

# 3次元データによるカメラ配置検討について

扇谷 宗典<sup>1</sup>

<sup>1</sup>利賀ダム工事事務所 (〒939-1363 富山県砺波市太郎丸1丁目5番10号) .

3次元データを利用したダム管理のためのカメラ配置の検討について紹介する。治水事業を目的としたダムの建設を進めているが、ダム完成後の施設の監視とダム湖周辺の貯水池管理のための監視が重要な課題となっている。

ダム堤体は施工中であり監視対象物が未完成であること、またダム湖の河道は蛇行し尾根が複雑に入り組んでおり、高低差もあるため2次元の平面図、立面図での視認状況の確認が困難となっている。この課題を解決するため3次元データを活用したカメラ配置検討を行った事例を紹介する。

キーワード カメラ設計、カメラ配置、3次元データ、BIM/CIM、ダム建設、ダム管理

## 1. はじめに

現在建設中の利賀ダムは、令和13年度を完成予定としており、ダム管理に移行した後のダム施設及び、ダム貯水池管理のためのカメラ監視が必要である。(図-1、図-2)

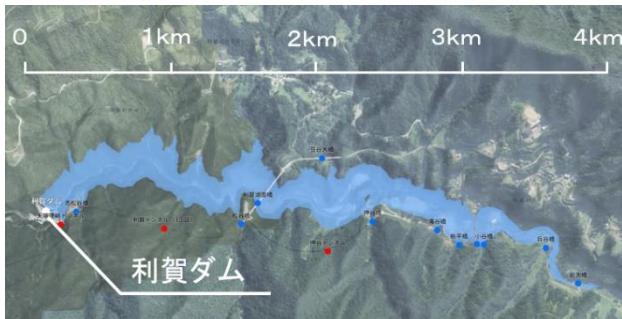


図-1 利賀ダム周辺



図-2 ダム完成イメージ

ダム堤体は現在施工中で監視対象物が未完成であり視認状態を想定したカメラ配置は困難である。

また、ダム湖周辺は湛水時に地盤の緩みから地すべり

が起きる可能性の高い箇所が点在しているため、現在、地すべり防止のための大規模な斜面対策工事を複数箇所で広範囲に実施している。ダム完成後は斜面対策箇所やダム湖内の監視を行うことが重要であるが、急峻で複雑な地形の地区となっているため、従来の2次元の平面図、立面図や現地の調査では、完成後の視野範囲や貯水状態の事前把握は困難であり、カメラの配置が難しいことが課題となっている。

また、放流設備のゲート本体や機側操作盤面をカメラで監視する計画としているが、ゲート室内には他設備もあり視認状態を想定したカメラ配置は困難である。

上記の課題を解決するため、ダム堤体、ダム湖周辺、ゲート室内設備の3次元データを用意し空間内にカメラ視点を設けて視認状況をシミュレーションで確認しカメラ配置の検討を行った。

さらに現地調査が可能な箇所は現地での画角調査を行い、3次元データの画像との比較により視認状況の確認を行った。

現地の画角調査にはドローンを多用することで支障木や電線などを避けて効率的にカメラ位置や高さを調整して画角を確認し、候補地の中から視認性の良いカメラの位置を選定した。

## 2. 検討に使用した3次元データについて

検討に使用した3次元データは、通常で作成したダム本体や道路、橋梁、地形などの構造設計用のCIMデータを1つのデータに統合したものであり、普段は事業の課題抽出、情報共有を図ることや、受注者との打ち合わせ、住民説明や見学会など主に会議用として利用している。

本稿ではカメラの配置検討にこのCIMデータを利用することとした。またダム堤体内のゲート室内や機側操作盤などの設備は3次元データ化していないため、今回の検討のために2次元図面から新たに室内のBIMデータ、設備の3Dモデリングデータを作成してCIMアプリケーションに取り込むことにより、カメラ視点からの視認確認を行い、カメラ位置を選定した。

### 3. ダム堤体の監視カメラの検討

ダム堤体は基礎整備のための地盤の掘削工事を開始した段階であり(図-3)、監視対象物が無い状況のため、全てCIMデータによるシミュレーションによる視認の確認を行い、カメラ位置の検討を行った。



図-3 ダム堤体整備地点

ダム直下は右に急に屈曲する河道とダム堤体が接続し高低差もある複雑な構造のため(図-4)、河道やダム本体を視認できる位置の設定が難しい状況であった。

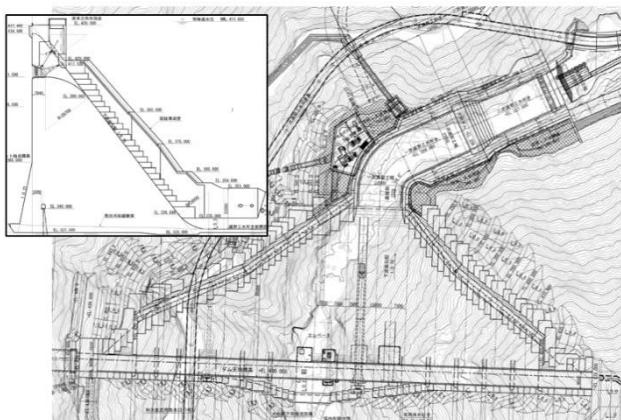


図-4 ダム平面図

CIMアプリケーション上にてダム直下流に配置するカメラはダム本体前面と河道内を詳細に視認できる位置に配置を行い(図-5、図-6、図-7)、ダム天端はダム下流の屈曲する河道状況とダム上流のダム湖内を監視できるエレベータ上屋にカメラ配置することとした。(図-8、図-9、図-10)

視認のシミュレーション方法は後述するダム貯水池の監視カメラの検討にて述べる。

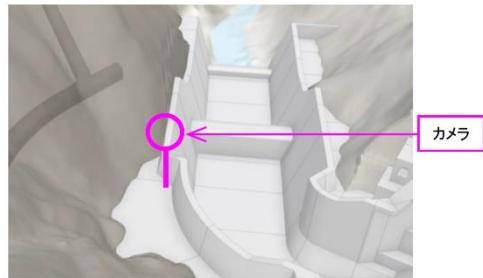


図-5 ダム直下流カメラ

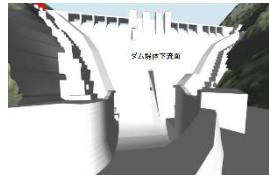


図-6 上流方面



図-7 下流方面

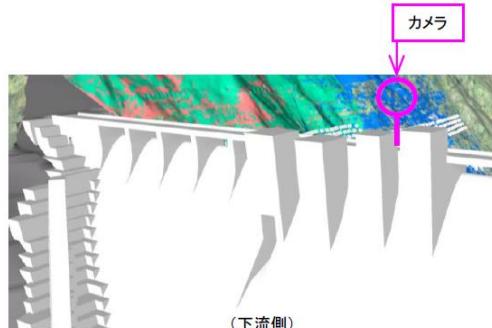


図-8 ダム天端カメラ位置



図-9 ダム直下流視認

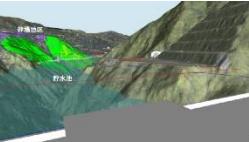


図-10 上流方面

### 4. ダム貯水池の監視カメラの検討

ダム湖の河道は蛇行し尾根が不規則に入り組んでおり、また全域が樹木に覆われているため、監視対象が判別しづらい状況である。また、カメラ設置候補の通路、ダム湖面、斜面対策箇所の高さが各々異なるため、見える範囲の判別が難しい状況であった。(図-11、図-12、図-13)このため、次の手順によりカメラ配置を行った。

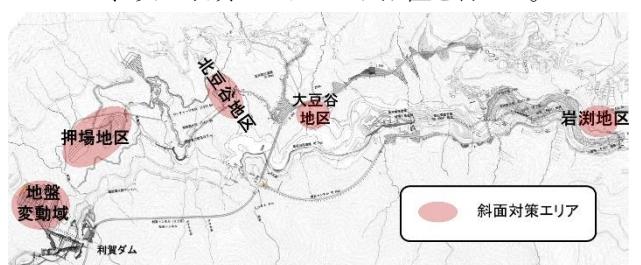


図-11 ダム周辺と斜面対策箇所



図-12 ダム本体～ダム湖周辺（航空写真）



図-13 ダム湖周辺（航空写真）

統合したCIMの元データ(図-14)だけでは監視対象の情報が無いため、データを加工して視認シミュレーションを行った。

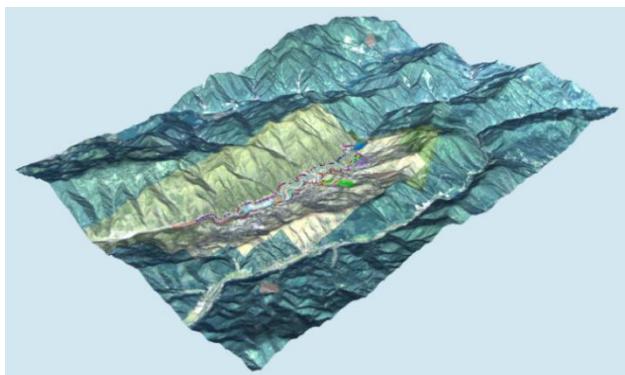


図-14 統合CIMデータ

【参考 使用ソフト】：(A) CIMアプリケーション(Navisworks : CIMによるカメラ視認シミュレーション), (B) 3Dモデリングソフト(Revit : カメラ支柱作成), (C) 地図ソフト(カシミール3D:カメラ設置高からの見通し範囲のシミュレーション), (D) 2DCAD(AutoCAD : 視認エリア図作成), (E) その他資料作成用ワープロソフト等】

CIMアプリケーションにより統合CIMデータに斜面対策のデータ(赤線)を追加することで、斜面対策エ

リアを確認できるようにした。(図-15)



図-15 斜面対策データ追加

また、ダム湖の貯水状態を確認するため、常時満水位とサーチャージ水位の2つの水位で透過設定を行った。

そして3Dモデリングソフトにて3Dのカメラ支柱を作成しCIMアプリケーションにて統合CIMデータにカメラ支柱の組み込みを行い、カメラ1箇所あたり3地点程度を候補地として設定し、候補地ごとにカメラ支柱に空間座標(XYZ)の位置情報を入力して配置し、ビューポイント機能によりカメラ設置高の高さ(Z)座標を「標高+支柱高」からのカメラ視点として設定した。(図-16)常時満水位、サーチャージ水位の2段階の水位に分けて周辺状況を表示し斜面対策エリアと湛水状況が見える位置であることを確認し、視野のシミュレーション画像として記録した。(図-17)



図-16 カメラ支柱配置

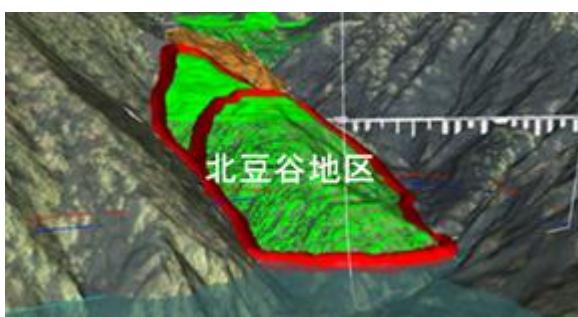


図-17 監視シミュレーション

視認エリアの参考用として地図ソフトで標高データを

含む国土地理院地図を利用して、各候補地のカメラ視点位置からの現状地形（樹木10m設定）での見通しの視認エリアのシミュレーション図を作成した。(図-18)

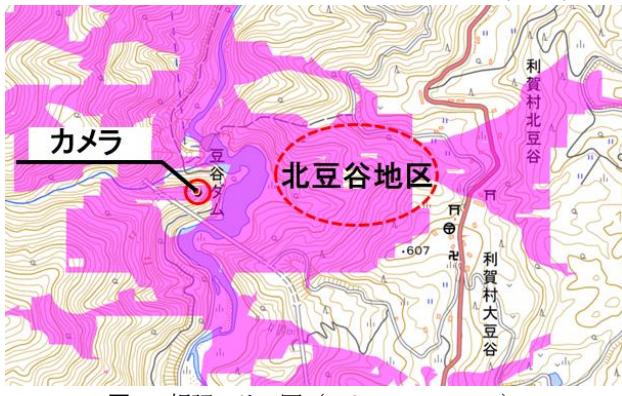


図-18 視認エリア図（シミュレーション）

視認エリア図を2DCADにトレースし、周辺写真と樹木状況を比較して視認困難な箇所の範囲を補正し、さらにCIMアプリケーションにてカメラ視点から視認困難と推察される範囲の補正を行い、各カメラの視野を合成した視野マップ作成しカメラ相互の監視範囲を確認した。(図-19)

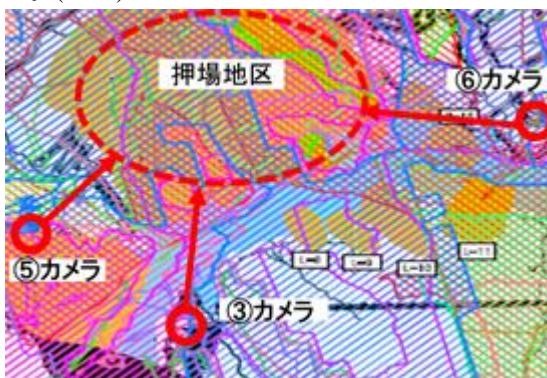


図-19 視野エリア合成図

カメラ候補地を決めた後に現地の画角調査(図-20)による画像比較(図-21, 図-22)を行い、シミュレーションと同じ画角であることと斜面対策エリアとダム湖の湛水状態が確認できることを確認した。



図-20 カメラ（⑥）から視認箇所

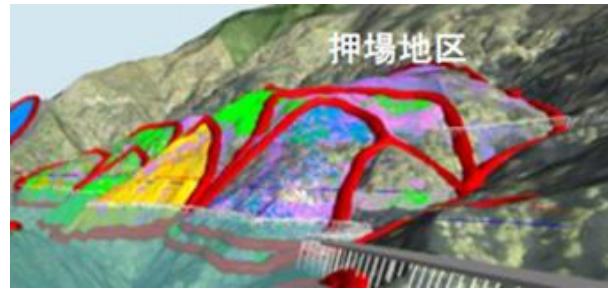


図-21 常時満水位(EL411.0m)

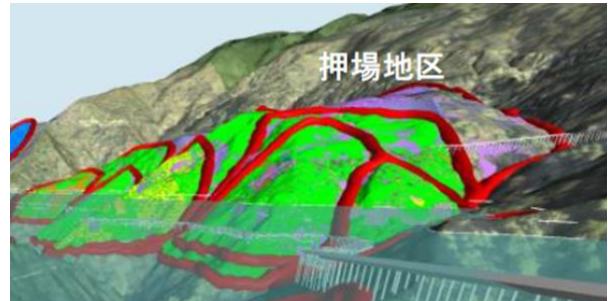


図-22 サーチャージ水位(EL434.5m)

画角調査にはドローンのカメラ機能を多用して、樹木や電線などの影響などによりシミュレーションの画角が得られない箇所は、ドローン操作により容易に位置や高さを変更して効率的にカメラ配置の調整を行うことができた。(図-23)



図-23 ドローン画角調査

カメラ配置図とカメラ監視一覧を作成し監視が必要な箇所をカバーしていることを確認した。(図-24、表-1)



図-24 カメラ配置図

表-1 カメラ監視一覧

カメラ名	監視対象							
	ダム堤体下流面 ダム下流	ダム堤体上流面	ダム量水標	地盤変動域	押場地区	北豆谷地区	大豆谷地区	岩瀬地区 (湖面) (斜面)
①ダム直下流	○	—	—	—	—	—	—	—
②ダム天端	○	—	—	○	△	—	—	—
③ダム管理所	—	○	—	○	△	—	—	—
④ダム右岸上流	—	○	○	△	△	—	—	—
⑤ダム展望広場	—	—	—	△	△	—	—	—
⑥押場地区斜面監視	—	—	—	—	△	—	—	—
⑦湖面橋大豆谷地区斜面監視	—	—	—	—	—	○	○	—
⑧大豆谷地区左岸監視	—	—	—	—	—	—	△	○
⑨大豆谷地区斜面	—	—	—	—	—	—	△	○
⑩東山地区	—	—	—	—	—	—	—	○
⑪利賀地区	—	—	—	—	—	—	—	○
⑫岩瀬地区斜面監視	—	—	—	—	—	—	—	○
評価	○	○	○	○	○	○※	○	○

○：全体監視可 △：一部監視可能 ○※：複数のカメラで全体監視可

## 5. ゲート本体の監視カメラの検討

放流操作時のゲートの動作状況と放流水を把握するため、ゲート本体の全開～全閉状態の確認ができるカメラ位置を確認した。

監視対象のゲートは、CIMアプリケーションの回転機能によりゲート本体のオブジェクトを回転させて、全閉・全開の状態をシミュレーションしカメラ視点からのゲートの見え方を確認しカメラ位置を確定した。(図-25、図-26、図-27)

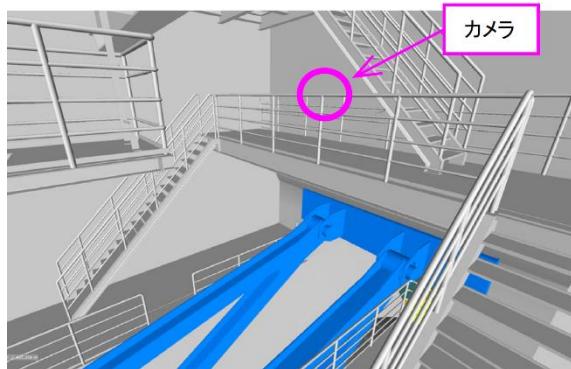


図-25 カメラ位置

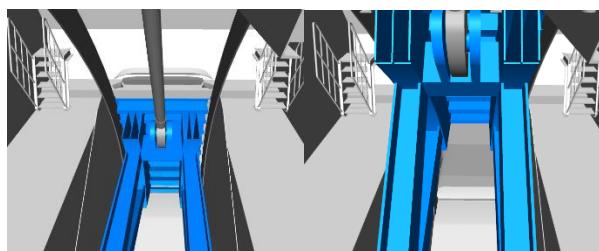


図-26 ゲート全閉

図-27 ゲート全開

## 6. ゲートの機側操作盤の監視カメラの検討

ゲート室内の機側操作盤のゲートの状態確認（異常等）

をカメラで把握するため、ゲート室内の空間を3次元化しカメラ視点を配置して機側操作盤の盤面監視が可能な位置を確認した。

ゲート室は既存の3次元データが無いため、室内空間と機側操作盤、各設備はBIMアプリケーションを利用して2次元の図面から3次元モデル(図-28)を作成してCIMアプリケーションに落とし込みを行い、カメラ位置の座標(X,Y,Z)を調整(図-29)して視点を設定し盤面確認(図-30、図-31)をシミュレーションして機側操作盤面が見えることを確認しカメラ位置を確定した。

【参考 使用ソフト：(A) BIMアプリケーション(Revit: 3D室内構造、設備の作成)】

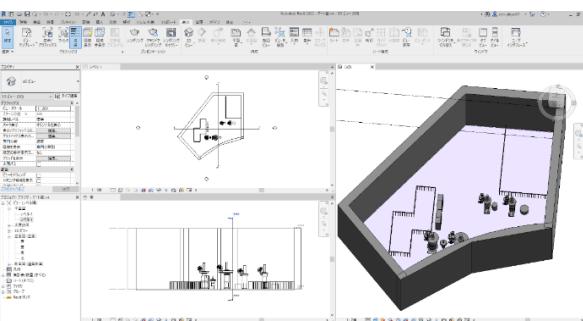


図-28 建物3Dモデル作成



図-29 カメラ視点の設定

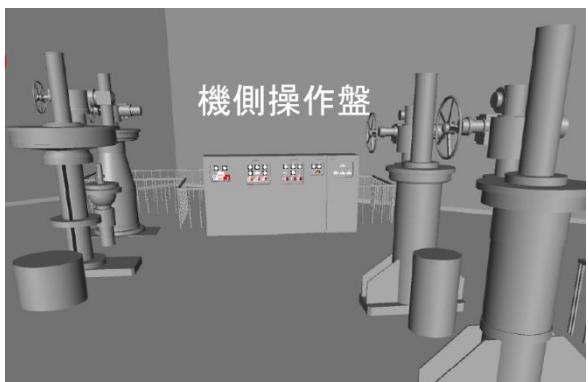


図-30 視野確認（室内）

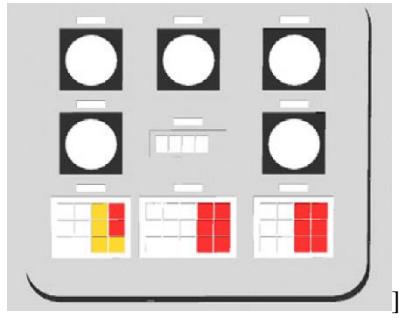


図-31 視野確認（機側操作盤面）

また、常時カメラで機側操作盤面を見ることができるようするため、室内で常時点灯する照明器具を定めて、点灯時の照度分布のシミュレーションから盤面の照度を計算してカメラで見える明るさになることを確認した。（図-32）

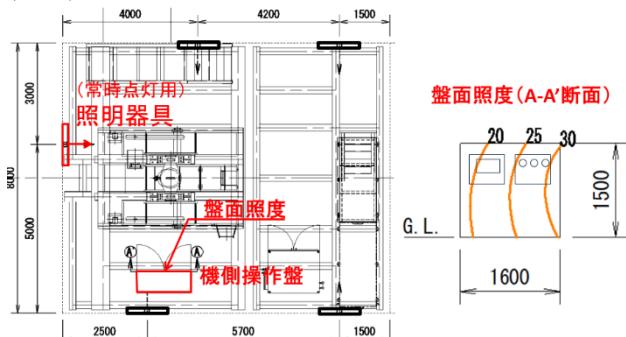


図-32 ゲート室 照明分布確認（照明常時点灯）

## 7. 課題や注意点について

3次元データによるシミュレーションによるカメラ配置の検討は非常に有効であったが、次の点に注意が必要である。

現地は樹木により視界が遮られることや電線等によりカメラ柱を設置できない箇所も多くあるため、3次元データで検討する前に予め事前調査を行い、影響がない位置をある程度把握しておく必要がある。また、3次元データによる検討後の画角調査に合わせて現地のカメラの設置可能な場所について再確認が必要である。また、山間部の樹木は保安林に指定されている場合が多く、私有林もあるため容易に伐採ができないこともあり注意が必要である。

また急峻な地形は冬季に雪崩や圧雪、車道除雪の影響を受けやすいため、降雪期に影響を受けない位置の確認や必要に応じて雪崩対策を検討するなど注意が必要である。（図-33）



図-33 冬季以外・冬季の状況（ドローン撮影）

これまで本稿ではカメラ配置に関する検討について述べてきたが、山間地区は道路照明や街明かりなどによる周辺照度の向上は期待できないため、夜間の明るさを確認してカメラの最低被写体照度、照明機器の追加などカメラ性能についての検証も行ってきた。カメラ性能に関する検討も重要な課題である。

## 8. まとめ

今回2年かけてカメラの配置検討を行ったものを紹介させていただいた。3次元データ作成の積み重ねと3次元データを取り扱う複数のアプリケーションを利用することでシミュレーション画像を作成した。シミュレーション画像と現地の画角を見比べてもほとんど誤差がなくシミュレーションは有効であり精度の高い検討結果を得ることができた。

近年のデジタル技術の発展は著しく、空間情報の取得については本稿以外でも様々なツールやサービスが提供されており、従来の設計技術に加えて高度化した情報技術の知識やツールを使いこなすスキルも重要になっていく。今後の技術発展に合わせた新たな設計手法について期待している。

**謝辞：**今回のカメラ配置検討にあたり、様々な考察と技術検討、調査にご尽力いただいた設計会社や関係者の方にこの場を借りて厚く御礼申し上げます。