

# 布目ダム管理 CIM の活用報告

合屋 祐国<sup>1</sup> 久保田 貴史<sup>2</sup>

<sup>1</sup>水資源機構 木津川ダム総合管理所 管理課 (〒518-0413三重県名張市下比奈知2811-1)

<sup>2</sup>水資源機構 木津川ダム総合管理所 布目ダム管理所長 (〒630-1234奈良県奈良市北野山町869-2)

布目ダムでは管理の効率化及び高度化を目指して2016年から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。本稿は、布目ダムにおけるCIMシステムの活用状況と今後よりよいシステムにしていくための展望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、働き方改革などの観点からDXが注目されている。

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等を促進しており、水資源機構においては、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、本稿では布目ダムにおける管理CIMの活用状況と今後の展望について報告する。

## 2. 布目CIMの概要

### (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年に水資源機構内部で設置した「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年度に機器の導入を行い、2018年度からは「機構技術4ヵ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) 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

ステムを構築するオンプレミス型を採用している。

布目ダム職員は水資源機構で使用しているネットワーク回線、「アクアネット」を介してそれぞれのパソコンから布目CIMにアクセスすることができる。

また、「アクアネット」を通じてアクセスしているため、本来であれば木津川ダム総合管理所等、その他の事務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。

### (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。

- a) データストック機能
- b) 構造物の立体視化機能
- c) リアルタイムモニタリング機能
- d) 帳票作成機能

それぞれの機能について以下に記述する。

#### a) データストック機能

布目CIMでは様々なデータをCIMのサーバーへ集約している。

ダム諸量、堤体計測、水質等の自動観測データは、布目CIMのサーバーへ直接取り込まれ、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で観測するデータは、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、試験湛水時データのように紙媒体で保存されている過去のデータについても、業務の中で電子化し、システムに登録している。

#### b) 構造物の立体視化機能

2次元の図面を立体化した3次元モデルや監査廊

のストリートビューを見ることができる機能である。これ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なってきている。特に監査廊のストリートビューでは、立ち位置の移動や周囲を見回すことができ、実際に歩いているかのような視点で監査廊を見ることができる。

c)リアルタイムモニタリング機能

ストックしたデータを一覧表で表示するとともにグラフ化を行う機能である。コンクリートダム漏水量や変形、ロックフィル部の浸透量などのデータをもとに経時変化図や貯水位、気温等との関係性についてのグラフを自動で作成し、リアルタイムで表示している。試験湛水時から現在の最新データまでを表示しているため、これまでの堤体挙動が一目でわかるようになってきている。

d)帳票作成機能

関係機関に提供する資料や日々の管理で使用する資料など決められた様式に従い、帳票を自動で作成できる機能である。

水質データやダム諸量データなど布目 CIM に集約されるデータを基に作成しており、期間指定を行うことで任意の期間の帳票を作ることができる。

### 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を紹介する。

(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等により、膨大なデータが供される。ダムを適

切に管理するために、職員はこれらのデータを収集し、的確な整理、活用を行う必要がある。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布目 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。

また、布目ダムでは堤体観測業務において、タブレットを活用している。タブレットに入力されたデータはエクセル形式で出力され、エクセルデータをそのままサーバーにアップロードすることで、布目 CIM に反映される。これにより、紙に記載したデータをエクセルに入力する場合と比べて、転記ミスの減少や作業時間の短縮が図られる。

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

ダム堤体や附属施設の構造は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、豊富な経験や技術が必要である。経験の少ない職員が2次元の図面をもとに構造を確認する場合、必要以上に時間がかかるだけでなく、勘違いやミスの要因となることも考えられる。

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、経験の少ない職員だとしても設備の構造を容易に把握できるようになる。

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
2022-07-25T05:40:00	280.2	9723	63.1	0.34	0.67	1.01	1.01	0
2022-07-25T05:50:00	280.2	9723	63.1	0.34	0.67	1.01	1.01	0
2022-07-25T06:00:00	280.2	9723	63.1	0.34	0.67	1.01	1.01	0
2022-07-25T06:10:00	280.2	9723	63.1	0.34	0.67	1.01	1.01	0
2022-07-25T06:20:00	280.2	9723	63.1	0.34	0.67	1.01	1.01	0
2022-07-25T06:30:00	280.2	9723	63.1	0.34	0.67	1.01	1.01	0
2022-07-25T06:40:00	280.2	9723	63.1	0.34	0.67	1.01	1.01	0
2022-07-25T06:50:00	280.2	9723	63.1	0.34	0.67	1.01	1.01	0
2022-07-25T07:00:00	280.2	9723	63.1	0.34	0.67	1.01	1.01	0
2022-07-25T07:10:00	280.2	9723	63.1	0.34	0.67	1.01	1.01	0
2022-07-25T07:20:00	280.2	9723	63.1	0.34	0.67	1.01	1.01	0
2022-07-25T07:30:00	280.2	9723	63.1	0.34	0.67	1.01	1.01	0
2022-07-25T07:40:00	280.2	9723	63.1	0.34	0.67	1.01	1.01	0
2022-07-25T07:50:00	280.2	9723	63.1	0.34	0.67	1.01	1.01	0
2022-07-25T08:00:00	280.2	9723	63.1	0.34	0.67	1.01	1.01	0
2022-07-25T08:10:00	280.2	9723	63.1	0.34	0.67	1.01	1.01	0
2022-07-25T08:20:00	280.2	9723	63.1	0.34	0.67	1.01	1.01	0
2022-07-25T08:30:00	280.2	9723	63.1	0.34	0.67	1.01	1.01	0

図-1 ダム諸量に関する自動計測データの確認画面

例えば、ストリートビュー機能は事務所にいながら、監査廊の構造を把握できることから、そのダムに赴任したばかりの職員が監査廊に行く前の予習にも使うことができる。また、監査廊内の設備に不具合が起きた場合、不具合の発生箇所についてストリートビューをもとに共有することができる。

こういった使い方により業務の効率化につながる。図-2に3Dモデル、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、堤体挙動の把握は重要な要素である。堤体挙動は気温や貯水位等により周期的に変化している。通常の変位と異なった変位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、より迅速に対応することができる。

一方で堤体挙動のデータは数値で出力されるため、それだけで判断を行うことは難しい。評価を行うためには貯水位、水温等のデータと合わせてグラフを作る必要がある。従来はデータ収集やグラフの作成に時間を要していた。

布目CIMでは、試験湛水時からの堤体挙動を気温

等の堤体挙動に影響を与える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、現在の挙動が周期的なものなのか、それとも何か別の要因で起こっているものなのかを判断することができる。表示されるグラフの例として堤体変形のグラフを図-4に示す。

各種グラフの作成について効率化の試算を行った。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138分/回、作業効率は87%程度向上しており(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り、作業効率は90%向上する。

### (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

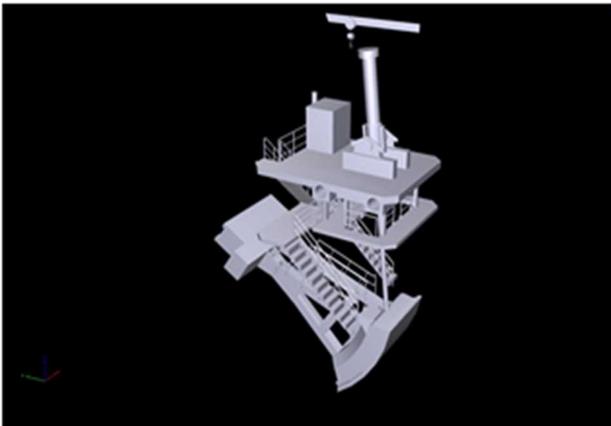


図-2 3Dモデル



図-3 監査廊ストリートビュー

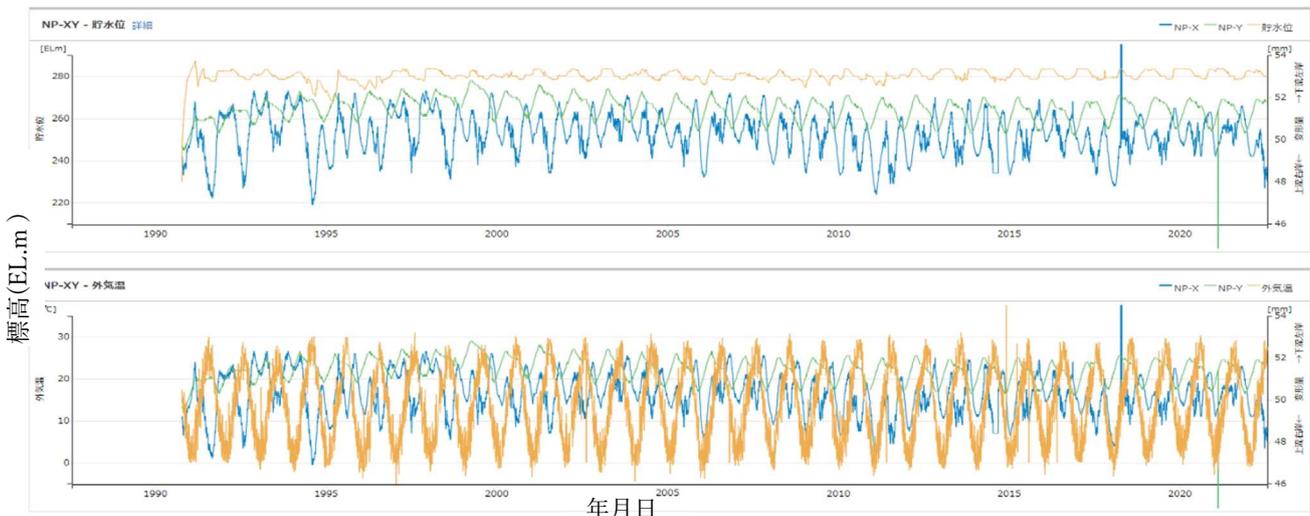


図-4 堤体変形のグラフ

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。

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が減らすことができる。布目CIMにより作成した水質可視化グラフを図-5に示す。

水質の確認についても、効率化の試算をおこなった。その結果、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44分/回、作業効率は94%程度向上しており(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り、作業効率は94%向上する。

#### 4. まとめと今後の展望

##### (1)まとめ

布目CIMの導入による現況は以下のとおりである。  
○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的になった。

○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。

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	
	データ収集に要する時間(m)	計測数	作成するグラフの種類	グラフ作成に要する時間(m)	計(m)	CIMでグラフを表示させるまでに要する時間(m)	削減時間(m)	作業効率(%)	
本ダム	漏水量	10	1	5	1	15	3	12	80
	揚圧力	5	7	3	1	26	3	23	88
	堤体変形	10	1	4	1	14	3	11	79
副ダム	浸透量	10	5	4	1	30	3	27	90
	浸透圧	5	21	3	1	68	3	65	96
計					153	15	138	90	

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(m)	計測数	作成するグラフの種類	グラフ作成に要する時間(m)	計(m)	CIMでグラフを表示させるまでに要する時間(m)	削減時間(m)	作業効率(%)	
貯水池	鉛直分布	10	1	6	1	16	1	15	94
	可視化	10	1	6	1	16	1	15	94
放流口	10	1	5	1	15	1	14	93	
計					47	3	44	93	

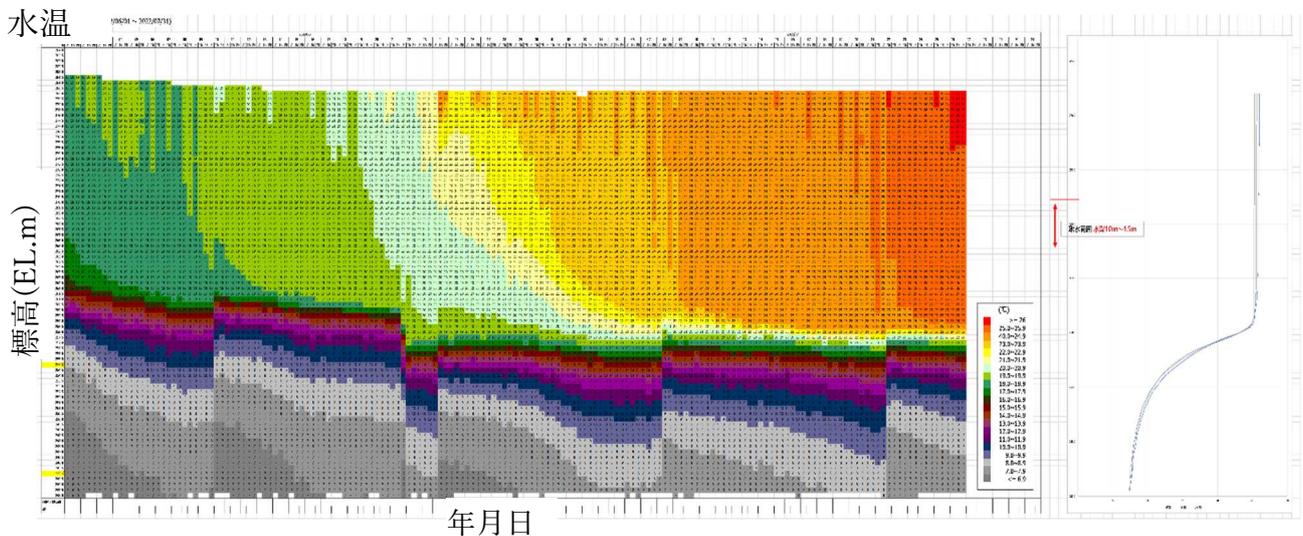


図-5 水質可視化グラフ(水温)

○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。

## (2) 今後の展望

今後、布目 CIM をより使いやすく、より使われるシステムにするためには使用上の気づきを基に改良を行っていく必要がある。今後、特に実施していきたい改良として以下の3つがある。

- a) クラウド化
- b) インターフェース改良
- c) 帳票機能の拡充

それぞれの内容について、以下に記述する。

### a) クラウド化

クラウド化とは、現在、布目ダムのサーバー上に構築している布目 CIM のシステムをクラウド上に設置することである。

現状の布目 CIM では布目ダムのサーバー上に構築していることから、布目ダムのネットワークとつながっている場所でなければアクセスできない。

クラウド化することにより、インターネット環境がある場所であれば、現場や堤体内、テレワーク先からも布目 CIM にアクセスすることができるようになる。また、事務所からアップロードしている堤体観測データを現場からアップロードすることができるようになる。これにより、その場で計測値と過年度の値を比較することにより計測データの精度向上にもつながる。

外部からアクセスしやすくなることや使用の機会が増えることでより使われるシステムになると考える。

### b) インターフェース改良

インターフェース改良では、布目 CIM の操作性向上やわかりやすいデザインについて検討していく。

今後、布目 CIM を使っていく人間がダム管理や CIM の操作に習熟しているとは限らない。初めて CIM を触る人間であっても使いこなすことができるシステムでなければならない。

そのために必要なことは直感的に操作することができ、どこにどのような機能があるかが一目でわかるユーザーインターフェースである。現在の布目

CIM についても、それほど習熟を必要としないシステムではあるが、使っていく中で使いづらいつと感じる点もゼロではない。

そういった使用上の小さな気づきを無視するのではなく、蓄積していくことでより使いやすいシステムにしていく。それにより、習熟にかかる時間の軽減や使用率の向上につながると考える。

### c) 帳票機能の拡充

「2. (3) 布目 CIM の機能 d) 帳票作成機能」で述べているように、布目 CIM には決められた様式でデータを出力する機能がある。この帳票作成機能について、作成可能な様式を増やしていきたいと考えている。

現在、作成可能な帳票は水質関係の内容がほとんどである。これらの帳票だけでも年間 90 時間の削減となっているが、使用は一部の職員に限られる。そこで、他の業務で必要となる報告書や年報、検査資料等、CIM に集約しているデータを使用することで作成する資料を、帳票作成機能で作成できるようにする。これにより、さらに多くの職員に使われるシステムとなるとともに作業時間の短縮が図られる。

今後、これら3つの改良を行っていくとともに、日々、布目 CIM を使っていくことで改良、改善できる部分がないかを探し、よりよいシステムにできるよう尽力していきたい。

### 異動に伴う対応

筆者は今年度の異動で、木津川ダム総合管理所管理課の所属となった。昨年度、発表申請時点では布目ダム管理所に所属していたことから執筆及び発表を行うものである。

### 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