

新技術開発探訪

横転式ゲートにおける CIM を活用した各種検討について

国土交通省 東北地方整備局 岩手河川国道事務所 防災課長 かみばやし 上林 きくお 喜久男

東北地方整備局岩手河川国道事務所が北上川治水事業の一環として進めている「一関遊水地事業」は、沿川地域の生命と財産を洪水から守るため、昭和47年に事業を着手し、これまで市街地を守る周囲堤等を概成させ、現在、小堤の整備を進めている。

この一関遊水地事業においては、北上川からの逆流防止および、本川水位低下時に遊水地内の速やかな排水を目的とした排水門3施設の計画があり、そのうちの1施設である平成30年3月竣工の大林水門ゲート設備において、工事受注者である株式会社丸島アクアシステムが設計や施工にCIMを活用し、各種検討を実施したので、その概要を紹介する(写真-1)。

1. はじめに

(1) 一関遊水地事業の概要

一関遊水地は、「北上川水系河川整備基本方針」に基づき、狐禅寺地点の基本高水流量 $13,600 \text{ m}^3/\text{s}$ に対し、上流ダム群と一関遊水地により $5,100 \text{ m}^3/\text{s}$ を調節し、計画高水 $8,500 \text{ m}^3/\text{s}$ に低減する計画である

(一関遊水地では約 $2,300 \text{ m}^3/\text{s}$ を調節)。計画では概ね10年に1回程度発生する洪水規模以上で、3つの遊水地において同時に越流が開始されることとなっている(図-1)。



写真-1 大林水門ゲート設備の全景（堤内側から）



図-1 一関遊水地配置イメージ図

(2) 一関遊水地ゲート設備について

一関遊水地には、第1遊水地の排水門として大林水門、第2遊水地には長島水門、第3遊水地には舞川水門の3施設が設置される。

当該施設は、世界遺産である平泉のバッファゾーン（緩衝地帯）に近接していることから、景観に配慮するため3施設とも門柱のない横転式ローラゲートが採用されると共に、色彩等も統一することとされた。

図-2横転式ゲートの鳥瞰図は、CIMを用いて作成されたもので、上屋・管理橋などは省略し機械設備を見えやすく描いている。

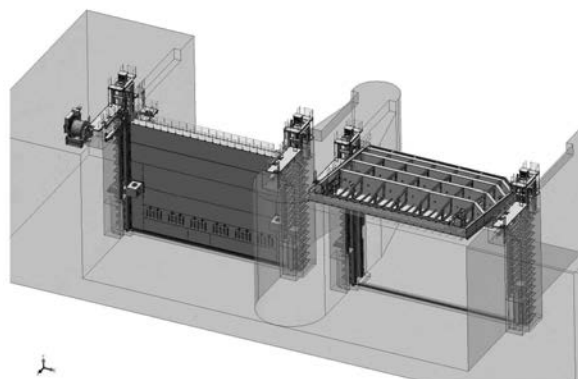


図-2 横転式ゲートの鳥瞰図

なお、本報告対象施設である大林水門ゲート設備の概略仕様は、表-1のとおりである。

| 表-1 大林水門ゲート設備の仕様 | | | |
|------------------|------------------------|-----|--------|
| 形式 | プレートガータ構造鋼製ローラゲート（横転式） | | |
| 純径間 | 21.5 m | 有効高 | 14.8 m |
| 門数 | 2 門 | | |
| 開閉方式 | 電動ワイローブウインチ式（2M2D） | | |
| 開閉速度 | 0.6 m/min | | |
| 水密方式 | 前方三方ゴム水密 | | |

2. CIM を用いた検討項目

CIM（Construction Information Modeling / Management）は、計画・調査・設計段階から3次元モデルを導入することにより、その後の施

工、維持管理の各段階においても3次元モデルを連携・発展させて事業全体にわたる関係者間の情報共有を容易にし、一連の建設生産システムの効率化・高度化を図ることを目的としたものとされている。

今回は計画・調査・設計、施工、維持管理の各段階のうち、「設計段階」と「施工段階」の課題について検討が行われており、主な検討項目は次のとおりである。

(1) 設計段階における検討項目

検討項目① 扉体重心位置（座標点）を確認

横転式ゲートの設計において最も重要なポイントは、常に扉体の重心位置が上部ローラの中心線より下側に位置していなければ、全開にした扉体を自重による閉操作ができなくなる点である。

このため検討においては、扉体の重心位置を確認して閉開動作に支障がないか検討する必要があった。

検討項目② 動作時における各部の干渉を確認

今回扉体に取り付けられている上下各ローラが別々の軌道を持つ戸溝を移動するものであり、扉体は最初垂直に上昇してから上部ローラだけが円弧を描いて水平移動へ転ずるといった極めて複雑な動きをする。

このため、扉体周りに設置される点検歩廊や戸当り上端部などさまざまな部分で干渉する箇所がないか、3次元モデルの有利な特性である自由な視点から構成部品の動作を細部まで確認・検討する必要があった。

検討項目③ 点検作業員の動線を自由な視点から確認

転倒式ゲートの扉体は全開時と全閉時で約90度向きが変わることとなる。

このため、点検を行う作業員が安全に各部を移動・点検できるのか、作業員の動線を自由な視点から確認・検討する必要があった。

(2) 施工段階における検討項目

検討項目① 施工時における部材の吊り芯位置 (座標点)を確認

今回の横転式ゲートでは、左右非対称の特殊な形状をした部品が多くあり、クレーンで吊り上げて据付することを想定した場合、不意に部材が回転するなどの危険性が想定されたことから、吊り芯位置(座標点)を確認する必要がある。

これにより、クレーン作業計画(玉掛け作業)へ反映させる必要がある。

3. 検討結果

(1) 設計段階における検討結果

検討項目① 扉体重心位置の検討結果

重心位置の計算は、エクセルを用いて計算することも可能であるが、今回は正確に3次元モデルを作成しているため、3次元ソフトにより図-3のような上部ローラ中心位置より下側に重心があることを正確な座標として位置確認ができた。

これにより、全開時に重心が反転することが無く、確実な開閉操作が可能であることが確認された。

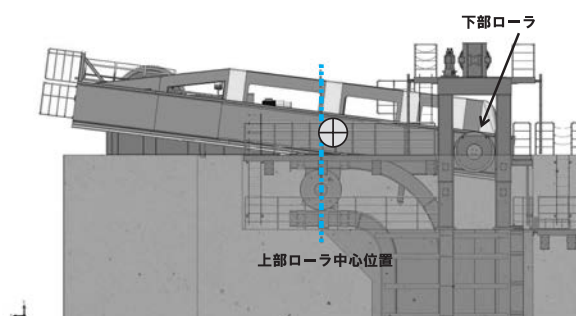


図-3 扉体重心位置の確認

検討項目② 扉体動作時における干渉の検討結果

先に説明したとおり扉体は全閉状態から、最初垂直に上昇を始め、途中から上部ローラが水平移動をするという複雑な軌道を描く。

図-4は戸当り側部上端が扉体側部水密ゴムと干渉するため、戸当り側部上端をすみ切りする形状としたほか、点検時に使用する歩廊や昇降用階段が回転する扉体と干渉しないかを確認し、干渉

する部分については形状を工夫するなどして設計に反映させている。

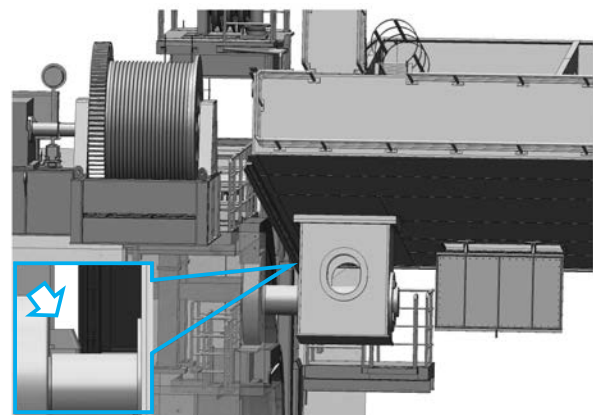


図-4 側部戸当り上端部と扉体水密ゴムの干渉確認

検討項目③ 点検作業員の動線の検討結果

機械設備は完成後、維持管理を行わなければならない。安全に点検を行うことができなければならない。

3次元モデルを用いることにより、扉体の全開、そして全閉の状態、自由な視点から安全な作業動線が確保されているか確認できた。

図-5は、全閉状態における点検作業動線を示している。

3次元モデルで確認した結果、扉体に移る張り出し歩廊が回転動作をする扉体と干渉することから、部分的に干渉を避ける工夫が設計に盛り込まれることとなった。

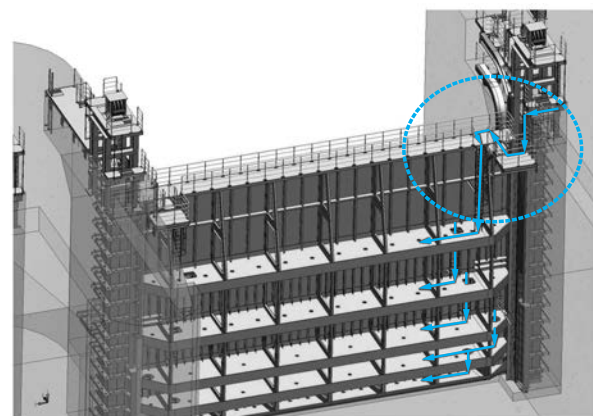


図-5 扉体全閉時における点検動線の確認

図-6は、全開時における点検作業動線を示している。

こちらでは、扉体に移り移るためにタラップを使用するが、扉体側部に近接しているタラップが、回転する扉体と干渉しないことを3次元モデルの扉体とタラップの隙間を覗き込むような視点から見て、干渉していないことを確認している。

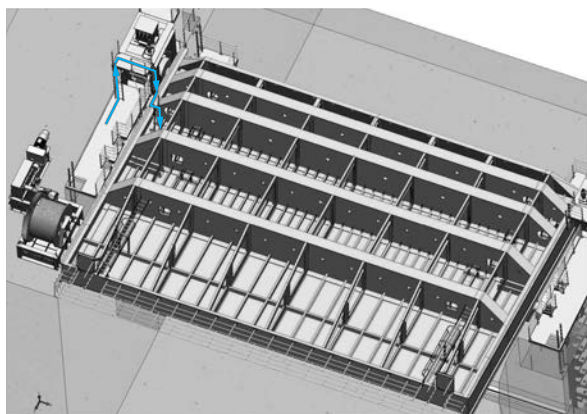


図-6 扉体全開時における点検動線の確認

(2) 施工段階における検討結果

検討項目① 施工時における部材の吊り芯位置(座標点)の検討結果

扉体の組立は、輸送できる大きさの制限から14ブロックに分割されている状態で、側部および下部から順番に積み上げるように組み立てる計画となっている。

図-7は、扉体側部のブロックであるが、下部ローラは扉体組み立て後、容易に組み込みできない構造のため、最初から取り付けられた状態で吊りこみ組立する必要があった。

想定されている作業としては、2台のクレーン車により相吊りし、縦おこしを行ってから所定の位置に据付する計画である。ここで、重心の位置(座標)を明確にしておかなければ、相吊りした際に重心位置がずれ、予想外の回転が発生する恐れがあった。

通常作業においては、仮吊りをして重心位置を特定するまで何度か玉掛け位置を変更しながらの作業となり、安全性に劣り、手間もかかるが、3次元モデルを使用し、重心位置(座標)を明確にすることで、クレーン作業計画書に重心位置を反

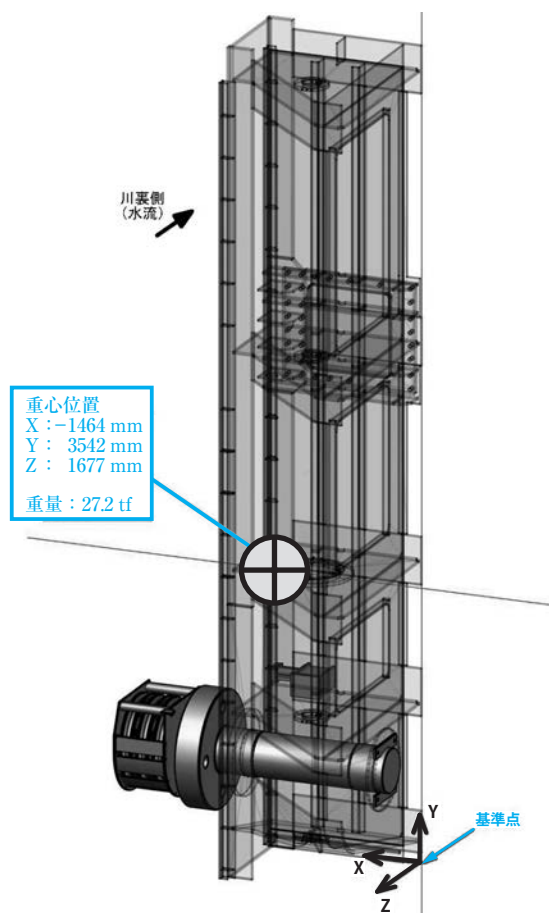


図-7 複雑な形状の重心位置(座標点)の確認

映させると共に、安全な玉掛け作業を行うことが可能となった。

4. おわりに

本報告では、大林水門ゲート設備工事を施工した株式会社丸島アクアシステムが設計・施工段階においてCIMを用いた検討の一部を紹介した。

一関遊水地事業においては、今回紹介した大林水門ゲート設備のほか、現在第2遊水地の長島水門ゲート設備を鋭意施工中であり、平成29年10月に水門設備を対象とする機械設備CIMの「試行・検証要領(案)」が策定されてから東北地方整備局管内で唯一試行工事として選ばれている。

今後は、長島水門ゲート設備のCIM試行工事において、CIMを導入した場合の利点や問題・課題などについて整理する予定である。