

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～

相馬 成樹¹・丹羽 賢一²

¹ (独) 水資源機構 木津川ダム総合管理所 高山ダム管理所 (〒619-1421 京都府相楽郡南山城村田山字 ツルギ4 3)

² (独) 水資源機構 木津川ダム総合管理所 管理課長 (〒518-0413 三重県名張市下比奈知 2811-2)

木津川ダム総合管理所では、布目ダムをモデルとして、ダム管理の省力化・効率化・高度化の実現を目指した CIM システムの設計・構築を実施した。システムの検討にあたり、今回新たにダム維持管理業務の分析・体系化を行い、システムに必要な 4 つの機能を抽出し設計に反映させた。構築したシステムは、通常の CIM と区別し、管理における CIM として、新たに CIMfam- I (Construction Information Modeling for advanced dam management version- I) と名付けた。本報告は、上記ダム管理業務の分析とその結果得られた機能の概要、今後のダム管理の省力化・効率化・高度化の実現に向けた課題の報告を行うものである。

キーワード：CIM、ダム、維持管理、業務改善、効率化、省力化

1. はじめに

ダムが治水・利水・環境保全といった所要の効果・機能を発揮するためには、長期にわたり適切なダム管理が必要である。ダム管理においては、施設の日常点検等の定形業務、防災業務等多岐にわたる業務を少ない人員で対応する必要がある。これらの業務を全て効率的に実施するためには、定形業務の省力化・効率化・高度化を図る必要があると考えられる。木津川ダム総合管理所(以下、「木津総管」という。)では、ダム管理の省力化、効率化、高度化を目指し、ダムの維持管理段階で活用できる CIM の設計・構築を行った。

CIM とは、Construction Information Modeling の略称であり、PC で土木構造物の 3 次元モデルを作りながら設計を進める手法である。単なる CG と異なる点は、3 次元モデルの各部位に、部材や材質、関連情報等の属性情報を付加できる点であり、構造・情報・履歴の見える化がなされ、構造物や埋設物等の設計・施工・維持管理の省力化、効率化、高度化が期待できる。

本来、CIM は計画・施工段階から構築され、設計の可視化や整合性の確保、情報化施工等に活用され

ているが、木津総管ではダムの維持管理段階で活用できる CIM を目指し、主にダム堤体の 3 次元モデル化を行う上で関連データが比較的整理されている布目ダムをモデルダムとしてシステム設計・構築を行った。

本報文は、木津総管で構築したダム維持管理段階で活用できる CIM の機能の概要と、今後のダム管理における省力化・効率化・高度化の実現に向けての課題について報告するものである。

2. ダム維持管理業務の分析

木津総管管内の技術系職員を対象にワークショップを行い、ダム維持管理業務の分析を行った上で、CIM に実装する機能や将来的な可能性についてとりまとめた。

本分析では、管理行為を①流水管理、②日常点検、③堤体観測、④水質管理、⑤貯水池管理、⑥堆砂管理、⑦環境管理、⑧施設台帳管理、⑨障害対応、⑩苦情処理、⑪教育研修・広報、⑫成果報告書管理、⑬臨時点検の 13 項目に大別し、各作業の流れの中で省力化、効率化、高度化を図ることができると考えられるものを抽出し、項目毎に作業の改善案を検討

した。その一例を、管理行為の①流水管理を例として図-1に示す。

図-1に示す流水管理については、データの手入力が手間であるという意見があった。その他の管理行為においては、自動観測データの取得・更新が手間である、設備等を可視化(3次元化)できるとよい、利水者や管理者毎に資料作成様式が異なり資料作成に時間がかかる等の意見があった。これらの意見に対し、データ取得・整理、構造物等の可視化、資料作成等の省力化、効率化、高度化が実現できる改善案及び CIM に実装すべき機能について検討した。

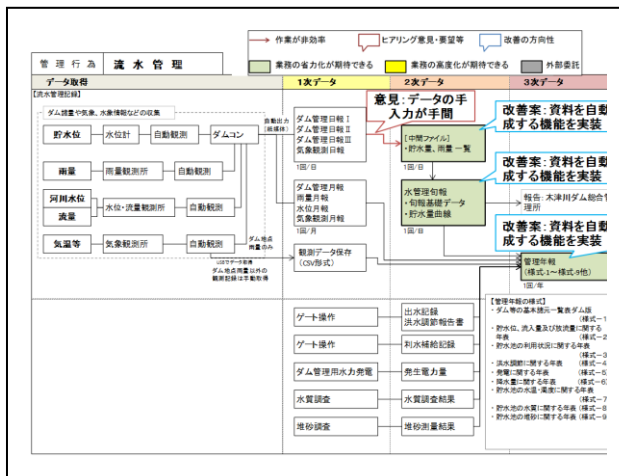


図-1 作業の改善案 (流水管理)

3. 検討結果

(1) 管理における CIM の概念

ダム維持管理業務の分析結果より検討された CIM の概念について図-2に示す。

CIM の特性を踏まえ、管理における CIM には、次の4つの機能を期待することとした。

- a) 各種データを一元管理するデータストック機能
- b) 各種施設の3次元モデル等による見える化機能
- c) 各種データのリアルタイムモニタリング機能
- d) 各種検索・作業効率化支援機能

以下に、業務分析により期待される、CIM に実装すべき4つの機能について説明する。

(2) 各種機能

a) データストック機能

布目ダムにおいては、建設段階及び管理段階における膨大な資料・データがあるが、資料の多くが紙媒体で扱い難く、検索や検索に時間を要する。

これらのデータを CIM に取り込み一元管理することで、大量のデータをストックでき、関連情報等を効率的に管理できる。管理段階のデータは、タブレット、ダムコン、その他各種観測システムからデータストック機能により自動的に蓄積することで、常

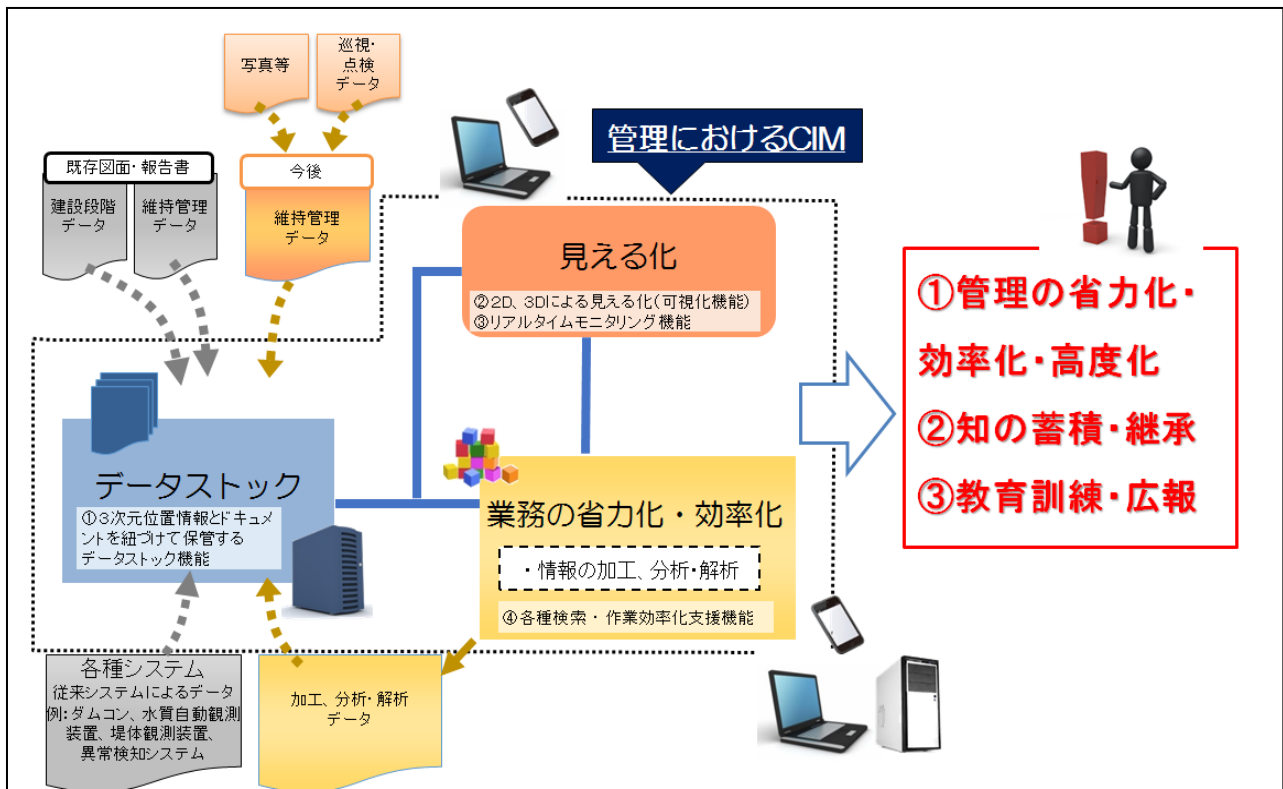


図-2 管理における CIM の概念図

にリアルタイムのデータを一元管理できる。

なお、データの蓄積に際し、十分なセキュリティ対策、タブレットや各種観測システムから観測データ等を自動送信するためのプログラム改造が必要である。上記の課題については、随時実施する予定である。

b) 見える化機能

ダム堤体、付属施設、貯水池等はこれまで 2 次元 CAD データとして電子化されているが、3 次元構造について 2 次元では把握し難く、情報の理解に時間を要する。

3 次元モデルを作成し構造物等の見える化を図ることで、構造物等の情報を視覚的に理解することができる。3 次元モデルはあらゆる角度から構造物を確認でき、詳細な構造を把握できるため、例えば設備のトラブルや異常が発見された場合に、3 次元モデルにより専門職以外の職員への情報共有などで活用できると考えられる。その他、広報や職員の教育、モデルにリンクされた関連情報の把握等に活用することができ、構造物の特徴を簡単に理解することができる。

なお、構築するモデルによっては 2 次元表示する場合があるが、視覚的・感覚的に操作し易く、理解し易いシステムとすることに留意した。表-1 にモデル化の概要、図-3 に 3 次元モデルの一例を示す。

c) リアルタイムモニタリング機能

現在、各種観測システムのデータ（ダム諸量、水質、堤体情報等）は観測システム毎に蓄積され、統合運用されておらずデータ収集・確認に時間を要する。

各観測データを CIM に自動送信・蓄積することで一元管理し、リアルタイムで各観測データを一元的にモニタリングできるとともに、蓄積された各種データ間の関係性（外気温と堤体変位量、貯水位と漏水量等）をグラフ処理することで、現状を容易に確認できる。当機能により、各観測データ収集の手間が省け、各種データ間の関係性を把握することが可能であり、作業の省力化、効率化、高度化を図ることができる。また、タブレットと CIM が連動できれば、施設点検時等にタブレットを利用して点検記録をしたり、過去データとの比較による異常発見等に活用できると考えている。

なお、現在は各観測システム等からデータを自動送信できる環境の整備を行っている段階である。各種システムからの自動送信・蓄積が可能となれば、CIM へのアクセス権限がある全クライアントからモニタリングが可能となる。リアルタイムモニタリング機能のイメージについて図-4、図-5 に示す。

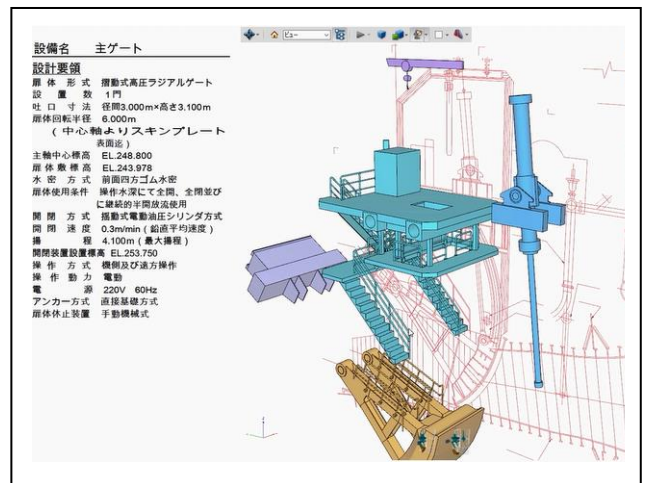


図-3 3次元モデル（ソフト：3DPDF）

表-1 モデル化の概要

項目	ソフトウェア名	概要	使用場面	適用データ
3DPDF	Adobe Acrobat Reader DC	位置情報のない3Dデータ	・構造物・設備、部品の表示 ・部品名称と色分け表示 ・属性情報を機構職員自ら追加可能	ダム堤体以外の3Dモデル ※大容量データは表示不可
3Dモデルビューワー	Navisworks freedom 2014	位置情報を持った3Dデータ	・ダム堤体から貯水池周辺及び堆砂の表示 ・施設・設備を統合的に表示 ・諸元の表示や関連情報(データストック機能)へのリンク	ダム堤体～貯水池周辺の3Dモデル ※大容量データを表示可能
2DGIS	IE11 (※ブラウザ表示)	位置情報を持ったデータ	・流域全体の表示 ・データストック機能へのリンク	貯水池周辺、上下流域の管理区域内の施設位置

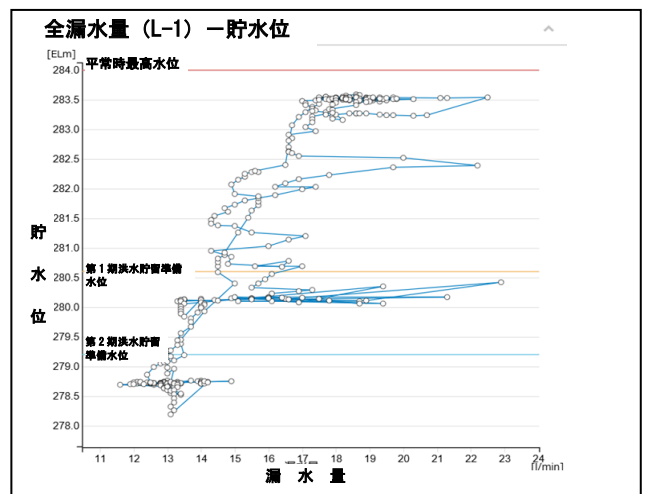


図-4 貯水位と漏水量の関係を示すグラフ

(縦軸：貯水位、横軸：漏水量)

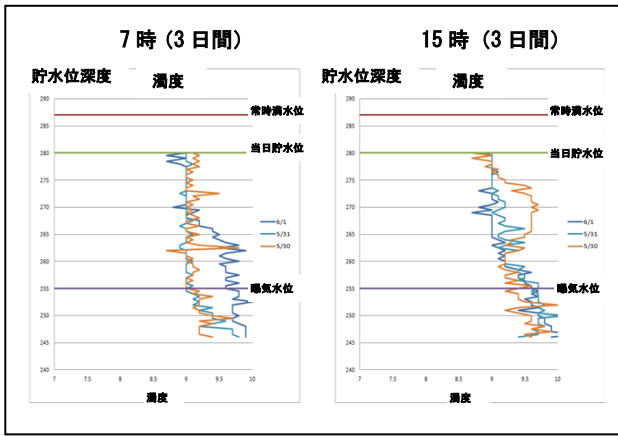


図-5 深度別の水質を示すグラフ

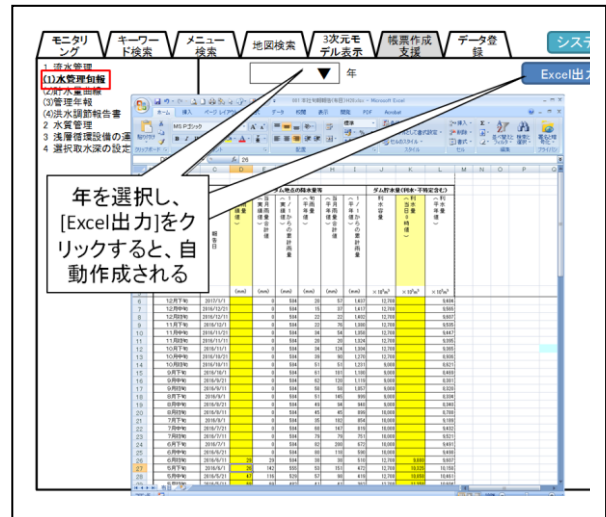


図-6 定型資料等自動作成（水管理旬報）

d) 各種検索・作業効率化支援機能

ダム管理においては、日報・月報・年報や定型帳票等を作成するために、作業手順に則りデータ取得・整理・加工・統合まで手作業で実施したり、各種データ等の検索に作業労力がかかる。

データストック機能により自動送信・蓄積した観測データを用いて、事前に登録した定型様式の帳票等を自動作成したり、容易に情報検索をすることができ、業務の省力化、効率化を図ることができる。各種検索機能においては、キーワード、各種施設の位置、各管理行為の項目名等からの情報検索（キーワード検索、地図検索、施設メニュー検索）が可能であり、各種施設、各管理行為等に関連付けされた資料について容易に検索することができる。

なお、関連データについては機構職員自ら CIM に追加登録が可能であり、システム構築後においても検索可能な情報を保存することができる。定型帳票等自動作成の一例を図-6に、検索の一例を図-7に示す。

4. CIMfam-I

今回布目ダムにおいて構築した CIM は CIMfam-I (Construction Information Modeling for advanced dam management version. 1) と名づけた。CIMfam-I は、設計・建設・管理段階における土木構造物や観測データ等の情報を一元管理し、土木構造物の施工情報・使用材料・点検履歴等の属性情報や、位置情報の把握等が可能であり、今後のダム維持管理における省力化、効率化、高度化を図ることができる手法である。

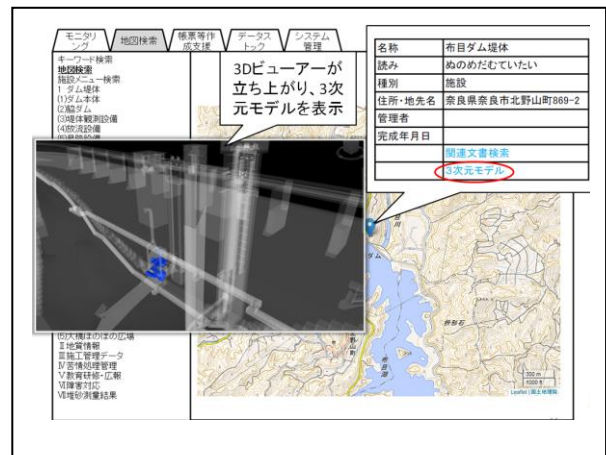


図-7 検索機能（地図検索）

5. 今後の課題

CIMfam-I の構築にあたり、今後解決すべき課題は以下のとおりである。

- (1) 現在は CIMfam-I と各種観測システムが接続されておらず、自動観測によるデータが自動送信・蓄積されていないことから、今後データを自動送信・蓄積できるようプログラム改造等を進める。
- (2) CIMfam-I と各種観測システムを接続する際、十分なセキュリティー対策を講じる必要がある。
- (3) ダム管理上必要な資料・データについては、全て CIMfam-I に保存しておく必要がある。必要な資料・データには過去の点検記録・打合せメモ等担当者間で引き継ぐべき資料・データが含まれており、CIMfam-I に確実に保存しておかなければ、後任者が過去の問題等を把握できない危険性がある。また、閲覧したい資料・データが CIMfam-I に保存されていない場合、保管場所から当該資料・データを探す

手間がかかるため、資料・データの検索や検索に関して余計な労力がかかってしまうことが想定される。以上のことから、ダム管理上必要な資料・データは全てCIMfam-Iに保存していくことが望ましいと考えられる。なお、関連データを保存する際には、データ毎に検索キーワードを属性情報として登録する必要があるが、効率的に関連データを検索できるよう、属性情報の命名ルールを決めておく必要がある。

(4) 作業効率化支援機能の導入により、機構職員の技術力低下が懸念される。これまで、各帳票等は観測データを手入力して作成するためその都度データの確認、理解ができた。各帳票等が自動作成でき、作業の省力化、効率化を図ることができる反面、デ

ータの確認、理解が疎かになる可能性がある。これに対しては、リアルタイムモニタリング機能により現状を把握し、課題に対する問題意識を持つことで、機構職員の技術力向上を図ることができると考えられる。

今年度以降、布目ダムにてCIMfam-Iを試験運用するとともに、上記課題を解決し、実用性を向上させる機能等を適宜追加する予定である。また、ダム維持管理業務の省力化、効率化、高度化による業務改善や管理負担軽減等の効果を検証・評価する予定である。さらに、他ダムへの水平展開（導入提案）に向けたシステム設計のノウハウ・仕様等のとりまとめを行う予定である。