

ハッ場ダムの施工

朝田 将 (国土交通省関東地方整備局 ハッ場ダム工事事務所 所長)
 工藤 卓也 (国土交通省関東地方整備局 ハッ場ダム工事事務所 工事課長)
 平塚 毅 (清水建設(株)土木東京支店 ハッ場ダム本体工事建設所 所長)
 長谷川 悦央 (清水建設(株)土木東京支店 ハッ場ダム本体工事建設所 副所長)



写真-1 全景写真

1 工事概要

ハッ場ダムは、洪水調節、流水の正常な機能の維持、水道及び工業用水の新たな確保並びに発電を目的とする多目的ダムである。吾妻川は、その源を群馬・長野県境の鳥居峠に発し、浅間山・草津白根山の間を東流して、渋川市付近で利根川と合流する一級河川である。流域面積は約1,356km²となり、幹川流路延長は約76kmにおよぶ、利根川水系の代表的な支川の一つである。

同ダムは、堤高116m、堤頂長290.8m、堤体積約100万m³の規模であり、工期(完成予定年度)は2019年度である。

2014年10月に起工測量を開始し、2015年1月に基礎掘削工に着手した。2016年5月には本体の一部である減勢工の基礎掘削を完了

し、6月にコンクリート打設を開始した。表-1に工事概要を示す。

表-1 工事概要

堤 高	116m
堤 頂 長	290.8m
堤 体 積	約1,000,000m ³
集 水 面 積	711.4km ²
湛 水 面 積	約3.0km ²
総 貯 水 量	107,500,000m ³
有効貯水量	90,000,000m ³

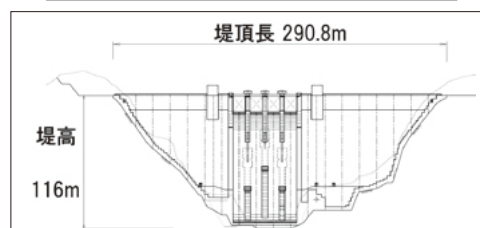


図-1 堤体下流面図

2 巡航RCD工法の採用

2.1 巡航RCD工法の特徴

従来のRCD工法は、外部となる有スランプコンクリートを先行打設し、その後内部のRCDコンクリートを打設して制限時間内に境界部を締め固めるという手順となっており、内・外部コンクリートの打継時間の制限やコンクリート打止め部分の型枠設置作業等の課題があり、さらなる効率化が求められていた（図-2 下）。

それに対し、巡航RCD工法は、傾斜打止め（打設の端部に打止め型枠を使用せず、先行打設するRCDコンクリートを1：1程度の勾配〔状況に応じて1：4以上の緩い勾配〕の傾斜部を設けて打ち止める）技術の採用により内部コンクリートを先行打設した上で自由な位置で打止めすることにより、外部コンクリート打設と内部コンクリート打設が、お互いに時間的な制約を基本的に受けない独立した形で打設できる（図-2 上）。

このため、

- ①打止め前後の作業効率低下を回避できること
- ②内部コンクリートと外部コンクリートの作業を分離でき、作業の錯綜による作業効率低下を回避できること

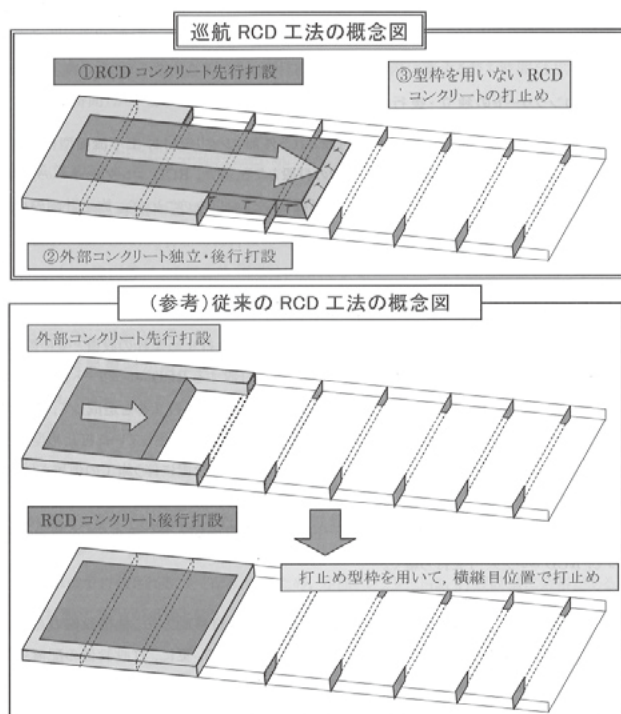


図-2 巡航RCD工法概念図

- ③堤体内で最も打設数量の多い配合である内部コンクリートを最大の能力で打設できることから、コンクリート施工日数短縮に寄与できる。

写真-2に巡航RCD工法による打設状況を示す。

なお、原則として巡航RCD工法を採用しているが、岩着部、天端狭隘部、冬期は拡張レア工法ELCM（Extended Layer Construction Method）を併用した。2018年6月巡航RCD工法による打設は終了している。写真-3、4に近況を示す。



写真-2 打設状況(巡航RCD工法)



写真-3 堤体右岸より望む(2018年5月)

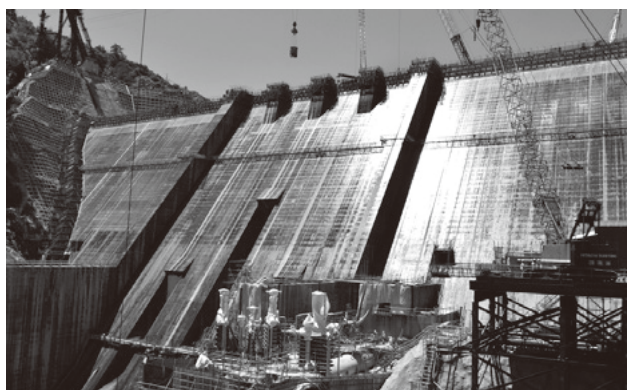


写真-4 堤体下流より望む(2018年7月)

2.2 コンクリート打設設備

コンクリート打設設備としては、巡航RCD工法で効率的かつ高速施工の実績を有するSP-TOM（ $\phi 700\text{mm}$ ） $\times$ 1基と18t固定式ケーブルクレーン $\times$ 2基を採用した。SP-TOM（ $\phi 700\text{mm}$ ）はコンクリート打設能力が $153\text{m}^3/\text{h}$ （設備能力）と高く、堤敷に設置するため、地山改変がほとんどなく、運搬量に可変性がありエネルギー効率も良いという特徴を有する。18t固定式ケーブルクレーン2基及びSP-TOMの配置方針は以下の通りである。

- ①18tケーブルクレーン（1号機）は、コンクリートホップ吊下げ時に、ホップが回転しても上流面型枠に接触しない位置で、コンクリートホップ最大回転半径以上を確保できる位置とした。
- ②18tケーブルクレーン（2号機）は、強風時にも1号機と接触しない離隔を確保できる位置とした。
- ③SP-TOM（ $\phi 700\text{mm}$ ）は設置及び維持管理として18tケーブルクレーン（2号機）を使用するため2号機の直下に配置した。

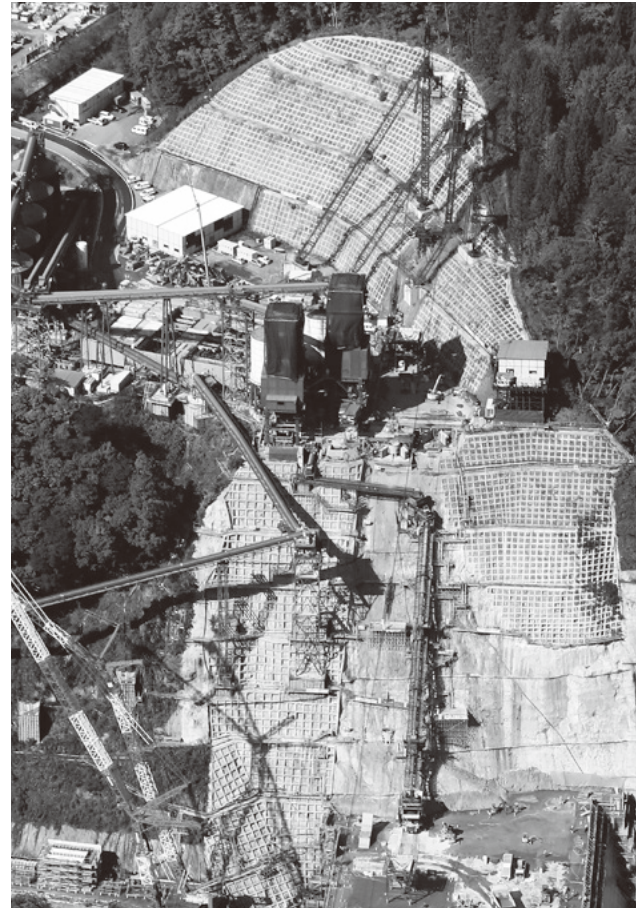


写真-5 打設設備全景

3 3Dモデルを施工計画、施工管理に活用

ハッ場ダムにおいては、常用洪水吐設備、水位維持用放流設備等の堤内構造物が比較的多く存在しており、コンクリート打設作業との輻輳が懸念された。特に巡航RCD工法を採用していることから、その長所を最大限に生かすためには、打設レーン割、ダンプ走行ルート等を、事前に実際の現場を反映した計画を実施しておく必要がある。

そこで、VR(Virtual Reality)機能を有した3Dモデルを構築し、施工計画に活用した。具体的には、ダム構造物の3次元モデルに加え、施工重機や資機材等を配置し、実際の施工状況を反映したものとした。さらにVRゴーグルやPCモニター上で、3次元モデルの世界に入り込み、様々な目線や角度から配筋状態やその取り合い、施工機械との離隔、施工空間の大きさ等をリアリティを持って確認することができた(図-3、4、5参照)。

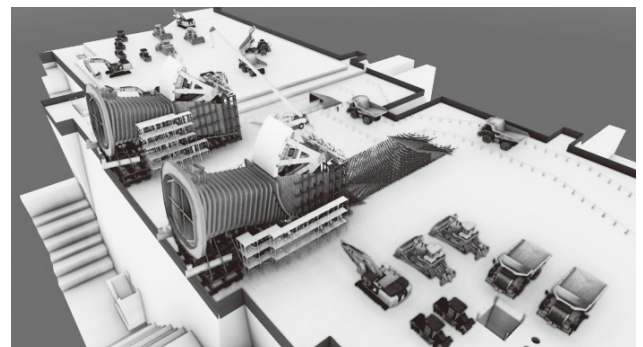
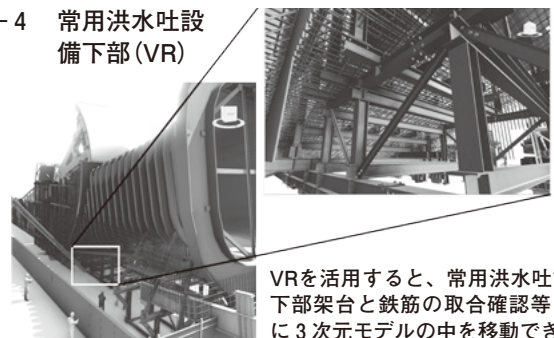


図-3 常用洪水吐設備配置時施工イメージ

図-4 常用洪水吐設備下部(VR)



VRを活用すると、常用洪水吐設備下部架台と鉄筋の取合確認等自由に3次元モデルの中を移動できる

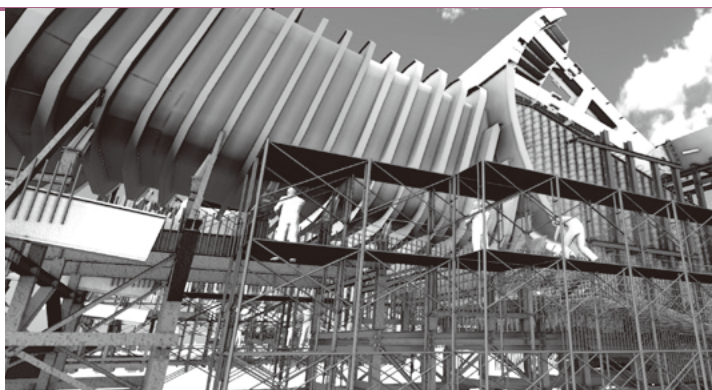


図-5 常用洪水吐設備周り鉄筋組立イメージ

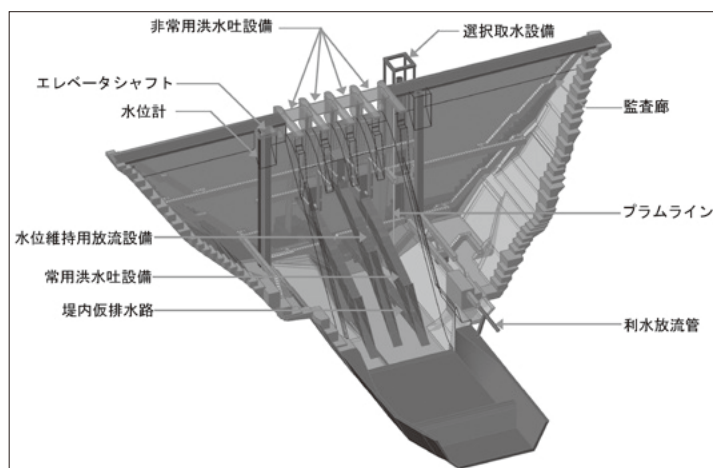


図-6 ハツ場ダム三次元モデル

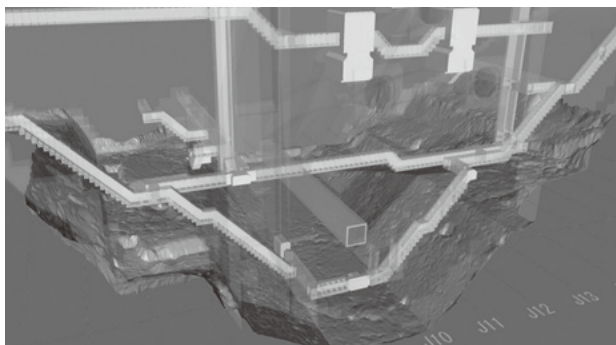


図-7 3Dスキャナ測量による基礎岩盤3次元モデル

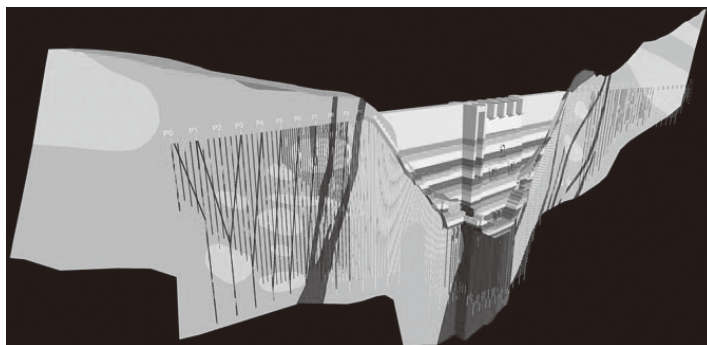


図-8 ハツ場ダムCIM三次元モデル(地質含む)

4 画像解析によるコンクリート骨材粒径判別

ハツ場ダムのコンクリート用骨材は、骨材製造設備からダムサイトのバッチャープラントまで、約10kmをベルトコンベアで運搬し、所定の粒径毎の貯蔵設備に投入される。その際、人が監視カメラ等を用いてベルトコンベア上を流れる骨材の粒径を確認するが、長距離かつ高速(165m/min)であることから、ヒューマンエラーによる誤投入が懸念された。

そこで、3Dセンサ(Microsoft Kinect™ v2)を使用した骨材粒径自動判別システムを開発した。本システムは、3Dセンサと制御判定用PCとで構成され、3Dセンサの性能は、時間分解能30[Hz]、計測範囲は水平画角70[deg]、垂直画角60[deg]、空間分解能0.14[deg]となっている。3Dセンサはカメラ画像に比べて、時刻や天候の影響による明るさの違いや、ベルトコンベアの速度とシャッ

タースピードによるブレの影響が少ないという特徴がある。実際にベルトコンベア上を流れる骨材の点群データ画像を図-9、10に示す。

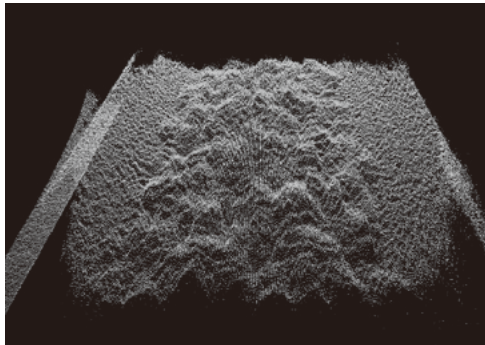


図-9 80mmの骨材の点群データ

実証試験において、様々なパラメータを調整した結果、特徴量計算時の近傍点範囲を4cm、抽出間隔を1cmとすれば、100%の正解率を確認できた。

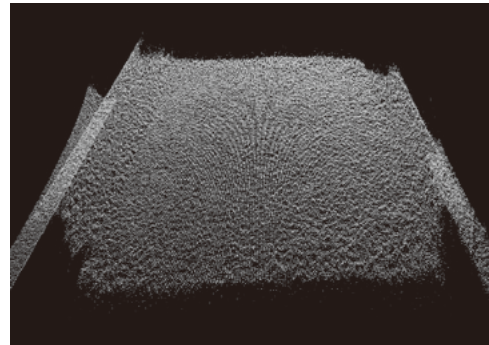


図-10 砂の点群データ

5 おわりに

2018年7月現在、ハッ場ダムの打設は終盤を迎えている。これまで、実施してきた巡航RCD工法、ICTの活用等様々な新技術が今後のダム技術の発

展に寄与するよう、最後まで緊張感をもって取り組んでいきたい。

TOKYO DOBOKU FRONTLINE Report

現場見学会レポート

◆首都圏唯一の大規模ダム現場を体感

去る、7月27日(金)、当会主催の「ハッ場ダム工事現場見学会」が開催され、会員の皆さんおよそ40名が朝8時半に建設会館前に参集、一路バスで群馬県長野原町を目指しました。

午後1時半、工事事務所で清水・鉄建・IHI異工種JVの米山副所長のレクチャーをお聞きし、いざ現場へ。展望台から着々とコンクリート打設が進むダムの全容を眺望し、その後、上流側の締切堤、骨材プラントを見学。圧倒的なダムの存在感と現場のリアルが胸に迫ってきます。コンクリートの品質を堅持するため、愛情をもって常時散水し、そこに発生するコケが「ダム屋の誇り」と語る米山副所長の言葉に、参加者はうなずくことしきり。技術者だからこそその本音も垣間見える、技士会ならではの有意義な見学会となりました。

右／拡声器を使って現場の説明をする
米山副所長

下／ハッ場ダムを背景に、会員の皆さんと集合写真を撮影。数年後には水の底に沈んでしまう場所での一枚はよい記念となった

