

長安ロダム洪水吐ゲート設備における CIMの活用について

那賀川河川事務所 工務課 係員 前田 稜太
工務課 専門職 懸谷 実

長安ロダム改造事業における国内最大級の洪水吐ゲート施工にあたり、3Dモデルの作成、VRによる動線確認等、機械設備でのCIMの活用事例について報告する。

キーワード CIM、洪水吐ゲート設備、3Dモデル、VR

1. はじめに

(1)長安ロダムと改造事業について

長安ロダムは幹川流路延長125km、流域面積874km²の一級河川である那賀川の約64kmに位置する高さ85.5m、堤頂長200.7mの重力式コンクリートダムであり、集水面積538.9km²を有する多目的ダムである。長安ロダム改造事業は、既設ダムをより有効に活用し、ダム機能の増強を図ることを目的に洪水吐ゲート設備を増設したものである。

(2)長安ロダム洪水吐ゲート設備について

新設の洪水吐ゲートは長安ロダムの予備放流水位を1m下げる目的とした鋼製ローラゲートである。新設可動ゲートのサイズは幅10m×高さ約20mに及び、国内最大級の洪水吐きゲートである。新設ゲートを一般的な構造にすると、高さ約30mのゲートが必要になることから、固定ゲートと併用し高さを約20mに抑制している。



図ー1 長安ロダム洪水吐ゲート設備

可動ゲートは扉体を一枚構造ではなく扉体の輸送、据付時の施工性、経済性を考慮し3段に分割し連結する構造とした。

表ー1 可動ゲート諸元

	川側	山側
形式	鋼製プレートガータ構造ローラゲート	
純経間	10.000m	10.000m
有効高	19.998m	19.126m
ゲート敷高	EL201.002	EL202.874
水密方式	前面4方ゴム水密(扉体側ゴム連続式)	
開閉方式	電動ワイヤロープウインチ式	
開閉荷重	3,700kN	3,500kN
操作方法	機側および遠方操作	
動力電源	3φ3W AC400V 60Hz	
制御電源	1φ2W AC100V 60Hz	

表ー2 固定ゲート諸元

	川側	山側
形式	鋼製シェル構造	
純経間	10.000m	10.000m
有効高	6.500m	5.500m
下端敷高	EL221.00m	EL222.000m
水密方式	後面ゴム水密(噴流防止)	
支持方式	テンションビーム支圧板方式	

2. CIMモデルについて

(1) CIMについて

CIM(Construction Information Modeling/Management)とは、コンピュータ上に作成した3次元形状情報に加え、部材等の仕様・性能、コスト情報等、構造物の属性情報を併せもつ構造物情報モデルを構築し、施工、維持管理等の一連の建設精算プロセスで活用することで、建設生産システムの効率化、高度化を図るものである。

(2) CIMモデル作成の流れ

機械設備工事の工程は、工場製作と据付に区分されるが、各メーカーが独自に取り組む工場製作に係るメーカーが保有する知財(技術的ノウハウ等)のモデル化は行わないものとしている、従って機械設備工事における構成機器・部品のモデル化においては、据付工程及びその後の維持管理において必要となる形状と属性情報を対象とした。

各段階におけるCIMモデル等の作成・更新の範囲は、受発注者間協議で決定する。図2に示すとおり、設計及び施工段階の土木構造とのコンカレントエンジニアリング・フロントローディングを実現し、機械設備の品質向上、十分な性能確保、高度な維持管理性の実現に努めるものとする。今回は、施工・維持管理を目的として扉体・戸当り・開閉装置・操作制御設備・付属設備・ゲート上屋をCIMモデルの構築範囲とした。

3. CIMモデルの詳細度

(1) 詳細度について

機械設備のCIMにおけるモデルの詳細度は、当該事業の

進捗度合いと対応するように設定する。

各詳細度

- ・詳細度100：計画段階
- ・詳細度200：概略設計・予備設計段階
- ・詳細度300：実施(詳細)設計段階
- ・詳細度400：詳細度300に加え附帯工等の細部構造物及び背筋も含めたモデル

- ・詳細度500：対象の現実の形状を表現したモデル

一般に、詳細度が高いモデルほど作成する労力が大きくなる。一方、機械設備では、CIM活用目的、事業の特性や設備の構成要素によってモデル詳細度の必要性が異なってくることも想定される。その場合において不必要に詳細度の高いモデルや、必要な情報を欠いたモデルを作成してしまうことを防ぎ、効率的なCIMモデル作成となるよう、充分な調整を行う必要がある。

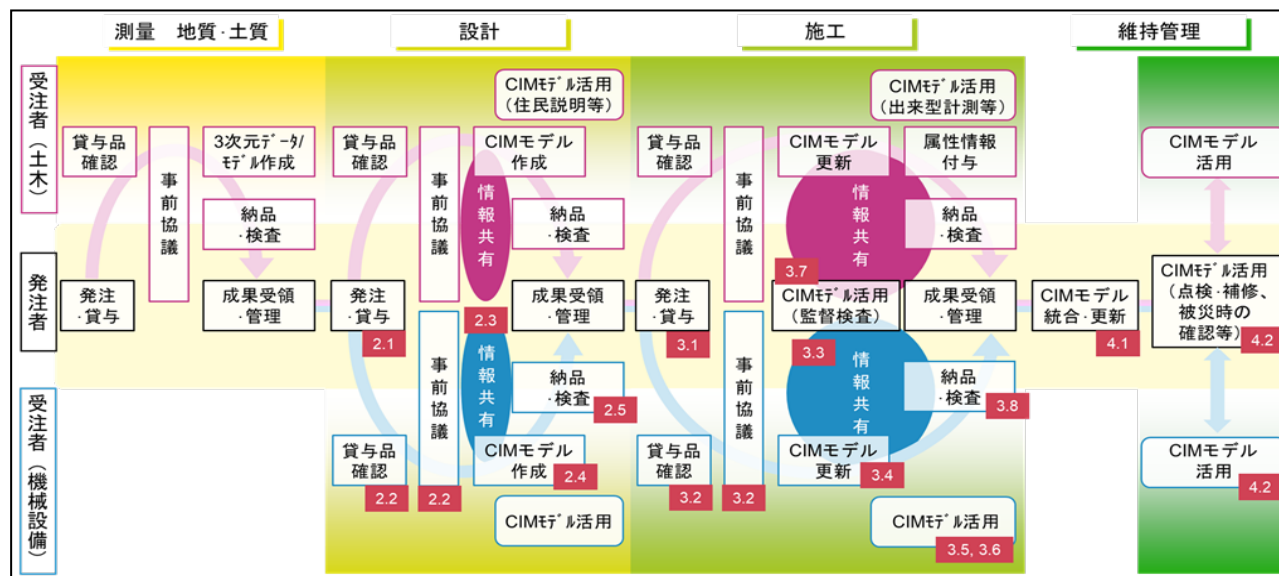
(2) 構築範囲の詳細度

対象設備の詳細度は200～400を基本とした。

表－3 構築範囲詳細度

詳細度	構築範囲
200	扉体(ローラ部・水密部・給油装置)、戸当り、開閉装置、操作制御設備、付属設備、ゲート上屋
400	扉体(構造部)

扉体は分取付部、可動部、狭隘部分等の詳細・完成状況の確認、工場製作時に使用するため、詳細度400で作成を実施した。その他は全景・組立状況、他部材との取合を確認するため詳細度200で作成した。



図－2 CIMモデルの作成、活用の流れ

4. CIMモデルの工事での活用

(1)使用ソフトウェア

3Dモデル作成には機械系3D-CADのSOLIDWORKSと作成した3Dモデルに注釈の追加、部材の透過、部材毎のシーンの作成等の機能を追加でき、SOLIDWORKSと互換性が高いSketchUpを使用することとした。

(2)製作・据付時での活用

詳細度400で作成したCIMモデルを用い、製作作業者に説明することで視覚的に分かりやすくなり、作業効率の向上や狭隘部、水の滞留箇所、水密面等を確認でき、最適な制作順序の検討・把握が容易となった。また、3次元データは機械加工のプログラムへの反映や材料切り出し寸法の事前確認に活用することで施工品質の向上につながった。



図-3 扉体CIMモデル(詳細度400)
扉体全景及び狭隘部等の詳細

詳細度200で作成したCIMモデルも組立状況の確認や可動ゲート扉体の吊環とリブ、ストロングバック、仮設材、扉体(固定ゲート)、開閉装置、戸当り、機側操作盤、鋼製門構、鋼製階段、建屋の部材同士の干渉確認を行い設計上の不具合を減少させた。

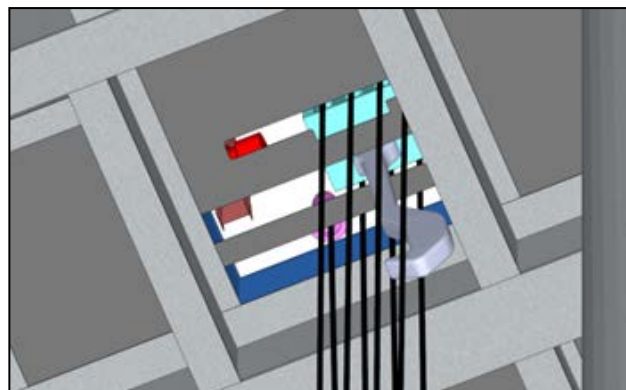


図-4 部材同士の干渉確認
休止フックと門構のクリアランス

5. 属性情報について

機械設備に関する属性情報については、施工段階や維持管理段階で必要となる属性情報を適切に付与する必要がある。今回は属性情報の付与方法として3Dモデルから外部参照する方法を採用した。

属性情報の内容としては2D図面、検査成績表、取扱説明書、点検整備要領を付与した。また、外部リンクを採用しているため、2年目以降の点検、補修、改善情報等も3Dモデルへ情報付与が可能となっている。

個別のリンクから2D図面の詳細図を付与することで設計水位・操作水位などの運用方法、現場条件等の考慮すべき事項を確認できるようにしている。

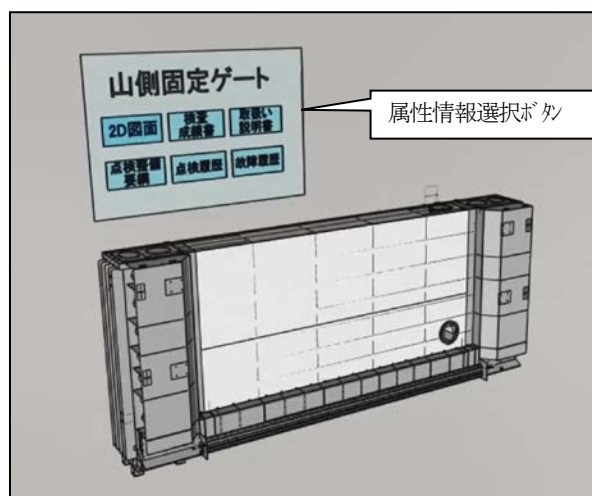


図-5 属性情報のリンク

6. 維持管理への活用

維持管理に対する特徴として、システム等を活用せず運用は3Dモデルに一本化しパソコン上の「CIMフォルダ」以下を引き継げば全ての情報が揃うようにした。また、3Dモデルに詳細図等の初期情報をリンクさせることにより完成図書をめくることなく、データ上で必要情報に素早くアクセスが可能となっている。

(1)点検等への3Dモデルの効果

施設全体の3Dモデルを作成することで、点検対象までの経路を含めたウォークスルーが完成し、安全に点検するための導線が確保されているか確認ができる。3Dモデルで自由自在に視点を移動できるため、点検作業時前に危険箇所等を具体的にイメージすることができ安全性の向上が見込める。

また、ゲート操作のアニメーションを作成することにより全開位置、休止位置等の各段階へのイメージがしやすく、VR等を使用することにより動きを視覚的に理解することが可能となり、第三者への説明会で使用することで、伝えやすく・理解しやすくなる。

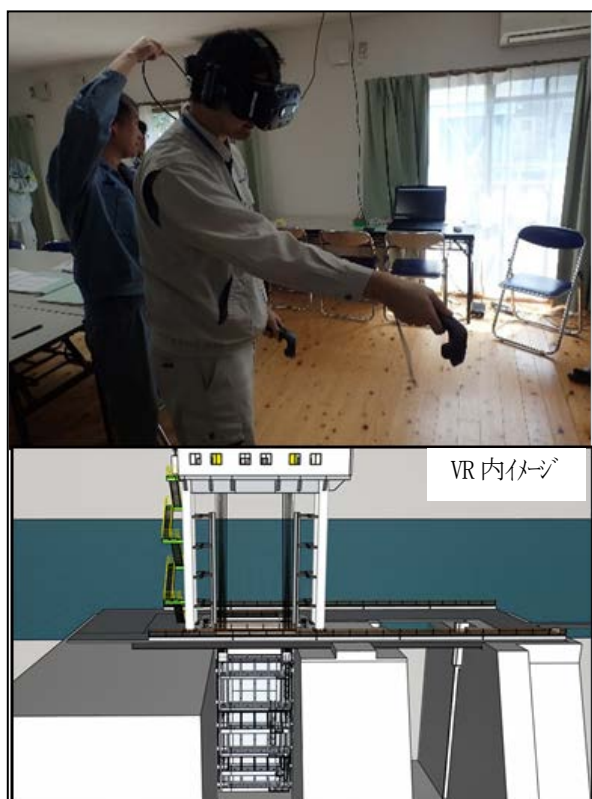


図-6 VR体験

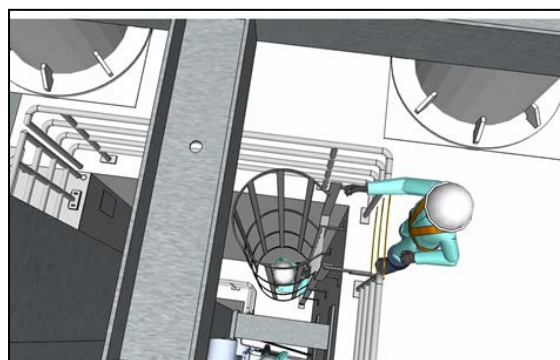


図-7 ウォークスルー

7. まとめ

今回、洪水吐ゲート設備において3Dモデルの作成を行い、機械設備CIMの導入に向けた試行・検証を実施した。

まず、ゲート製作・据付において3Dモデルを活用することで、細部の取合確認、部材寸法の妥当性、干渉確認等のチェックができ、設計・製作上の不具合が減少し、製作作業者が視覚的に構造を理解しやすく、製作効率が向上した。

維持管理においては3Dモデルに各情報をリンクさせたことにより、点検・整備時に必要な情報を素早く取得できる。また、点検結果や整備・修繕情報を3Dモデルに追加することで施設情報の管理が容易となり、引き継ぎ等も効率化が見込める。

8. 作成時と今後の課題

構造理解・図面相互のチェック時間短縮や施工順序等の検討への利用で効率化はできるが、3Dモデルの作成・修正に時間と費用がかかり、日常使用しているパソコンよりもハイスペックな機能を準備する必要がある。

今回のCIMモデルには属性情報を外部付与することにより2年目以降の点検結果等や任意のデータ様式で追加が可能となっているが、維持管理実績の収集や更新を手動で実施していく必要があり、データベースなどのシステムと比較すると検索機能が充実していないため統一された情報の管理・整理が必要となってくる。

全体としては、機械CIMモデル構築上の基準が整備されていく中で、モデル作成上の制約事項がどのように設定され、自由度・独自性はどの部分に求められるかを注視していく必要がある。

参考文献

- 1) CIM導入ガイドライン（案）第7編 機械設備編
令和2年3月版