

ダム再生事業における地質調査の取り組み

川崎地質(株) ○佐藤 洋平、宍戸 拓磨、榊原 信夫、太田 史朗

1. はじめに

ダム再生事業におけるダム嵩上げ計画の基礎資料とするためダムサイトにおいて高品質ボーリングと各種原位置試験を実施した。ダム再生事業における地質調査では、新規ダムの地質調査と異なり、既存ダムの運用に支障としない調査位置と調査方針の検討が課題であり、その他に様々な現場制約条件があった。これらの課題・条件を解決するために実施した工夫・調整および調査方法の効率化に関する事例を報告する。



写真-1 ダムの外観(右岸下流から望む)

2. 既存ダムと新規ダムのボーリング調査の違い

既存ダムにおけるボーリング調査は、新規ダム建設のための調査と比較し大きな違いがあった(表-1)。新規ダムのボーリング調査は、木々を縫って斜面にモノレールを架設し、ボーリング地点まで掘削に必要な機材を運搬する。一方、既存ダムのボーリング調査では、ダムの安全な働きを内部から点検するための通路である監査廊で調査を行うため、幅2.0m、高さ2.5m程度の狭隘で急勾配な階段を人力での運搬が必要となった。また、ボーリング掘削時についても天井が最大2.5m程度の高さしかないため、通常より短い2mのロッドを使用し一本ずつ接続して孔内に挿入し、コアの掘削を行った。



図-1 監査廊内での仮設状況

屋外のボーリング調

査では、マシンに備え付けのエンジンによりボーリングマシンを駆動させているが、屋内である監査廊では酸素欠乏症を防止するため、エンジンを使用せずに監査廊入り口に設置した発電機から電源ケーブルをつなぎ、ボー

リングマシンを駆動させた。また、監査廊内は湿潤な環境であり、通路できた水たまりからの感電の懸念されたため、防水式の電源ケーブル・配電盤を活用し、感電事故を防止した。

表-1 既存ダムと新規ダムの調査の違い

	搬入方法	調査箇所	使用ロッド長	ボーリングマシンの動力源	ルジオン試験最大注入圧力
既設ダム	人肩運搬	狭小な監査廊内	2m	モーター	約1.0Mpa
新規ダム	モノレール不整地運搬車	険しい山中	3m	エンジン	0.5Mpa

3. 監査廊内での作業の留意点と解決策

本調査ではダム堤体内部の監査廊で調査を行った。監査廊内は幅2.0m、高さ2.5m程度の狭隘箇所で急勾配な階段が続く起伏のある構造であり、壁際には電源・通信ケーブルや各種計測機器等の既存設備が設置されている。これらの多くの障害や支障物が存在する手狭な通路内を通り、ボーリングマシンや原位置試験機材等を搬入・撤去する必要があったため、落下や接触などによる怪我や既存設備破損の恐れがあった。

本調査では階段における重量物の運搬は、電動ウインチと台車を使用し自動で引っ張ることで安全かつ効率的に搬入・撤去を実施した。搬入路の支障物については、発注者の承諾の上緩衝材による保護及び支障物の取り外しを実施することで、既存設備の破損を防止した。

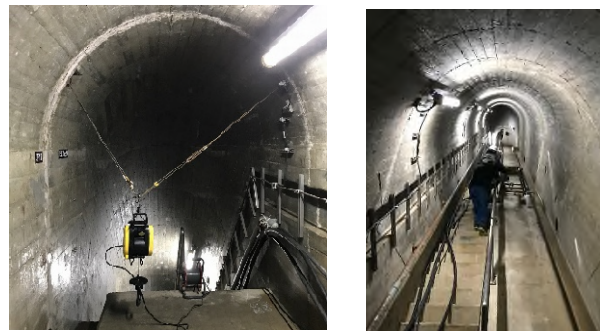


写真-2 監査廊における搬入状況

ボーリング調査では、掘削水の処理及び調査孔閉塞など既設ダムの機能を損なわないように、適切な対策・処理を行った。

当ダムの監査廊内での掘削水の排水は、監査廊内で計測されているダム基礎からの漏水量に影響を与えないことを目的に、監査廊内の排水ピットに直接排水した。しかしながら掘削水をそのまま排水すると混入した掘削屑により、排水ピットのポンプが詰り故障する懸念があった。そのため、掘削水を一度沈殿槽に溜める事で砂泥を

沈殿させ、沈殿槽内で籠を用いてポンプの高さを確保し、掘削屑浮遊物の少ない上澄みのみを排水することで、排水ポンプが詰まる危険性を低減させた(図-2)。

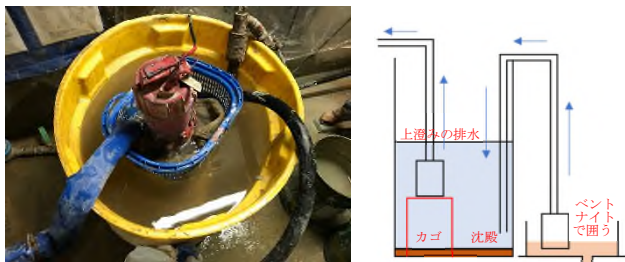


図-2 排水模式図

ボーリング孔から湧水が発生した場合、掘削中及び作業終了後に湧水が監査廊内の水路に漏れ出し漏水量の計測に影響を与える懸念があった。

そのため、掘削中はボーリング孔の周りをベントナイトで囲うことで湧水を一時的に溜め、掘削中は水中ポンプを用いて常時排水を行った(図-2)。

作業終了後は孔口部にエアパッカーを設置して止水を行い、湧水の流出を防止した。翌朝の作業前には被圧水頭を計測し、調査孔閉塞時の基礎資料とした。

掘削終了後の調査孔閉塞では、掘削孔から湧水が発生した。湧水のために通常の方法では注入したセメントが流出して適切に調査孔閉塞が行えない可能性があることから、下記の閉塞方法を実施した(図-3)。

- 1 透水性はあるが、セメント材は通さない止水パッカーを孔内に挿入し、パッカー内にセメント材を注入する。注入後、パッカーの口元を結び、セメント材の流出を防止する。
- 2 セメントは硬化時に収縮することから、ミズミチができる可能性があるため、収縮防止のために、セメントには膨張剤を添加し、硬化時の体積収縮を防止する。
- 3 口元を閉じたパッカーを孔内に押し込む。
- 4 セメントミルクの硬化時に水の流動があると、ミズミチができ、湧水を止めることができないため、口元にエアパッカーを設置し、地下水の流動を静止させる。
- 5 硬化時間を二日間以上とって、十分に硬貨させる。
- 6 その後、エアパッカーを撤去し、湧水がないことを確認する。
- 7 表層付近の閉塞には、速乾性のセメントを用い、早期に閉塞する。

以上の方法を用い、ダム漏水量の計測に影響を与えることなく調査孔閉塞を行った。

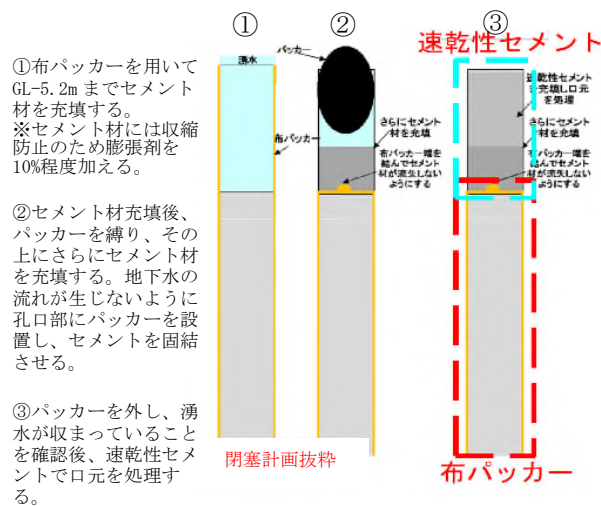


図-3 湧水箇所における調査孔閉塞手順

4. 岩盤透水試験における創意工夫

岩盤透水試験は、湛水時に岩盤に水圧が作用した際にダム下流側への漏水に対する止水対策範囲等を検討する基礎データを得るために実施される。孔内に0.98Mpaの水圧をかけた時の流量/mがルジオン値であり、透水性の指標とされている。しかしながら、既設ダムでは建設時に止水対策として既にグラウト材が注入されている。そのため、岩盤透水試験により過度の水圧が生じた場合、グラウト材が破壊・流出し、止水機能を損なう懸念があった。

本調査では、試験区間の水圧を正確に把握するため、孔内センサー圧力方式を適用した。最大注入圧力は、止水機能の維持に配慮して、建設時のグラウト注入圧力である0.5Mpaを基本とし、ダム軸付近では安全側を考慮し0.3Mpaとした。

限界圧の発生を速やかに把握し過剰な注水を回避するため、一般的な昇圧ステップ0.1Mpaより小さい0.05Mpaステップの昇圧パターンを設定することで、試験精度を担保した(図-4)。

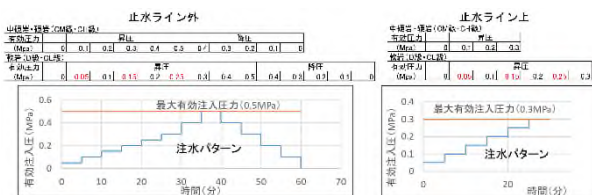


図-4 岩盤透水試験昇圧ステップ

5. おわりに

新規ダム建設のための調査と違い、既存ダムでの調査では様々な現場制約条件のもと調査を進める必要がある。特に監査廊内でのボーリング調査では特有の現場条件があるため、より一層の工夫や対策に取り組んでいきたい。

これから益々増えていくダム再生事業における調査の一助となれば幸いである。