

ダム堤体部に発生した多量湧水処理について

荻本 晃弘*

Akihiro Ogimoto

岩川 真一*

Shinichi Iwakawa

属 康高**

Yasutaka Sakka

1. はじめに

阿蘇立野ダムは、堤体積 43 万 m^3 の曲線重力式コンクリートダムである。本ダム堤体周辺は地下水位が高く、基礎掘削中に堤体右岸上流の柱状節理から多量の湧水があり、通常の湧水処理を行いながらコンクリートを打設することが困難な状態となった。

本報告は、その湧水処理方法と水中不分離性コンクリートを使用した打設方法を取りまとめたものである。

2. 工事概要

工 事 名：立野ダム建設（一期～三期）工事

発 注 者：国土交通省九州地方整備局

工事場所：左岸 熊本県菊池郡大津町大字外牧地先

右岸 熊本県阿蘇郡南阿蘇村大字立野地先

工 期：2018 年 2 月 16 日～2024 年 3 月 28 日

ダム諸元：型式曲線重力式コンクリートダム

堤高 $H=87\text{ m}$ ，堤頂長 $L=197\text{ m}$ 堤体積 $V\approx 430,000\text{ m}^3$ ，天端高 $\text{EL}282.0\text{ m}$ 洪水時最高水位 $\text{EL}276.0\text{ m}$ ，集水面積約 383 km^2 湛水面積約 0.36 km^2 ，貯留容量約 $1,000\text{ 万 m}^3$

3. 湧水の状況と課題

堤体右岸上流部では、基礎掘削時に柱状節理から多量の地下水が湧出していた。湧水は、立野溶岩部を透過して帯水した水が、立野溶岩塊状部のうち岩盤成因により節理幅が比較的大きくなっている範囲より集中的に表面に湧出していた（約 $2,200\sim 3,000\text{ L/min}$ ）（写真-1）。

堤体の打設では、湧水を適切に処理した上でコンクリートを岩盤面に打継ぐ必要があり、さらに打設工程が遅延することなく湧水処理をする方法が求められたため、以下の対策を検討した。

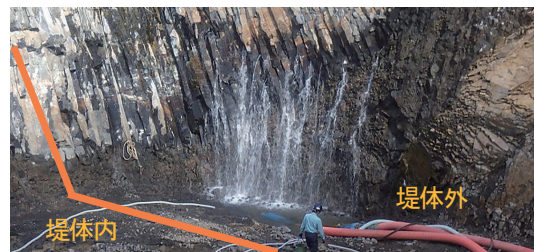


写真-1 多量湧水状況

4. 対策

堤体コンクリート打設は全体工程上クリティカルであったが、短期間で湧水を処理して堤体を打設することは困難と考え、堤体を堤敷の湧水影響範囲で分割して施工し、堤敷外に湧水を一時的に集水することとした。堤敷内は湧水と分割して施工できるが、堤敷外は湧水部での施工となることから、地下水位低下対策（ダウンザホールハンマ+コンクリート）、プレパックドコンクリート、水中不分離性コンクリートの3工法を比較検討した結果、工程、費用およびコンクリート充填の確実性から水中不分離性コンクリート打設を採用した。

対策は下記3項目に分けられるので、次章ではそれぞれについて説明する。

- ①堤敷内の打設のための仮設導水設備
- ②堤敷内の湧水処理とコンクリート打設方法
- ③堤敷外の湧水部でのコンクリート打設

5. 施工

5-1 堤体部打設のための仮設導水設備

① 湧水箇所背面への井戸ポンプの設置

湧水箇所背面にボーリングを行い、井戸ポンプを設置して、集排水を行い表面に湧出する湧水量を低減した。

削孔はロータリーマシンで行い、削孔径は $\phi 116\text{ mm}$ 、削孔深度は、湧水箇所背面に井戸ポンプが設置できる位置までとし、不透水層の立野層に到達した場合は、30 cm 程度の根入れ深度まで削孔した。井戸ポンプは 2.2 kW （ $\phi 98\text{ mm}$ ）を5台配置した。その結果、湧水量は $1,000\sim 1,500\text{ L/min}$ （全体の $1/2$ ）程度低減した。

② 表面の湧水を迂回させる樋の設置

井戸ポンプで集水できなかった岩盤表面に湧出している水は仮設樋を設置して迂回させポンプで排水した。（写真-2）。

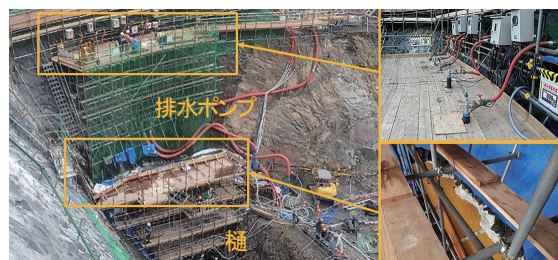


写真-2 排水ポンプおよび樋設置状況

* 九州（支）立野ダム JV 工事事務所

** 九州（支）立野ダム JV 工事事務所

（現：関東土木（支）府中（出））

5-2 堤敷内の湧水処理とコンクリート打設方法

① 導水処理および竖樋処理

堤敷内底部の湧水が多い箇所では、竖樋としてφ300 mmの鋼管を設置し、水中ポンプで排水を行った。また、打設箇所の少量の湧水には、鋼製パイプ（φ19 mm）を差込み、根本をセメントコーキングして集水し、竖樋へ導水しコンクリートを打設した（写真-3）。竖樋は、打設リフトに合わせて延長し、湧水の水位を超えた段階で碎石およびセメントミルクで鋼管内の閉塞を行った。

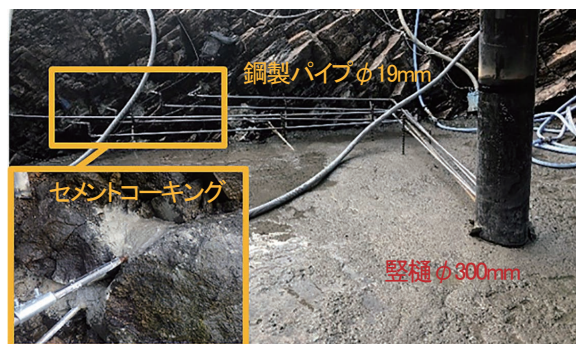


写真-3 鋼製パイプおよび竖樋設置状況

② 湧水箇所の打設

滲み出し程度の少量の湧水の場合は、スポンジおよびバキュームで湧水を吸い取りながら打設を行った。また、湧水の滲み出し箇所周辺まで窯場状にコンクリート打設し、バキュームにて窯場の水を吸い取り、素早くコンクリートでプラグした（図-1、写真-4）。

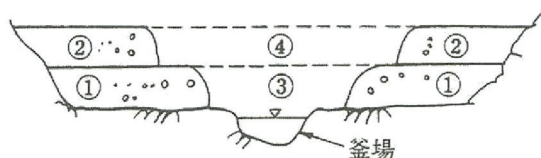


図-1 コンクリートプラグ



写真-4 コンクリートプラグ実施状況

5-3 堤敷外の湧水部でのコンクリート打設

① 水中不分離性コンクリート

堤敷内の打設完了後、仮設樋などを撤去した。撤去後は、堤敷外のフーチング部に1,000 L/min程度の湧水が発生しているため、満水にして水中で打設する水中不分離性コンクリート打設を採用した。

② コンクリート打設のための湧水流速の低減

水中不分離性コンクリート打設は静水状態（流速5 cm/s以下）で行う必要がある。そのため、打設中の岩盤からの湧水処理として、岩盤面に暗渠排水管の設置を行った。湧水箇所に暗渠排水管φ150 mmを設置し、土

木シートおよび金網をφ9 mmのアンカーピンで固定し設置した。暗渠排水管は、湧水水位を超えるまで延長し、フーチング外へ配置した（写真-5）。以上の対策により湧水流速は最大4 cm/sとなり、静水状態（5 cm/s以下）の条件を満足した。

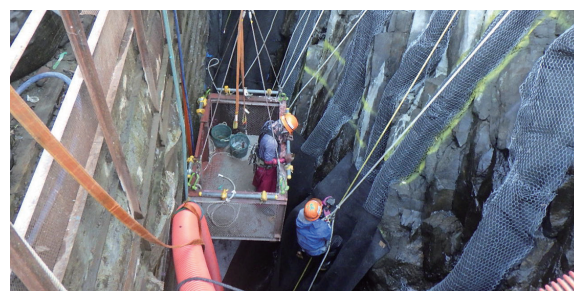


写真-5 暗渠排水管設置状況

③ 水中不分離性コンクリート打設と濁水の排水方法

水中での打設により濁水が発生するため、大型土嚢および排水ポンプの設置により排水設備を確保した。

打設リフトは、水中では圧送抵抗が2~3倍であり、打込み速度は1/2~1/3程度となるため、平均打込み速度を20 m³/hとし、全高8 mを2リフト（1リフト4 m）で計画した。

コンクリート打設は、コンクリートポンプ車にフレキシブルホースを装着して行った。打込み開始時は、スポンジボール、水中不分離性モルタルを先送りして、配管内の水とコンクリートの接触による品質低下を防止した。

打設は、静水中で水中落下高さは50 cm以下とし、水平流動距離が5 m以下となるように筒先移動を行った。打設高さ管理は、レッドロープ（重錘）により行った（図-2）。

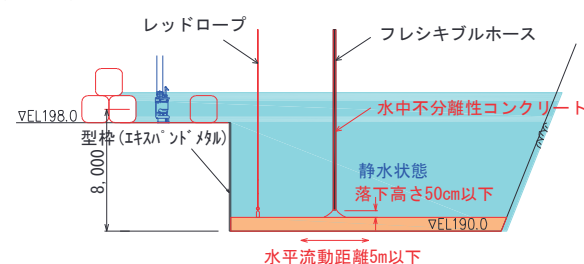


図-2 水中不分離性コンクリート打設

6. 施工方法の効果

堤敷内の打設は、仮設導水設備のうち排水ポンプにより、約1,000 L/minを集水させ湧水を低減し、樋により該当箇所表面からの湧水を抑えることができ、コンクリートの品質および工程を確保した。堤敷外の集水部での打設は、湧水排水管の設置および水中不分離性コンクリートを用いることにより、水中での打設を可能とし、品質についてもコンクリート強度、平坦性等問題なく施工できた。

本論文が、多湧水による岩盤コンクリート打設の参考になれば幸甚である。