

せんござわ

## 千五沢ダム再開発事業

## サステイナブル時代への取組み

山田 史章

近年のインフラ整備では、SDGs (Sustainable Development Goals) の観点からサステイナブルが求められており、ダム工事においてもリニューアルが注目されている。千五沢ダム再開発事業は、かんがい専用ダムの空き容量を活用して治水機能を付加するため、既設洪水吐きの改築を行うものである。本稿は、改築後のラビリンス堰による洪水調節の仕組み、及び施工に当たって取組んだ3Dモデリングと工程を連携させたCIM化、施工設備の変更など、4年に渡って構築したラビリンス堰施工の詳細を記すものである。キーワード：ラビリンス堰、ダム再開発、リニューアル、SDGs、3Dモデリング

## 1. はじめに

近年、我が国では、ダム工事は新設工事よりリニューアル工事が主流となっている。SDGs (Sustainable Development Goals) の観点からサステイナブルが求められており、リニューアルが注目されている。

千五沢ダム再開発事業は、かんがい専用ダムに治水機能を付加するため、既設洪水吐きの改築を行うものである。昭和42年の建設当初、千五沢ダムに計画されたかんがい面積は約4,000haであった。その後、農業をめぐる情勢が大きく変化し、国営母畑開拓事業完成間近の平成6年には、かんがい面積が約半分の2,100haと減少、ダムのかんがい容量に大きな空きが生じる結果となった。この空き容量を、洪水調節を行うための治水容量として活用するものである。

## 2. 千五沢ダムの概要

## (1) 概要

福島県石川郡石川町の阿武隈川水系北須川に建設された千五沢ダムは、「国営母畑開拓建設事業」の基幹施設として、東北農政局により昭和50(1975)年3月に完成したかんがい専用ダムである。

千五沢ダムは、堤高43.0m、堤頂長176.5mの中央コア型アースダムである。地元石川町をはじめ、3市1町2村(郡山市・須賀川市・白河市・石川町・玉川村・中島村)のかんがい用水として利用されている。

再開発事業では、主に洪水吐き流入部の改築、管理棟の移設、重力式ダム及び水位低下設備の新設等を行

う(表-1、図-1~3)。

## (2) 洪水吐きの構造

改築後の洪水調節方式は自然越流方式とし、治水ダムとしてのダム設計洪水流量 $1,690\text{ m}^3/\text{s}$ を安全に流下させるため、必要な越流長370mを確保できる、4つの先端部を有するラビリンス型洪水吐きを採用してい

表-1 既設千五沢ダムの諸元

水系及び河川名	阿武隈川水系北須川
場所	福島県石川郡石川町
目的	かんがい用水の補給
ダム型式	中央コア型アースダム
堤高	43.0 m
堤頂長	176.5 m
集水面積	111.0 km <sup>2</sup>
湛水面積	0.88 km <sup>2</sup>
総貯水容量	13,000,000 m <sup>3</sup>



図-1 千五沢ダムの位置

る。各先端部には、それぞれ常用洪水吐きと呼ばれる開口部（オリフィス）があり、水の流れる量を絞ることによって洪水調節を行う。

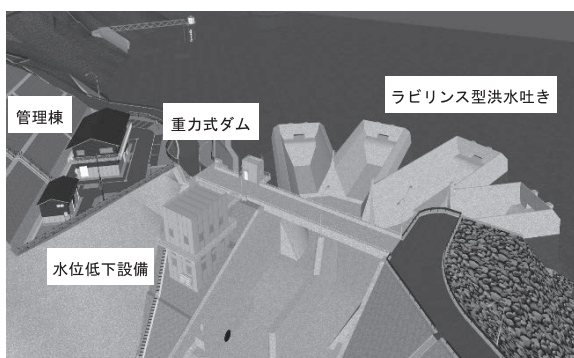
洪水吐き部改築前の状況と改築後のイメージ図を、写真—1、2に示す。

大雨によりダムへの流入量が増大すると、この常用洪水吐きで下流への放流量を一定範囲内にし、それ以上の流入量はダムに貯留する。この貯留により、下流でのピーク流量を遅らせ河川の氾濫を防ぐ。また、ダムに貯められる以上の雨水が流入した際には、非常用洪水吐きとして整備するラビリンズ型洪水吐きの上部を越えて流下させる仕組みである。

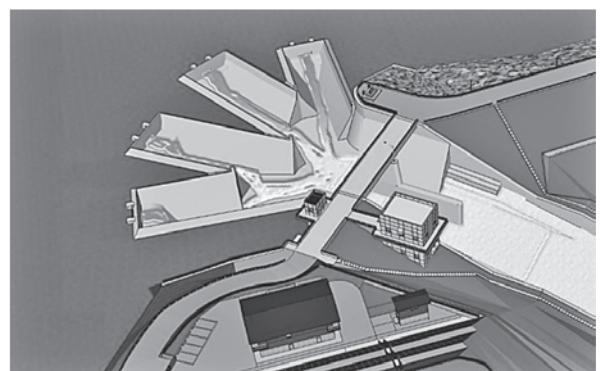
改築後の洪水吐きの流下イメージを、図—4、5に示す。



写真—2 改築後



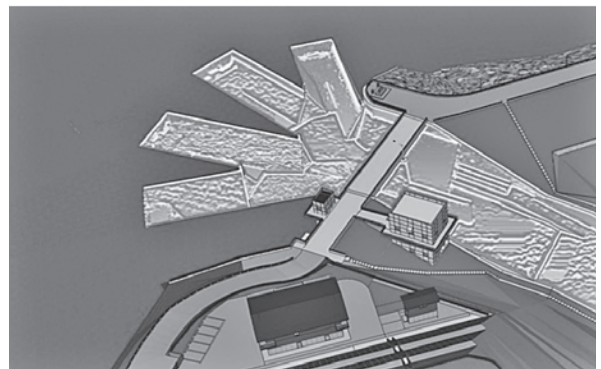
図—2 千五沢ダム改築後イメージパース



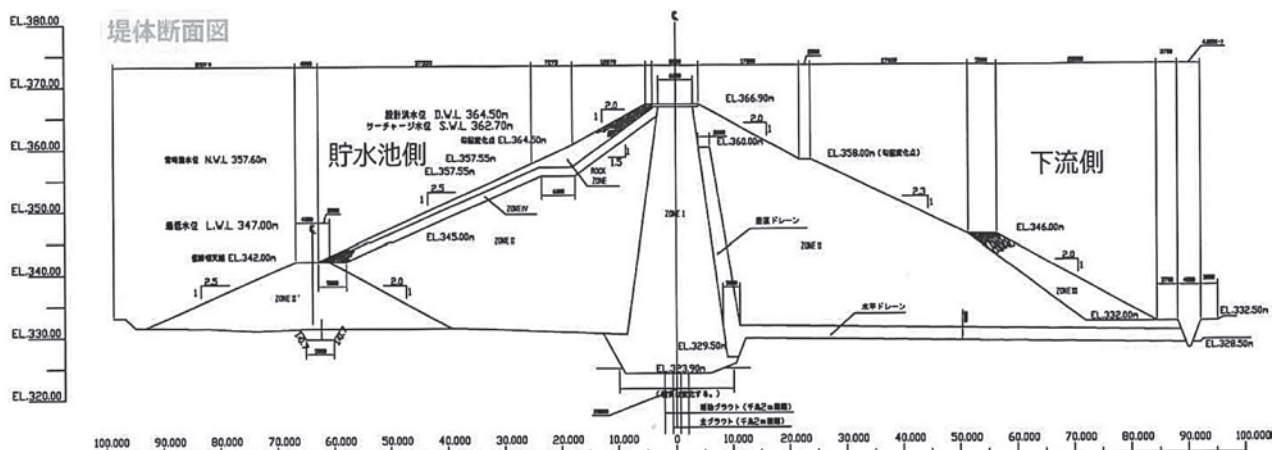
図—4 洪水調節時流下イメージ



写真—1 改築前



図—5 非常洪水吐き越流イメージ



図—3 堤体断面図

### 3. モデリング (CIM) への取組

#### (1) リフトスケジュール上の課題

千五沢ダムのラビリンス洪水吐きは、上流側に開口部（オリフィス）を有した4系統の越流堰で構成されており、平面的に手の平を広げたような配置で3次的に複雑な形状が特徴である（図-6、7）。

リフトスケジュール立案に当たっての構造的な課題として、①3次的に変化に富んだ躯体形状、②各々異なる形状をした20のブロック構成、③上流側基礎地盤は脆弱部（D級）を除去した掘割構造、④中央水叩き部には揚圧力対策として1.4mメッシュで浮上り防止筋（D38 L=2.8m）を配置（※岩着部1層打設後に、

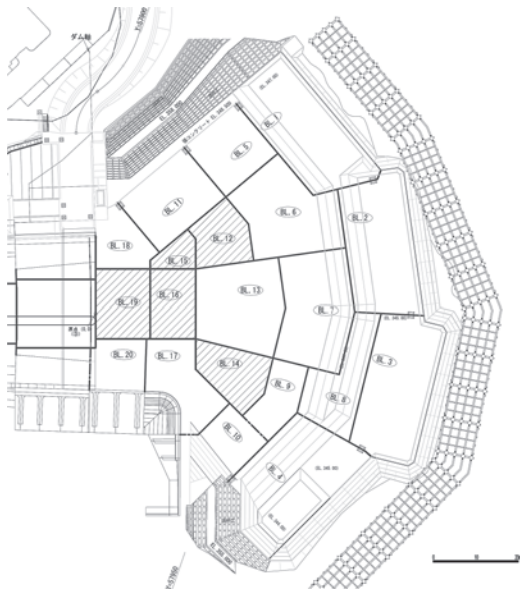


図-6 流入部ブロック割図（掘削形状版）  
（※斜線部は浮上り防止筋配置ブロック）

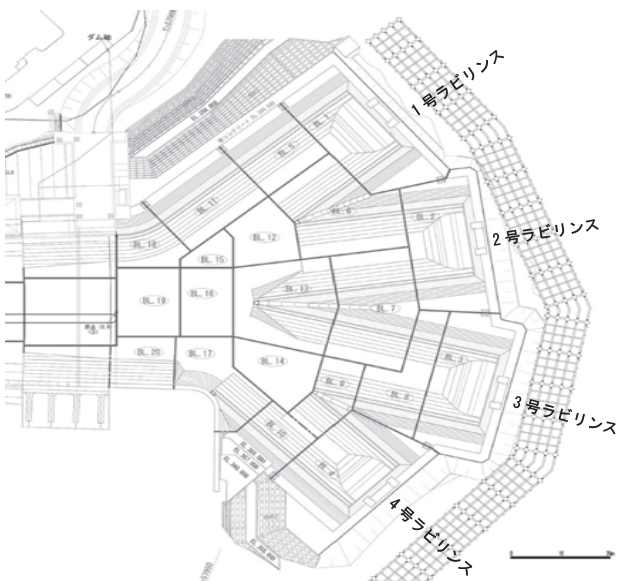


図-7 流入部ブロック割図（躯体形状版）



写真-3 浮上り防止筋施工状況

ボーリング-鉄筋挿入-グラウト注入）等が挙げられる（写真-3）。

また農業用かんがいダムとしての機能を維持したまま改築工事を行うため、工程・気象条件の課題として、①かんがい期・洪水期を避けた厳冬期（1、2月）を含む寒中コンクリート施工、②洪水発生時は上流仮締切越流前に退避の必要性、③農業用水供給開始までに常時満水位に回復させるため、2月末より貯水開始（実質打設期間は約4ヶ月間）等が挙げられる。

工事着手以降、10月に台風・前線の影響による既設洪水吐ゲート放流を伴う洪水に見舞われるケースが多く発生しており施工エリアが水没すると、既存の低水位放流設備だけでは施工水位に戻るまでに1ヶ月以上要す等、気象条件によって甚大な影響を受けることになる。

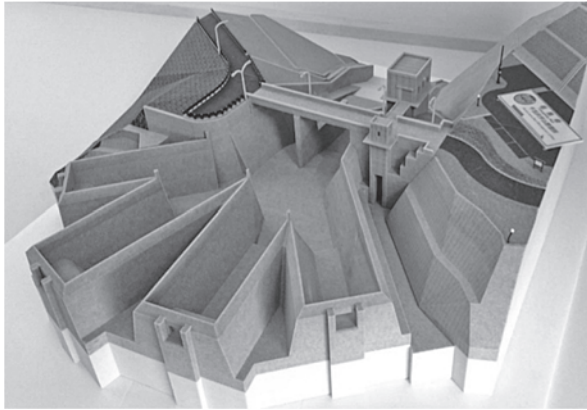
#### (2) リフトスケジュール上の課題への対応

これらの諸課題を解決し効率的なリフトスケジュールを策定するために、先ず複雑な形状の可視化を試み、3Dパースのデータから3Dプリンターによる模型製作を行った。これにより、2次元図面だけでは読み取り辛い複雑なラビリンス形状について、誰でもあらゆる角度からチェックが可能となり、構造変化点や接合部の取合い、3次的な段差の有無等を容易に確認することが可能となった（図-8）。

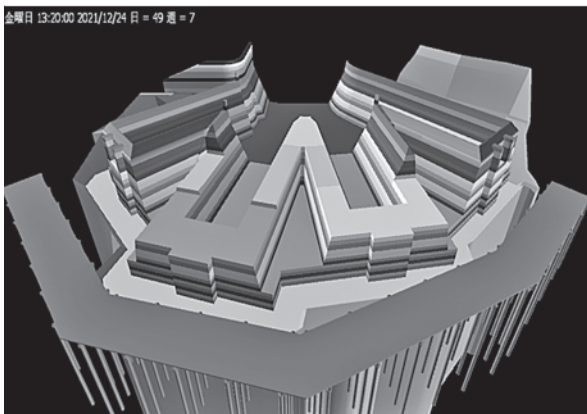
次にブロック・リフト毎の形状に区分した3D-CADデータを構築。そのデータに打設ボリューム、工程の時間軸を付与した4D-CIM化に取り組んだ（図-8～10）。

これにより日毎に変化する躯体形状についてパソコン上で容易に再現可能となったことから、打設機械の配置状況や生コン搬入ルート確保状況の他、打設ブロックの組合せパターンを何度もシミュレーション可能となり、最適なリフトスケジュールを構築するため

のツールとして活用した。結果として躯体構築1年目は、中央に仕上掘削を残したクレーンヤードを配置し周囲の底盤部を構築、2年目は残りの仕上掘削を実施して全体の底盤部を構築、3年目は洪水期越流ブロックを残す形で1号4号ラビリンス堰を構築。最終4年目は残りの2号3号ラビリンス堰を構築して完成する



図一八 千五沢ダム改築後 3D プリンター模型



図一九 3D-CIM 化画像 (施工途中段階)

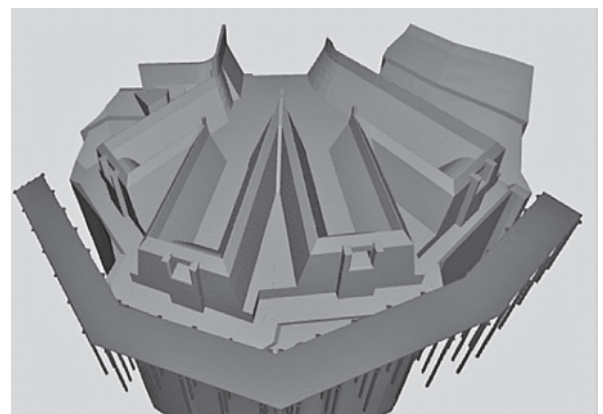
リフトスケジュールを考案した (図一 11)。

#### 4. 流入部 (ラビリンス堰) の施工

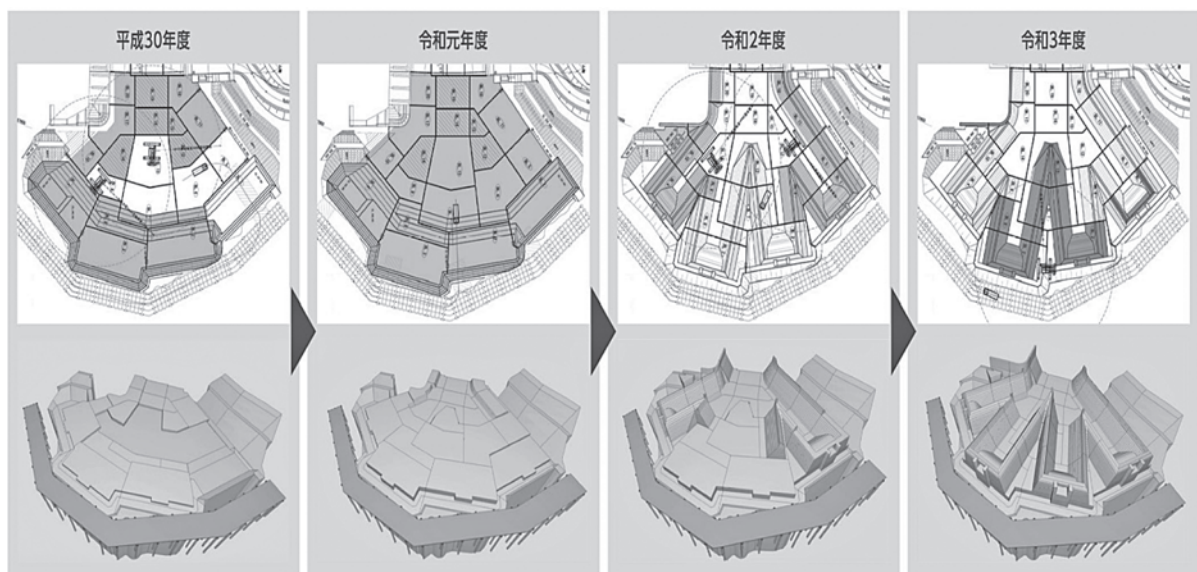
##### (1) コンクリート打設設備

考案したリフトスケジュール達成のためには、日々の打設の効率化が必要不可欠であり、コンクリート打設設備についての見直しを併せて実施した。

当初計画の打設方式は、ダム本体下流の積替設備(栈橋+コンクリートホッパー)にて、生コンプラントからミキサー車で運搬してきたコンクリートをホッパーへ投入、下部で待機したベッセル搭載ダンプに積替え、約 1.0 km 離れた打設場所へ運搬、通常円形バケツに積替えてクレーン打設またはダンプ直送打設する計画であったが、搬入路が狭く片側交互通行が必要な上に、ミキサー車とダンプ走路が重複し、スムーズな運行は困難であると予測された。また複雑なブロック割、浮上り防止筋の施工など打設場所における運搬路



図一〇 3D-CIM 化画像 (完成形)



図一 11 年次毎のリフトスケジュールモデル

確保も課題であった。そこで打設機械の組合せを200tクローラクレーン+水平バケットによる打設方式へ変更した。

これにより生コンのバケットへの投入は通常ダンプトラックで可能となり、棧橋形式の大規模な積替え設備を省略、打設場所から約0.3kmの左岸天端にL型擁壁で段差を付けた簡易な積替え設備を設けてミキサー車からダンプへの積替えを実施、積替回数も減少し、待機時も保温カバーによりコンクリートの温度低下を抑制でき、品質の低下を防止した（写真—4～6）。

## (2) 流入部（ラビリス堰）施工経過

これまでの流入部（ラビリス堰）施工経過について、写真—7～10に示す。

構築1年目は、考案したリフトスケジュール以上に打設を実施、2年目の施工時には千五沢ダムの管理が

始まって以来既往最大となる台風19号洪水に見舞われた（写真—11, 12）。

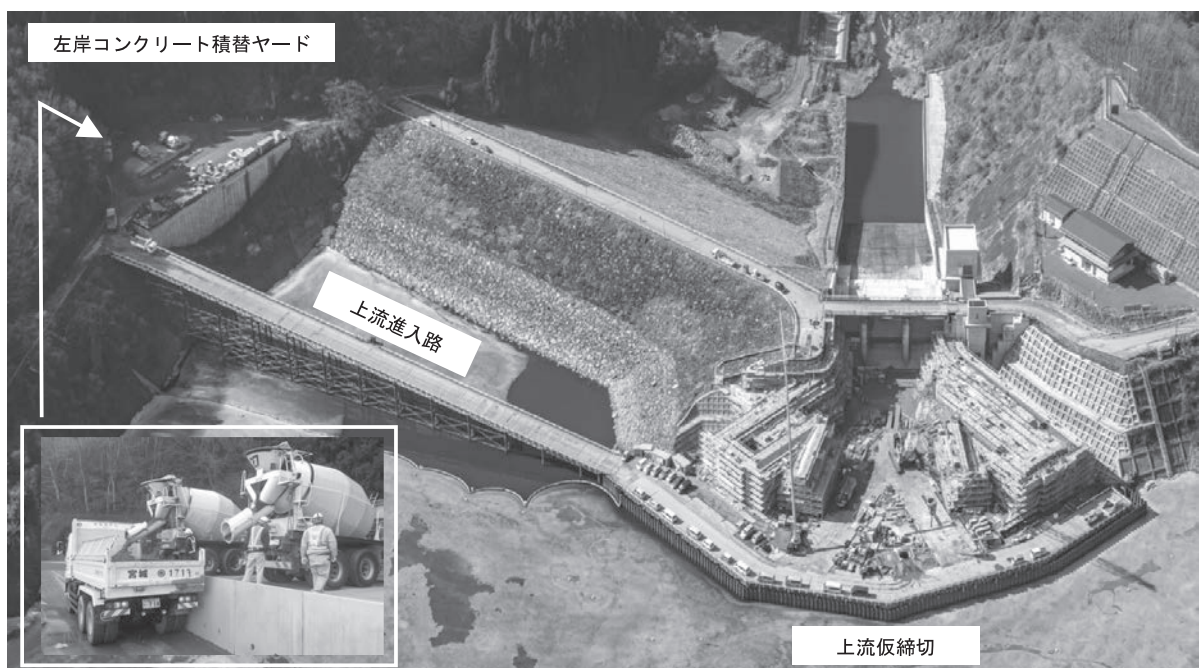
既に流入部施工に着手、基礎地盤検査の仕上掘削を行っていたエリアもあったが、台風襲来前に退避を完了させ大きな被害は免れた。しかしながら水没した施工エリアが元の施工水位に戻るまでに1ヵ月以上を要した他、基礎地盤掘削形状の見直しもあり、大幅なリフトスケジュールの見直しが必要となったが、4D-CIMを活用して最適な打設ブロックの組合せによる効率的な工程を導き出した。これにより、毎シーズンの貯水による水没、仮設備の撤去・復旧を繰り返しながらも構築4年目にして計画通りラビリス堰の完成に至った（写真—13）。



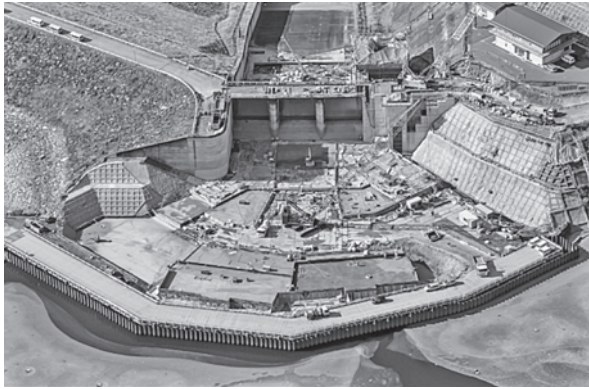
写真—4 流入部打設状況（通常ダンプでの積替）



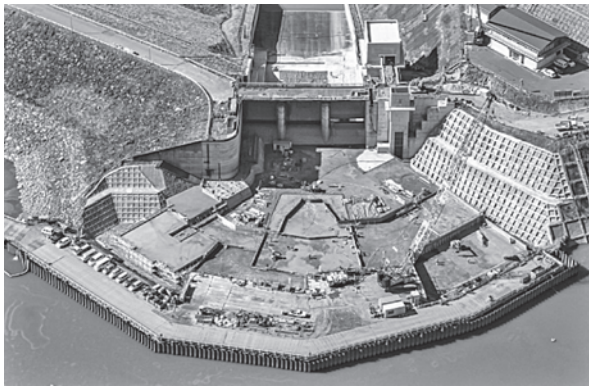
写真—5 流入部打設状況（水平バケット打設）



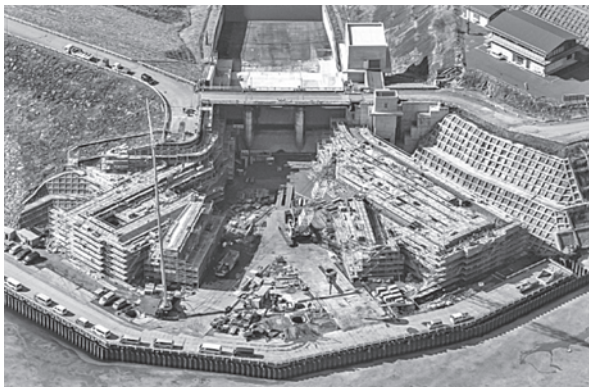
写真—6 流入部施工設備・打設状況



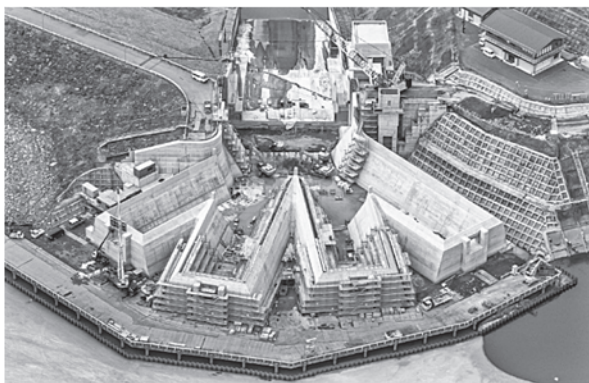
写真一七 流入部 躯体構築 1年目 (H30年度)



写真一八 流入部 躯体構築 2年目 (R1年度)



写真一九 流入部 躯体構築 3年目 (R2年度)



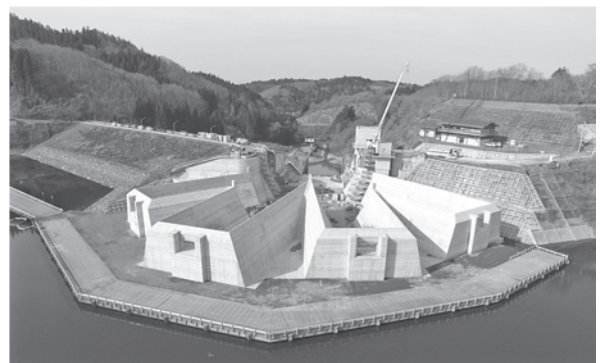
写真一〇 流入部 躯体構築 4年目 (R3年度) 完了貯水前



写真一〇 R1年台風19号洪水 放流状況



写真一一 R1年台風19号洪水 貯水池側



写真一二 流入部 躯体構築 4年目 ラビリンス堰完成

## 5. おわりに

千五沢ダム改築工事は、現在、新設管理橋下部工・周辺整備の施工に移行しており、令和5年度（2023年度）10月からの試験湛水に向け、安全・品質を第一に鋭意施工を推進中である。

今後も、発注者・協力業者と連携しながら一つ一つ課題を解決し、早期の完成を目指す所存である。

### 謝 辞

福島県県中建設事務所の皆様のお陰で、概ね、躯体が完成したことに、感謝を申し上げます。

JICMA

## 《参考文献》

- ・渡邊 晋（福島県県中建設事務所事業部 ダム建設課長）：千五沢ダム再開発事業について－CIM化への取組－，ダム技術 第425号（2022年2月号），一般財団法人ダム技術センター，PP.61～67，2022年2月



## 【筆者紹介】

山田 史章（やまだ ふみあき）  
清水・青木あすなろ・あおい特定建設工事共同企業体  
所長

