(m³/s) | ダム放流量(m³/s) | 非常用洪水吐放 | 常用洪水吐放 | 利水補助バルブ | 利水主管ゲート | 利水分岐管ゲ | 発電放流量(t) |
|---------------------|-----------|-------|--------|------------|-----------|------------|-------------|---------|--------|---------|---------|--------|----------|
| 2022-07-25T05:40:00 | 280.2     | 9723  | 63.1   | 0.34       | 0.67      | 1.01       | 1.01        | 0       | 0      | 0       | 0       | 1.01   | 0        |
| 2022-07-25T05:50:00 | 280.2     | 9723  | 63.1   | 0.34       | 0.67      | 1.01       | 1.01        | 0       | 0      | 0       | 0       | 1.01   | 0        |
| 2022-07-25T06:00:00 | 280.2     | 9723  | 63.1   | 0.34       | 0.67      | 1.01       | 1.01        | 0       | 0      | 0       | 0       | 1.01   | 0        |
| 2022-07-25T06:10:00 | 280.2     | 9723  | 63.1   | 0.34       | 0.67      | 1.01       | 1.01        | 0       | 0      | 0       | 0       | 1.01   | 0        |
| 2022-07-25T06:20:00 | 280.2     | 9723  | 63.1   | 0.34       | 0.67      | 1.01       | 1.01        | 0       | 0      | 0       | 0       | 1.01   | 0        |
| 2022-07-25T06:30:00 | 280.2     | 9723  | 63.1   | 0.34       | 0.67      | 1.01       | 1.01        | 0       | 0      | 0       | 0       | 1.01   | 0        |
| 2022-07-25T06:40:00 | 280.2     | 9723  | 63.1   | 0.34       | 0.67      | 1.01       | 1.01        | 0       | 0      | 0       | 0       | 1.01   | 0        |
| 2022-07-25T06:50:00 | 280.2     | 9723  | 63.1   | 0.34       | 0.67      | 1.01       | 1.01        | 0       | 0      | 0       | 0       | 1.01   | 0        |
| 2022-07-25T07:00:00 | 280.2     | 9723  | 63.1   | 0.34       | 0.67      | 1.01       | 1.01        | 0       | 0      | 0       | 0       | 1.01   | 0        |
| 2022-07-25T07:10:00 | 280.2     | 9723  | 63.1   | 0.34       | 0.67      | 1.01       | 1.01        | 0       | 0      | 0       | 0       | 1.01   | 0        |
| 2022-07-25T07:20:00 | 280.2     | 9723  | 63.1   | 0.34       | 0.67      | 1.01       | 1.01        | 0       | 0      | 0       | 0       | 1.01   | 0        |
| 2022-07-25T07:30:00 | 280.2     | 9723  | 63.1   | 0.34       | 0.67      | 1.01       | 1.01        | 0       | 0      | 0       | 0       | 1.01   | 0        |
| 2022-07-25T07:40:00 | 280.2     | 9723  | 63.1   | 0.34       | 0.67      | 1.01       | 1.01        | 0       | 0      | 0       | 0       | 1.01   | 0        |
| 2022-07-25T07:50:00 | 280.2     | 9723  | 63.1   | 0.34       | 0.67      | 1.01       | 1.01        | 0       | 0      | 0       | 0       | 1.01   | 0        |
| 2022-07-25T08:00:00 | 280.2     | 9723  | 63.1   | 0.34       | 0.67      | 1.01       | 1.01        | 0       | 0      | 0       | 0       | 1.01   | 0        |
| 2022-07-25T08:10:00 | 280.2     | 9723  | 63.1   | 0.34       | 0.67      | 1.01       | 1.01        | 0       | 0      | 0       | 0       | 1.01   | 0        |
| 2022-07-25T08:20:00 | 280.2     | 9723  | 63.1   | 0.34       | 0.67      | 1.01       | 1.01        | 0       | 0      | 0       | 0       | 1.01   | 0        |
| 2022-07-25T08:30:00 | 280.2     | 9723  | 63.1   | 0.34       | 0.67      | 1.01       | 1.01        | 0       | 0      | 0       | 0       | 1.01   | 0        |
| 2022-07-25T08:40:00 | 280.2     | 9723  | 63.1   | 0.34       | 0.67      | 1.01       | 1.01        | 0       | 0      | 0       | 0       | 1.01   | 0        |
| 2022-07-25T08:50:00 | 280.2     | 9723  | 63.1   | 0.34       | 0.67      | 1.01       | 1.01        | 0       | 0      | 0       | 0       | 1.01   | 0        |
| 2022-07-25T09:00:00 | 280.2     | 9723  | 63.1   | 0.34       | 0.67      | 1.01       | 1.01        | 0       | 0      | 0       | 0       | 1.01   | 0        |
| 2022-07-25T09:10:00 | 280.2     | 9723  | 63.1   | 0.34       | 0.67      | 1.01       | 1.01        | 0       | 0      | 0       | 0       | 1.01   | 0        |
| 2022-07-25T09:20:00 | 280.2     | 9723  | 63.1   | 0.34       | 0.67      | 1.01       | 1.01        | 0       | 0      | 0       | 0       | 1.01   | 0        |
| 2022-07-25T09:30:00 | 280.2     | 9723  | 63.1   | 0.34       | 0.67      | 1.01       | 1.01        | 0       | 0      | 0       | 0       | 1.01   | 0        |
| 2022-07-25T09:40:00 | 280.19    | 9716  | 63.1   | 0.31       | 0.69      | 1          | 1           | 0       | 0      | 0       | 0       | 1      | 0        |
| 2022-07-25T09:50:00 | 280.19    | 9716  | 63.1   | 0.31       | 0.69      | 1          | 1           | 0       | 0      | 0       | 0       | 1      | 0        |
| 2022-07-25T10:00:00 | 280.19    | 9716  | 63.1   | 0.31       | 0.69      | 1          | 1           | 0       | 0      | 0       | 0       | 1      | 0        |
| 2022-07-25T10:10:00 | 280.19    | 9716  | 63.1   | 0.31       | 0.69      | 1          | 1           | 0       | 0      | 0       | 0       | 1      | 0        |
| 2022-07-25T10:20:00 | 280.19    | 9716  | 63.1   | 0.31       | 0.69      | 1          | 1           | 0       | 0      | 0       | 0       | 1      | 0        |

図-1 ダム諸量に関する自動計測データの確認画面

図-4 に示す。

(4) 水質の確認と報告

ダム湖の水質は常に変化しており、適切な管理には細やかな監視が不可欠である。さらに、利水としても使われているダム湖の水質は利水者と共有を図る必要がある。一方で、水質自動観測装置から出力されるデータは、数字の羅列であり、水質状況の把握、共有には各測定項目についての習熟やグラフにするといった容易化が必要とされる。

布目 CIM の帳票作成機能により 1 日に 3 回計測される貯水池鉛直方向の水質データを自動でグラフ化することで、日々変わる貯水池の水質について綿密な把握を行っている。布目 CIM により作成した水質可視化グラフを図-5 に示す。

また、水質の状況等を報告するには定められた様式があり、データの取得や整理など労力を必要とする。1 度にかかる労力はそれほど膨大ではないが、定期的に報告が必要なものが多く、帳票作成機能によってその手間を軽減することができる。また、それだけでなく固定された様式で出力されるため様式からの逸脱やデータの整理・加工時に起こるミスを減らすことができる。

水質の確認について導入前、全てを手作業で行う場合と比



図-3 監査路ストリートビュー

較すると作業時間は 0.7 時間/回、作業効率は 94% 程度向上していると試算しており(表-2)、3 日に 1 度データをグラフ化し確認すると仮定した場合、年間で 90 時間程度の作業時間短縮がはかれる計算となる。

4. まとめと今後の課題

4.1 まとめ

布目ダム CIM の導入による現況は以下のとおりである。

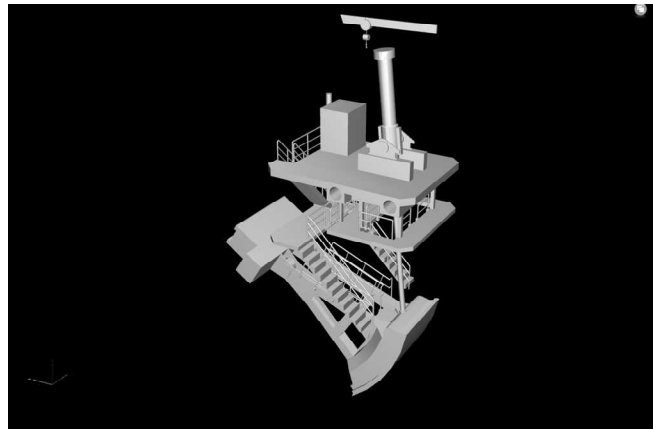


図-2 3次元データ

表-1 堤体観測データに関する作業時間短縮の試算

| 計測項目 | 導入前            |     |            | 導入後            |                           |         | 導入による効果 |    |
|------|----------------|-----|------------|----------------|---------------------------|---------|---------|----|
|      | データ取得に要する時間(分) | 計測数 | 作成するグラフの種類 | グラフ作成に要する時間(分) | CIM でグラフを表示させるまでに要する時間(分) | 削減時間(分) | 作業効率(%) |    |
| 本ダム  | 湧水量            | 10  | 1          | 5              | 1                         | 3       | 12      | 80 |
|      | 擁壁力            | 5   | 7          | 3              | 1                         | 3       | 23      | 88 |
|      | 堤体変形           | 10  | 1          | 4              | 1                         | 3       | 11      | 79 |
| 副ダム  | 湧水量            | 10  | 5          | 4              | 1                         | 3       | 27      | 90 |
|      | 擁壁力            | 5   | 21         | 3              | 1                         | 3       | 65      | 96 |

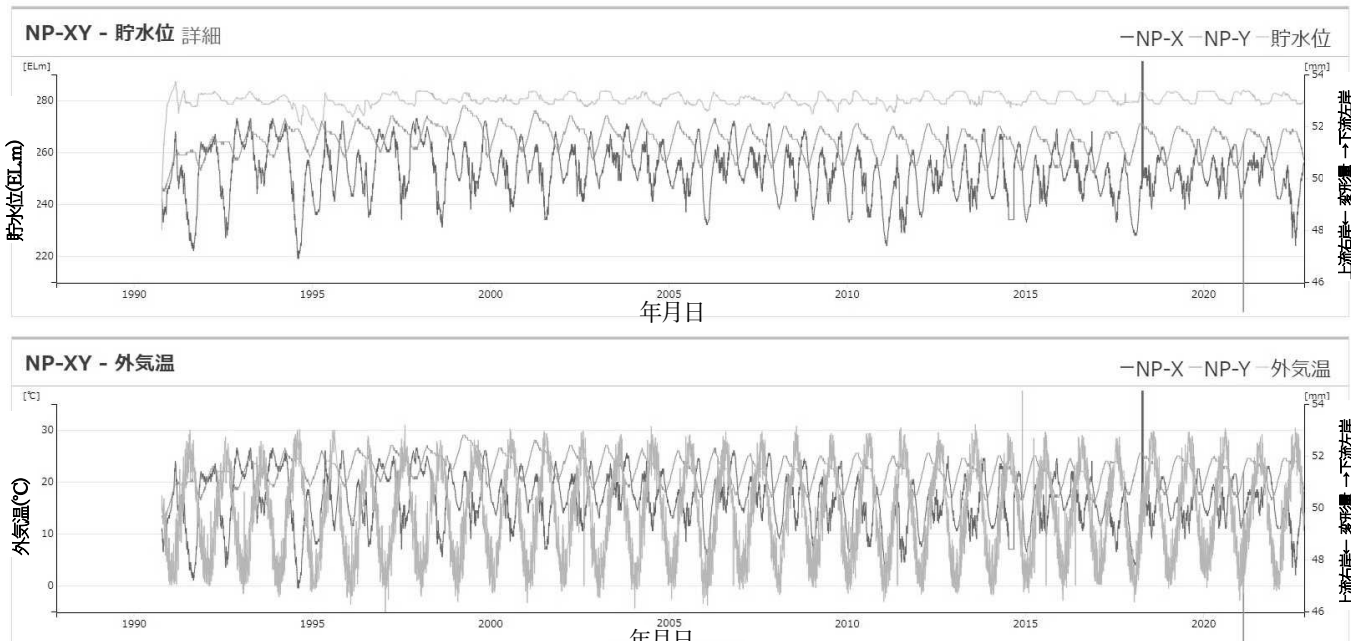


図-4 堤体変形のグラフ

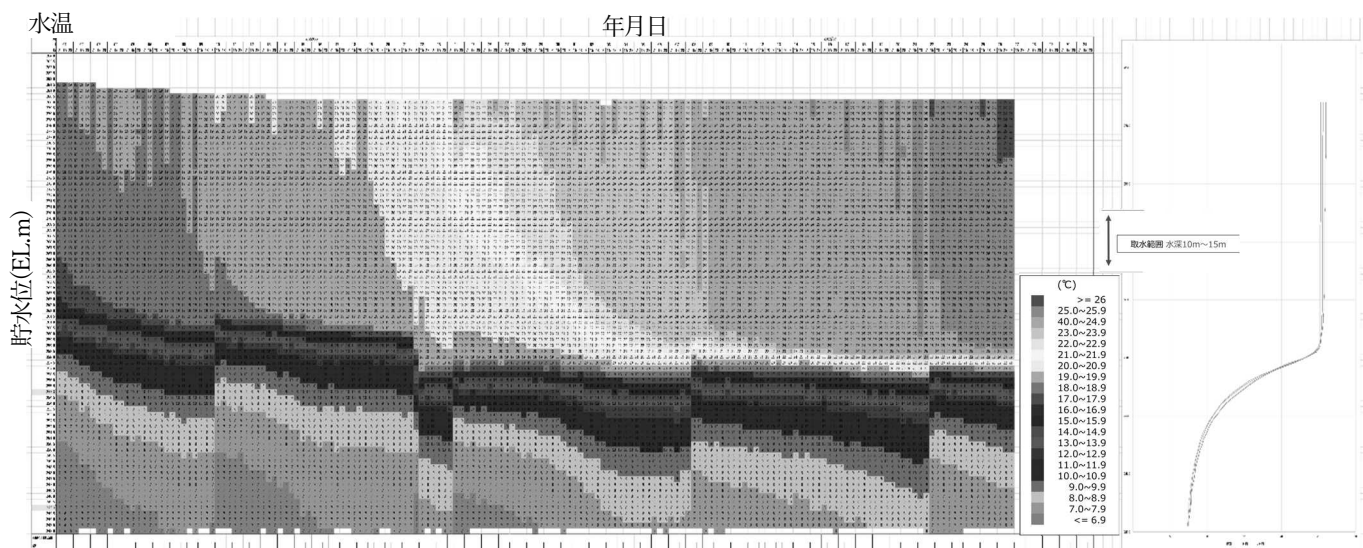


図-5 水質可視化グラフ(水温)

表-2 水質可視化グラフに関する作業時間短縮の試算

| 計測項目 | 導入前            |     |            |            | 導入後                      |         | 導入による効果 |    |
|------|----------------|-----|------------|------------|--------------------------|---------|---------|----|
|      | データ収集に要する時間(分) | 計測数 | 作成するグラフの種類 | 作成するグラフの種数 | CIMでグラフを表示させるまでに要する時間(分) | 削減時間(分) | 作業効率(%) |    |
| 貯水池  | 断面分布           | 10  | 1          | 6          | 1                        | 1       | 15      | 94 |
|      | 可視化            | 10  | 1          | 6          | 1                        | 1       | 15      | 94 |
| 放水路  |                | 10  | 1          | 5          | 1                        | 1       | 14      | 93 |

○堤体観測、水質といった多くのデータを一元的に管理できることにより、データの活用が効率になった。

○堤体観測データを自動で図化することにより、経時変化や貯水位、気温との関係性をより確認しやすくなった。

○水質状況についても、自動で整理され、視覚的に状況の変化を把握しやすくなった。

#### 4.2 今後の課題等

布目 CIM のさらなる活用にあたり、現在課題として考えられるのは以下の点である。

○外部から閲覧ができないこと

○管理 CIM の使用に慣れる必要がある

1 点目の課題は外部からの閲覧ができないことである。布目 CIM の概要でも述べているように、布目 CIM はアクアネット回線と接続している。そのため、本来であれば他事務所からも閲覧が可能である。しかし、布目ダムと外部を接続する回線が細く、布目 CIM のデータを送るのに十分ではないため、外部から布目 CIM を開くことができない。今後、テレワーク等を進めていく場合、外部からの閲覧がしやすくなるような環境の構築が必要と考えている。

2 点目の課題としては、使用に慣れる必要があることである。これまで説明しているように、布目 CIM は有効に用いることができれば業務の効率化・高度化に大きく寄与し得るのである。しかし、CIM を使えば、短時間でデータを入手、

活用することができるが、CIM に慣れるまでは、従来の方法によるデータ収集、整理、編集となってしまう場合がある。業務量が増加している中で、CIM の使い方を覚えることに時間がとれず、結果的に時間のかかる従来の方法により対応することもあり得る。いかに職員により使ってもらえるシステムにできるかが重要であると考えている。

#### 4.3 課題を踏まえた今後の展望

以上の課題を踏まえて、外部接続の方法として布目 CIM のクラウド化があげられる。クラウド上にサーバーを設置することで、他事務所やテレワーク先、さらには現場でも布目 CIM にアクセスすることが可能になる。

また、点検時、現場から CIM にアクセスし、過去のデータやマニュアルを確認するといったように、布目 CIM を見ることができる機会を増やすことで使用へのハードルも下がると考える。

一方で、クラウド化にはセキュリティ面での問題など新たな課題も存在することから、どのような環境の構築がよりよいのか、検討を続けていきたい。また今後も、日々布目 CIM を使いながら、改善点を考えていくことで業務の効率化・高度化に努めていきたい。

#### 参考文献

- 1) 独立行政法人水資源機構. 2021. 独立行政法人水資源機構 DX 推進プロジェクト. p. 1-9.
- 2) 独立行政法人水資源機構. 2017. 木津川ダム総合管理所における CIMfam- I (管理における CIM) について～管理の省力化・効率化・高度化を目指して～. p. 1-5