

全地連「技術フォーラム2023」横浜 ダム地質調査における透水性評価事例

株式会社ダイヤコンサルタント

○北村 天宏、佐藤 潤一、片山 悠貴
小林 卓矢、伊藤 靖雄

1. はじめに

ダム基礎岩盤の地質調査は、地質分布、透水性、物理・力学特性の把握を目的に、ダム軸を中心として長年にわたり段階的にボーリング調査、原位置試験、室内試験が行われる¹⁾。

本論では上記の目的に加えて、止水ライン深部に認められた高透水部の詳細把握という重要課題に対し、解決に向けた調査の提案・実施事例について報告する。

2. 地質概要

ダムサイト地質平面図を図-1に示す。ダムサイト周辺の地質は、新第三紀中新世の安山岩溶岩、同質火砕岩類および碎屑性堆積岩類が主に分布する。

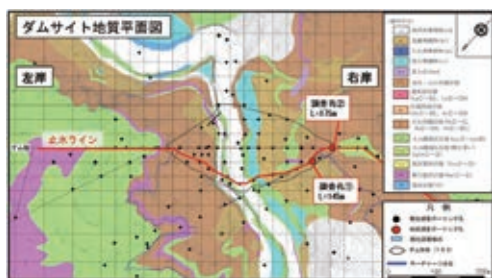


図-1 ダムサイト周辺の地質平面図

3. 問題点

既往調査で止水ラインの右岸深部に高透水部が確認された。そのため、高透水部の詳細把握が、グラウチング範囲の決定において重要課題である^{2) 3)}。本業務では止水ラインにおいて調査孔①・②でボーリング調査・原位置試験を実施し、地質分布・透水性の把握に努めた。業務における問題点は以下のとおりである。

(1) 岩盤透水試験（ルジオン試験）結果の妥当性確認

ダムサイトのボーリング調査は、5m掘進した後、孔内観察、ルジオン試験のサイクルを繰り返し行う（図-2）。

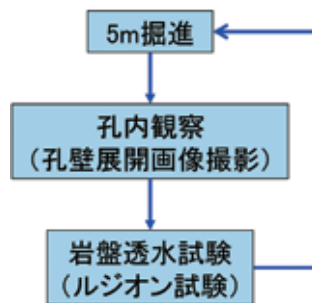


図-2 ダムサイトボーリング調査のサイクル

そのため、ルジオン試験区間上端部は、前回のルジオン試験の影響を受け、孔壁が破損している可能性があり、パッカーによる遮水が不十分となる可能性がある（図-3）。よって、ルジオン試験結果の妥当性確認が極めて重要な課題である。

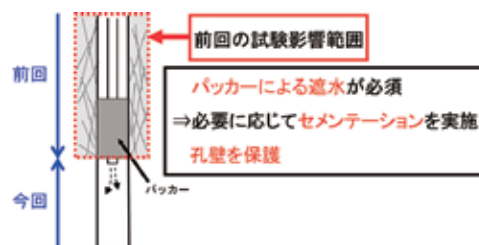


図-3 ルジオン試験のパッカー遮水時の工夫

(2) 断面図の整合性に対する懸念

当該ダムサイトにおける断面図は30m毎に左右岸・上下流方向に設定したグリッド上の地質断面図・岩級区分図・ルジオンマップが基本となっている。しかし、止水ラインやグリッド間の測線など、

断面図は用途に応じて適宜追加される。また、各断面は作成・更新時期が異なるため、整合が取れていない可能性があり、高透水部の連続性評価に影響する。

4. 問題分析

上記の事実から、問題点を分析し、以下のように整理した。

(1) 岩盤透水試験（ルジオン試験）結果の妥当性確認

当該ダムサイトにおける高透水部は、地質境界や開口割れ目に起因するものが多い傾向にある。よって、高透水部であることを確定させるためには、ルジオン試験結果だけでなく、複数の要素で評価し、高透水要因を明確にする必要がある。

(2) 断面図の整合性に対する懸念

各種断面図はボーリング調査を実施する度に更新されるが、ボーリング調査を実施していないグリッド上の断面図は、更新されずに据え置かれている可能性がある。また、断面図は並行して3次元化されるが、地質解析業務とは別のBIM/CIM構築業務で行われる場合があり、断面図の不整合部分の解釈で齟齬が生じるおそれがある。

5. 調査計画

問題分析を受け、下記の方針で調査計画することとした。

(1) 高透水部の要因分析

- ① コアで開口割れ目とみられる箇所に絞り、孔壁展開画像解析で開口幅の確認のみを先行して行った。
- ② 高ルジオン値を示した区間において、高透水部の再現や、高透水領域を絞り込む目的で、必要に応じて追加の短縮ルジオン試験を実施した。
- ③ 自記水位計を調査孔周辺の既存ボーリング孔3箇所に設置し、本業務のボーリング掘削期間中は常時稼働させ、ルジオン試験時の孔内水位変動

を確認した。

(2) パネルダイヤグラムによるチェック

- ① 地質解析業務から現状の最新断面図データを入手し、各断面図のボーリングデータをチェックした。
- ② パネルダイヤグラムを作成し、更新時期が古いとみられる断面図との交点チェックを優先して行った。

6. 実施結果および成果

(1) 高透水部の要因分析

例として調査孔①の結果を示す（図-4）。深度125～130mの高透水部（深度125～130m、ルジオン値17）は、コア観察および孔壁展開画像解析の結果、深度128～130mに0.3～2.2mmの開口割れ目が密集し、主たる高透水要因と考えられた。

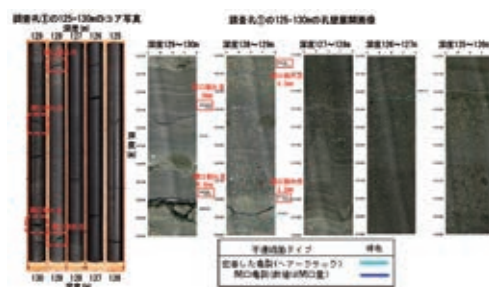


図-4 ボーリングコアと孔壁展開画像の対比

そこで、開口割れ目が密集している下半部の区間深度127.5～130mで短縮ルジオン試験を実施した。その結果、より高いルジオン値29を示し、開口割れ目を要因とする高透水部であることを再現でき、高透水区間を絞り込めた。

既往孔水位観測については、日降水量データも加味して評価した（図-5）。降雨がない時期に孔内水位上昇のピークを示す時間と、高透水部でルジオン試験を実施した時間が一致する箇所があり、高透水部の妥当性確認として一定の成果を得ることができた。

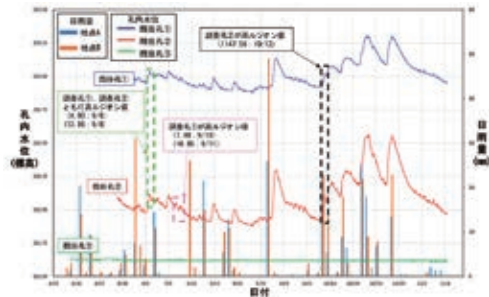


図-5 既往孔水位観測結果

(2) パネルダイアグラムによるチェック
 パネルダイアグラムによるチェックの一例として、断面①（上下流方向）と断面②（左右岸方向）交点の事例を示す（図-6）。断面①は平成26年度以降、新たなボーリングデータがないため更新されておらず、地質断面図・岩級区分図・ルジオンマップともに不整合箇所が確認された。その時点で発注者および関連業務担当会社にもこの資料をもって情報共有し、修正すべき箇所を明確に示した。

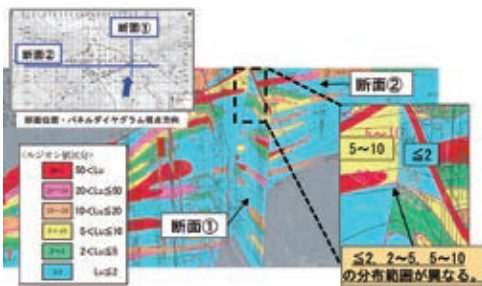


図-6 パネルダイアグラムによるチェックの例

以上の結果、深部の高透水部が局所的な分布にとどまる可能性がある事を提言した。

7. おわりに

本事例では、既往調査で明らかとなった止水ライン右岸深部の高透水部の詳細把握を念頭に、調査を実施した。ポイントは、以下のとおりである。

- ①注入水のリークによる高透水の誤認を防ぐため、ルジオン試験開始時のチェック強化に加えて、コア・孔壁展開画像による試験区間の割れ目状態チェック、必要に応じて短縮ルジオン試験による再現性を確認した。また、周辺の既存ボーリング孔に自

記水位計を設置し、ルジオン試験で高透水を示した際の孔内水位変動を確認し、多角的に高透水部の妥当性を示した。

- ②各種断面図をパネルダイアグラムで詳細に確認し、解析業務、BIM/CIM構築業務で把握できていない要修正箇所を指摘して、不整合箇所を残したまま解析業務が進まないように配慮した。

以上の結果、懸念されていた止水ライン右岸深部の高透水部は連続性に乏しく、局所的な分布にとどまる可能性がある事を提言した。

今後も発注者が抱える課題を吟味し、地質調査の専門家として事業に貢献できるより良い調査を計画・提案できるよう努めていきたいと考える。

《引用・参考文献》

- 1) 一般財団法人ダム技術センター：ダムの地質調査－ボーリング・調査坑・トレンチー、p.70～76、2015.3。
- 2) 財団法人国土技術研究センター：グラウチング技術指針・同解説、p.8～20、2003.7。
- 3) 財団法人ダム技術センター：台形CSGダム設計・施工・品質管理技術資料、p.1-1～1-27、2012.6。