

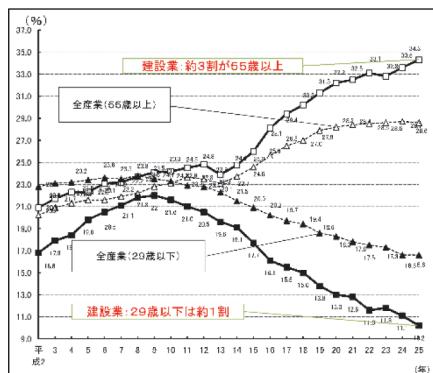
CIM を用いたダム維持管理への適用事例

エンジニアリング本部 防災・環境解析部 CIM 推進室

竹重 和馬

1. はじめに

わが国の建設産業においては近年、就業者数の減少と高齢化が著しい(図 1)。一方、高度経済成長期に建設されたインフラ施設の老朽化に対する維持管理において建設産業の就業者数減と高齢化の解消は喫緊の課題である(表 1)。



(出典)総務省 労働力調査

図1 建設業就業者の高齢化の進行

表1 老朽化が進むインフラ施設

分野	施設	建設後 50 年以上経過する インフラ施設の割合		
		H25.3	10 年後	20 年後
道路	橋梁 (2.0m 以上)	18%	40%	65%
	トンネル	18%	32%	48%
港湾	港湾施設	11%	27%	51%
空港	空港	19%	48%	63%
鉄道	橋梁	51%	70%	83%
	トンネル	60%	81%	91%

(出典)国土交通省 インフラ長寿命化計画

これらの課題を解決する鍵となる技術は、情報通信技術(ICT)である。

現在、国土交通省において建設産業のライフサイクルを効率化するために CIM (Construction Information Modeling/Management) の導入を推進しており、今年度で 4 年目を迎える。導入初年度から「道路」、「橋梁」、「トンネル」、「ダム」、「河川」等の各種分野において CIM 試行事業(設計)や CIM 試行工事(施工)などが発注され、特定の段階における CIM の適用事例が増えている。

一方、ライフサイクルの最終段階である維持管理へ適用した CIM 事例は少ない。

本稿では、土木構造物である「ダム」を対象とし、ダム本体ならびに周辺施設の関連図面をもとに図面の一元化を行った 3 次元形状モデルと定期点検におけるひび割れ情報を連携させることによって点検・管理の効率化を図った事例を紹介する。

2. ダムの3次元化(可視化)

2. 1 対象ダム

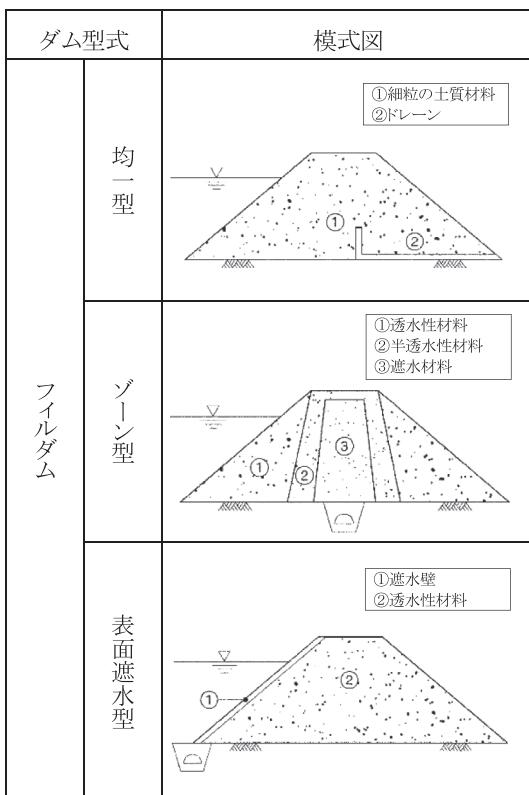
ダムは、巨大な土木構造物である。河川法「第四十四条」では、ダムは基礎地盤から堤頂までの高さ(堤高)が 15m 以上のものと定義されている。

一般的にダムの型式は、コンクリートダムとフィルダムに大別される。ダム型式の選定は、ダムの規模や地形、地質、洪水吐きの規模、使用する堤体材料

等の諸条件を総合的に判断し、決定される。

本稿で対象とするダムは、フィルダム型式でありその中でも中央にコア材(粘性土)、両脇にフィルター材(砂や砂利)、外側にロック材(岩)で構成されるゾーン型のロックフィルダムとする。(表 2)

表 2 フィルダムの模式図



ロックフィルダムの堤体標準断面図を図 2 に示す。

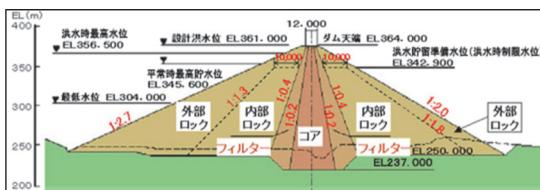


図 2 ダム堤体標準断面図

本稿で対象とするダムの諸元一覧を表 3 に示す。

表 3 ダム諸元一覧

ダム諸元	型式	ゾーン型 ロックフィルダム
	利用用途	多目的
	地質	石英安山岩類
	堤長標高(m)	364.0
	堤高(m)	127.0
	堤頂長(m)	723.0
貯水池諸元	堤体積(m ³)	1350 万
	流域面積(km ²)	185.0
	湛水面積(km ²)	4.4
	総貯水容量(m ³)	1 億 4300 万
	有効貯水容量(m ³)	1 億 3200 万
	洪水調節容量(m ³)	5100 万
	利水容量(m ³)	8100 万

2. 2 ダムの図面管理の現状

ダムは計画から完成に至る過程の中で多くの関連図面を作成、または変更する。ダム本体である堤体部に加え、ダム堤体内的設備やダム堤体周辺設備(放流設備、取水設備)、計測機器類なども関連図面に含まれ、工事事務所内で本棚やカラーBOXなどで管理されている。(図 3、図 4)



図 3 図面管理状況(本棚)



図 4 図面管理状況(カラーボックス)

維持管理の観点から考えると、関連図面は一元管理されている方が望ましい。迅速に大きさや形状などの情報を取り出せるからである。

2. 3 ダムの3次元化

関連図面は、大量の2次元図面である。(図5)

個々のフォルダ、複数のファイルで管理されており、一元化するためには、個々の2次元図面をもとに3次元化し、1ファイルに集約する必要がある。

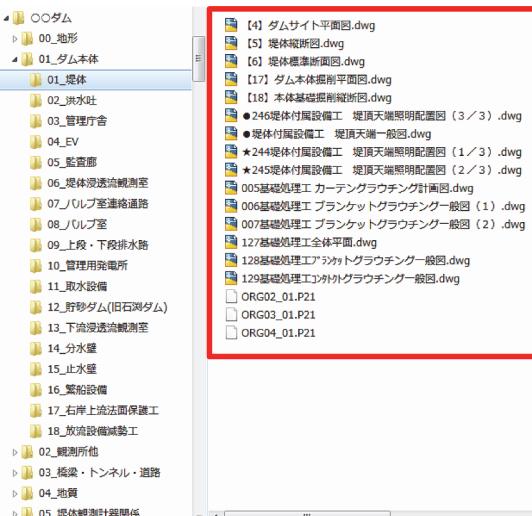


図 5 関連図面のフォルダ構成(一部)

ダムを3次元化し、1ファイルに集約した形状モデルを図6に示す。

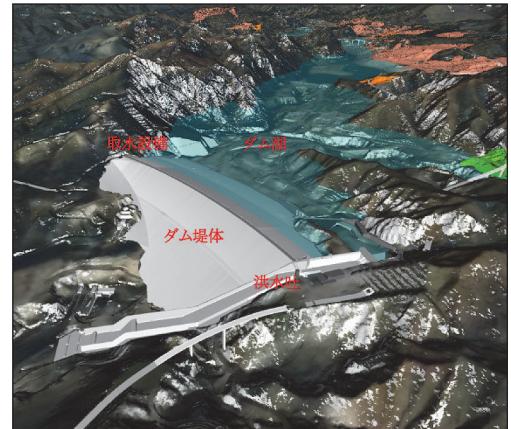


図 6 3次元形状モデル(ダム全体)

ダム堤体内部の設備や周辺設備においても3次元形状モデルに組み込み、一元化した。(図7、図8)

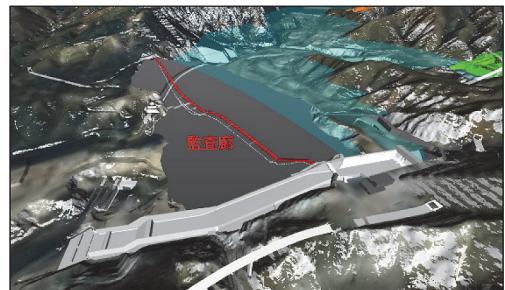


図 7 3次元形状モデル(監査廊)

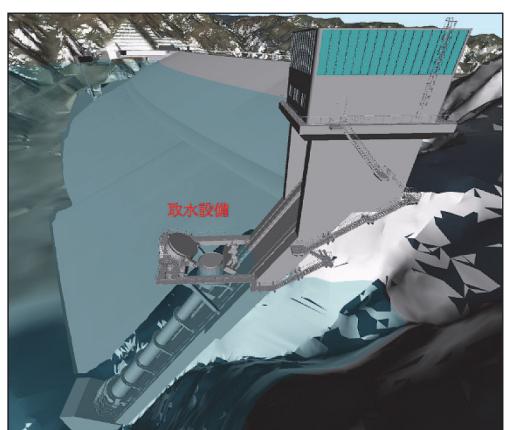


図 8 3次元形状モデル(取水設備)

3. 定期点検入力支援システムの開発

3 次元形状モデルによるダムの可視化を行う一方で、定期点検入力支援システムの開発も同時に行つた。

本ダムでは維持管理に向けて監査廊と呼ばれるダム堤体内部の定期点検を行っている。(図 9)



図 9 定期点検状況

作業員は、コンクリートのひび割れ等を現場で計測し、野帳(ペーパー)に記入した後、事務所に戻り所定の様式(点検表)に転記する作業を行っている。

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
					主任調査員	調査員			管理技術者
堤体及び付属施設点検									
天候	状況	点検時間		~					
点検者:	山田太郎								
項目	点検内容	異常の有無・状況	備考						
堤体外部	基準點標識についての異常有無か、GPS測量を行った者の記載状況	無							
	量水器とジョコンドの差	無							
	監査廊内についての異常有無か	無							
監査廊外壁についての異常有無か	無								
漏水检测装置についての異常有無か	無								
漏水の水色及び量についての異常の有無	無								
三角柱の姿勢及び基淮物の状態の有無	無								

図 10 点検表様式(エクセルテンプレート)

このような作業員の重複作業を効率化し、転記ミスなどを防止するため、タブレット端末による定期点検入力支援システムの開発を行った。

本システムは、作業員が点検現場でひび割れ情報を直接的にタブレット端末へ入力するシステムである。入力作業について作業員への事前ヒヤリングを行い、よく使う項目や文書をプルダウンメニューや定型文に組み込むことにより、出来るだけ少ないタップ数で入力できるシステムを心がけた。

また、点検後の事務所内作業においてはサーバと同期することによって最新の情報に更新し、管理することができるものとした。

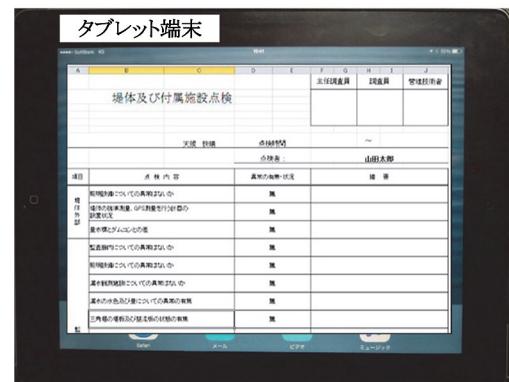
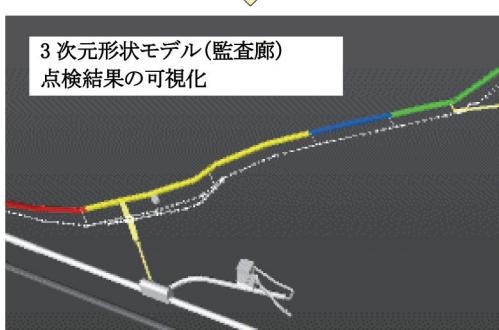


図 11 定期点検入力支援システム

4. 健全度可視化システムの開発

3章で開発した定期点検入力支援システムによつて大量の定期点検結果情報(ひび割れ情報)が蓄積されていく一方で、ダム管理者は蓄積された情報を適切に維持管理することが求められる。そのため、2章で作成した3次元形状モデル(監査廊)と点検結果情報を連動・連携可能なシステムを開発した。



本システムは、監査廊内部の健全度を可視化するシステムである。

主な機能は以下のとおりである。

- ① 3次元形状モデルとの連動による定期点検結果の可視化
- ② 調査日指定による定期点検結果の即時確認

本システムを用いて検証作業を行った。

コンクリートのひび割れの大小を色別に表示することによって監査廊内の異常値のある位置を即時に特定することができた。それと同時に調査日(点検日)指定による定期点検結果の時系列変化の傾向についても確認できた。

本システムを使用し、監査廊全体をモニタリングしていくことによって維持管理の効率化につながるものと考える。



図 12 健全度可視化システムの概要

5. おわりに

実際にダム管理者や作業員にタブレットを操作して頂いた結果、以下の意見を頂き、概ね好評であつたと考える。

- ① 維持管理していくために必要である点検結果を電子化することによって表現ムラが少なくなり、データの精度が向上する。
- ② 天災による突発的な点検にもタブレットを持参し、点検することによって迅速に現状を報告できる

課題としては、蓄積された点検結果の適切な判定基準が少ないことである。このような点検結果を定量的に判定できるような指針が定着することを期待して本稿の終わりとしたい。

＜謝辞＞

図面管理とシステム構築を実施するにあたり、ダム現場を提供して頂いた(一財)日本建設情報総合センター関係者の皆様に深く御礼を申し上げます。

＜参考文献＞

- 1)「CIM 技術検討会 平成 26 年度報告」
(平成 27 年 5 月 CIM 技術検討会、
http://www.cals.jacic.or.jp/CIM/index_CIM.htm
- 2)「CIM 技術検討会 平成 25 年度報告」
(平成 26 年 5 月 CIM 技術検討会)
http://www.cals.jacic.or.jp/CIM/index_CIM.htm
- 3)「CIM 技術検討会 平成 24 年度報告」
(平成 25 年 4 月 CIM 技術検討会)
http://www.cals.jacic.or.jp/CIM/index_CIM.htm
- 4)「建設省河川砂防技術基準(案)同解説」
設計編【 I 】
(平成 9 年 9 月 日本河川協会)

5)「CIM2015」

(平成 27 年 4 月 土木学会)

6)「JACIC 情報 106 号」

(平成 24 年 7 月 JACIC)

7)「CIM を学ぶ」

(平成 27 年 6 月 熊本大学、JACIC)

8)「ダム総合点検実施要領・同解説」

(平成 25 年 10 月

国土交通省 水管理・国土保全局 河川環境課)

CIM の理念

公共事業の企画・調査・計画・設計・積算から、施工・監督検査、維持管理・サービス提供に至る一連の過程において、ICT を駆使して、設計・施工・協議・維持管理等に係る各情報の一元化及び業務改善による一層の効果・効率向上を図り、公共事業の安全、品質確保や環境性能の向上、トータルコストの縮減を目的とする。

一連の過程を一体的に捉え、関連情報の統合・融合によりその全体を改善し、新しい建設管理システムを構築するとともに、建設産業に従事する技術者のモチベーション、充実感の向上に資することも期待する。

出展)CIM 技術検討会