

## 水路トンネルを対象とした地質調査における透水性評価事例

大日本ダイヤコンサルタント(株) ○西保 亘, 長尾 優樹, 佐藤 大紀, 大木 郁也, 小林 卓矢, 伊藤 靖雄

## 1. はじめに

計画されている水路トンネルを対象として、ボーリング調査、原位置試験、室内試験および弾性波探査を実施し、地質分布や透水性、物理・力学特性の把握に努めた。

本論では、既往調査により認められた高透水性部の分布範囲の確認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

周辺の地質平面図を図-1に示す。水路トンネル周辺の地質は、主に新第三紀中新世の塊状溶岩、自破碎溶岩および火山礫凝灰岩類が分布する。

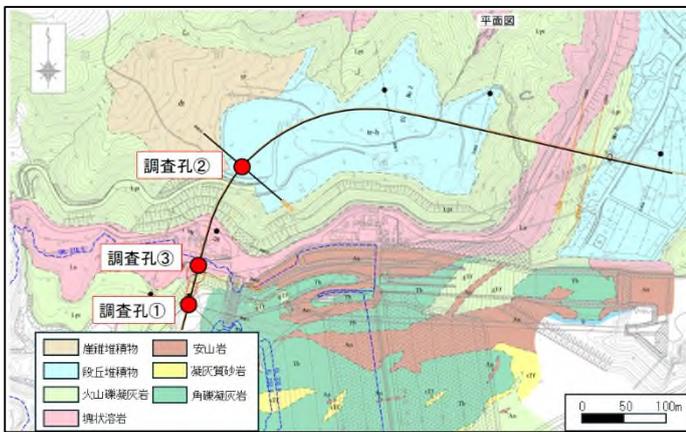


図-1 水路トンネル周辺の地質平面図

## 3. 問題点の抽出

既往調査で水路トンネル掘削区間に高透水性部が確認された。設計・施工においては高透水性部の分布範囲など詳細把握が重要課題である<sup>1)</sup>。本業務ではボーリング調査・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

本調査は、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て行った(図-2)。

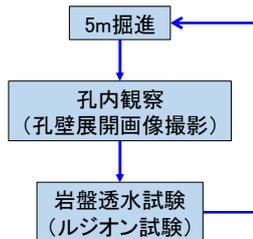


図-2 ボーリング調査のサイクル

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)。

したがって、ルジオン試験結果の妥当性確認が重要

となる。

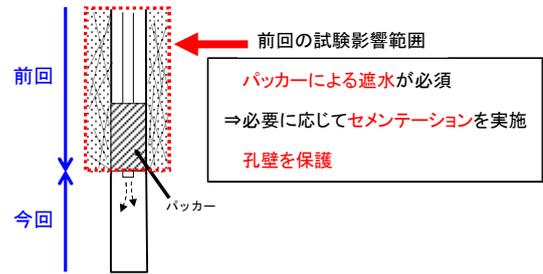


図-3 ルジオン試験のパッカー遮水時の工夫

## (2) 上下流方向の高透水性部の連続性確認

水路トンネルは、貯水池からダムサイトの横を通って下流に向かうルートであり、上下流方向に高透水性部が連続すると既存施設にも影響を及ぼすおそれがあるため、慎重に評価する必要がある。

## (3) 断面図の整合性の確認

数年をかけて段階的に調査を実施し、計画ルートの変更も経て作成時期の異なる地質断面図・岩級区分図・ルジオンマップが存在するため、これら断面図間の整合が取れていないと、高透水性部の連続性評価に影響する。

## 4. 問題分析

上記から、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

当該水路トンネル付近の既往調査における高透水性部は、地質境界や開口割れ目等に起因するものが多い傾向にある。よって、高透水性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<sup>2)</sup>。

## (2) 上下流方向の高透水性部の連続性確認

既往調査と地表踏査により岩盤の熱水変質部が認められることから、分布範囲の精度を上げて透水性の確認を行う必要がある。

## (3) 断面図の整合性の確認

段階的な調査で適宜断面図の作成・修正を行ってきたため、縦断面図と横断面図の間で不整合が生じやすい。そのため、視覚的かつ簡易に確認できる方法によって、不整合を見つけることが必要である。

## 5. 調査計画

問題分析から、下記の方針で調査計画することとした。

## (1) 高透水性部の要因分析

高ルジオン値を示した区間は、簡易な孔壁画像解析で開口幅や破碎部の確認のみを先行して行った。その上で、高透水領域を絞り込む短縮ルジオン試験を実施した。

## (2) 熱水変質部の性状確認ボーリングの実施

実施調査計画で位置を提案し、ボーリングによる性状・透水性の確認を行った。

(3) パネルダイアグラムによるチェック

これまでの断面図をすべて修正した上で、パネルダイアグラムを作成し、各断面図の交点をチェックした。

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11~16mの高透水部(ルジオン値61.4)は、コア観察および孔壁展開画像解析の結果、深度12.5~12.8mに破碎部が集中し、主たる高透水要因と考えられた。

調査孔①の11-16mのコア写真

調査孔①の11-16mの孔壁展開画像

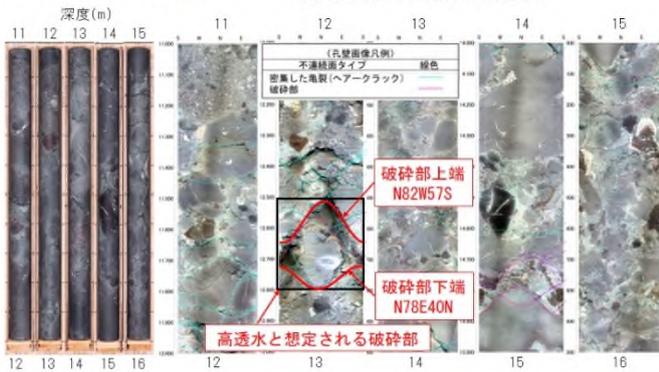


図-4 ボーリングコアと孔壁展開画像の対比

そこで、破碎部を避けて、区間深度14~16mで短縮ルジオン試験を実施した。その結果、低いルジオン値0.49を示し、破碎部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むことができた。

(2) 上下流方向の高透水部の連続性確認

調査孔①とともに実施した斜め調査孔①'で深部に $2 \leq Lu < 5$ の低透水部は確認していたが、浅部の高透水部の下流方向への連続性については未確認であった。そこで次年度に調査孔③を追加実施し、浅部から低透水部となっていることを確認した。これにより上下流方向に高透水部が連続していないことが確認できた。

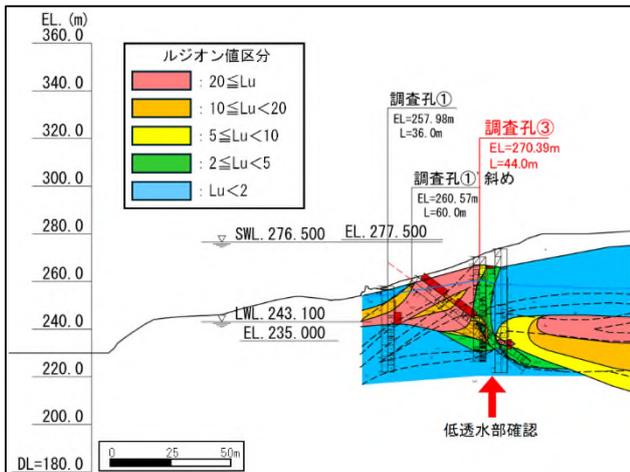


図-5 起点部縦断ルジオンマップ

(3) 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(水路トンネル縦断方向)と断面②(水路トンネル横断方向)交点の事例を示す(図-6)。

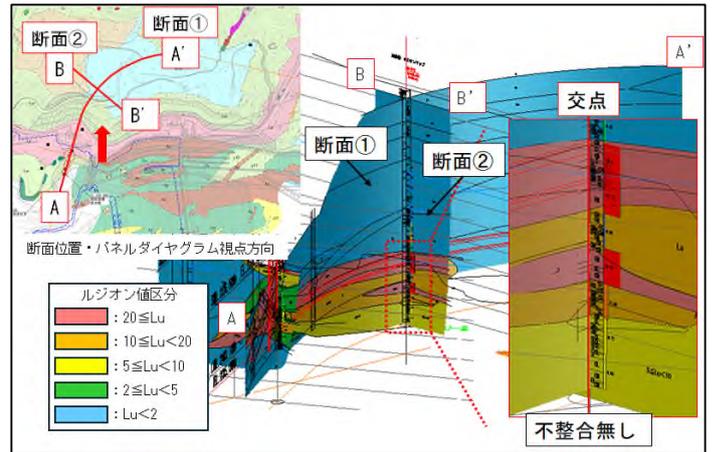


図-6 パネルダイアグラムによるチェックの例

地質断面図・岩級区分図・ルジオンマップのそれぞれでパネルダイアグラムを作成し、不整合箇所をチェック、適宜修正を行った。

以上の結果、高透水部の分布範囲を絞り込むとともに、水路トンネル縦断方向および横断方向の透水性状の分布を視覚的に表現することが出来た。

7. まとめ

本事例では、既往調査で明らかとなった水路トンネル掘削区間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。
- ② 既往調査と地表踏査により、ポイントとなる熱水変質部の分布範囲を絞って効率的なボーリング配置を行い、低透水部が介在することを確認できた。
- ③ 各種断面図をパネルダイアグラムで詳細に確認し、成果品に不整合箇所が残らないような工夫を行った。今後の地質調査業務においても、本手法を継続的に適用することで、図面の精度向上および品質の確保が期待される。

今後も業務の問題点を適切に抽出・分析し、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) 社団法人地盤工学会：地盤工学・実務シリーズ 山岳トンネル工法の調査・設計から施工まで，p. 31~33，2007. 7.
- 2) 一般財団法人ダム技術センター：ダム基礎における立体的岩盤透水性分布の把握手法，p. 105~120，2013. 5.