

大口徑集排水工法の施工を見据えた地下水賦存層の検討例

応用地質株式会社 ○木下 英樹, 田中 康博, 堂井 百花
国土交通省 北陸地方整備局 金沢河川国道事務所 本田 正和, 野村 治宏

1. はじめに

石川県白山市の牛首川上流柳谷の上流部に位置する甚之助谷では、溪流の荒廃対策として砂防堰堤が設置されている。基幹堰堤には完成直後から地すべり変動による変状が認められる等、地すべり活動が活発な地域であり、対策事業が進められている。甚之助谷は豪雪地帯であり、調査・施工が可能な期間は約半年程度と非常に短いことから、特段の施工効率が求められる地域でもある。

地すべり対策工としては、近年、大口徑集排水ボーリング工が積極的に採用されており、施工のための事前調査として、計画位置での水平方向の調査ボーリングが進められている。大口徑ボーリングの効率的な施工には、地下水賦存層の分布の事前把握が有効である。ただし、検討に有効な地下水検層やコアサンプリング時の送排水圧モニタリングシステムは活用実績が少ない。

当該地では、脆弱な地盤に豊富な地下水が相まって、ボーリング掘進時に保孔用のケーシング挿入が必要となる。本稿では、大口徑集排水ボーリング工に資する調査として水平ボーリングを実施し、ケーシング多段挿入時の孔口湧水量を、ケーシング、およびボーリング孔の内外で区別して測定することで、地下水の賦存範囲を区分し、賦存層の分布を明らかにした事例を報告する。

2. 調査地概要

(1) 調査地

調査地は、甚之助谷右岸下流ブロックの末端部に位置する。本調査では、全長100mの水平ボーリングを実施した。既往断面から孔口湧水が予想されること、加えて当ボーリング孔が水抜き孔として活用できることから、3°程度上方へ掘進を行った。

(2) 構成地質

地盤は、中生界手取層群の堆積岩類および未固結堆積物から構成され、基盤をなす手取層群は40°程度の流れ盤構造を有する^{※1)}。本調査孔では、深度25.00~26.00mに、破碎度区分^{※2)}Cr2~Cr4、岩級区分D級に該当する破碎した砂岩頁岩互層が分布しており、すべり面の1つと考えられる。

(3) 突発湧水

本調査孔では27m掘進後、約60L/分の突発湧水が発生した。

3. 地下水賦存層の分布検討

地下水賦存層の分布を区分する上で、以下の①~④の情報を参考にした。

- ①掘進進捗（掘進長・ケーシング深度）
- ②ケーシング、およびボーリング孔の内外で区別して測定した孔口湧水量
- ③送水量および漏水量
- ④降水量（アメダス「白山白峰」の日降水量^{※3)}）

(1) 検討フロー

検討フローを図-1に示す。最初に試錐情報を時系列上で整理し、湧水量、漏水量・送水量をグラフ化することで、ケーシングプログラムと湧水量、漏水量及び送水量の対応を時系列で把握できる（図-3）。

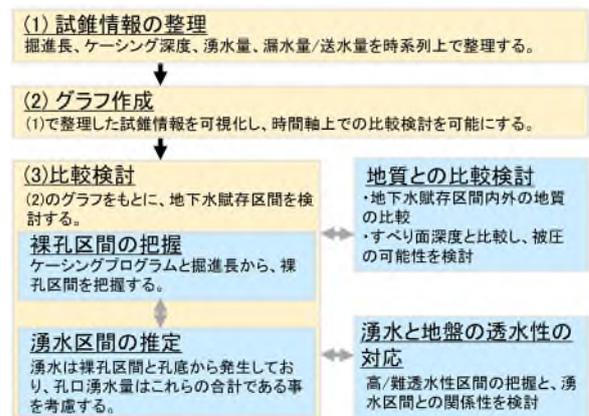


図-1 地下水賦存層検討フロー

孔口湧水量は、図-2の様なモデルで捉えることで地下水賦存層分布の検討材料となる。例えば、賦存層が2層ある場合、孔口湧水は両層に由来する。湧水量をケーシング、およびボーリング孔の内外で測定すれば、それぞれの湧水がどちらに由来するか、区分が可能となる。具体的には、孔底深度に地下水が分布する場合ボーリング孔および全ケーシングにその水が通ずるのに加え、短尺ケーシングが捉える浅層地下水が孔口に到達する。

特に本調査孔のように地すべりを抜くボーリングにおいて、すべり面等の遮水層で地下水が被圧している場合には、遮水層掘進時に湧水量が急増する可能性が高い。

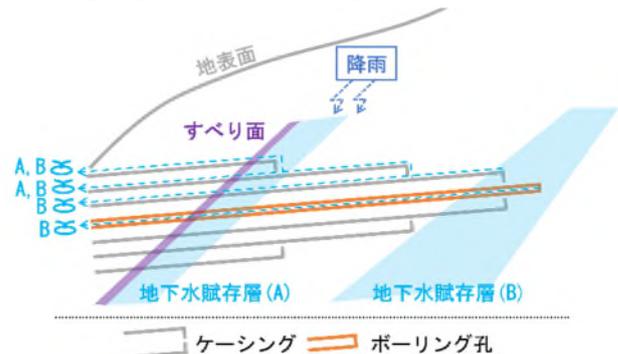


図-2 ケーシングプログラム、地下水賦存層及び孔口湧水量の関係を示す概念図

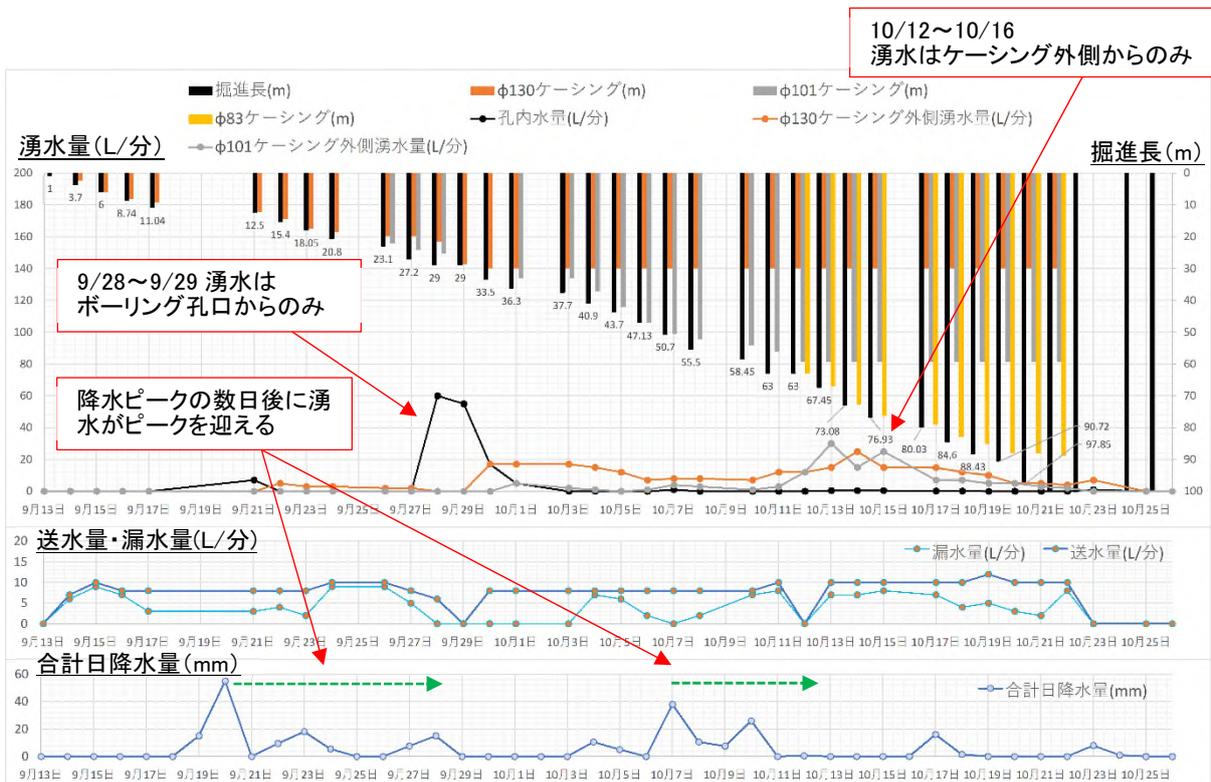


図-3 試錐情報整理結果(横軸:日付)

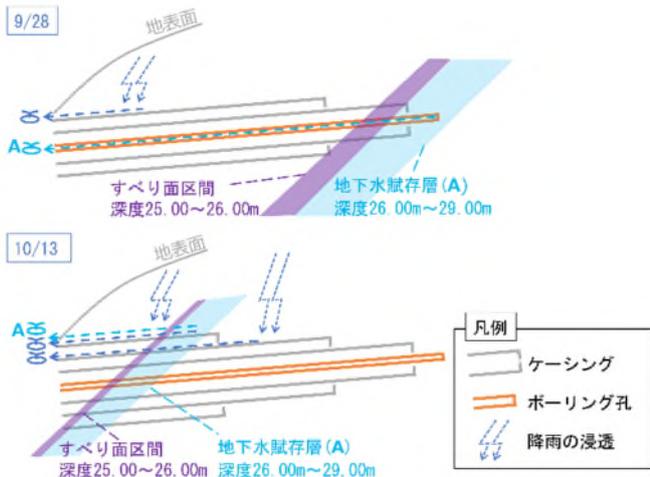


図-4 地下水賦存層検討結果

(2) 地下水賦存層検討

図-3のように試錐時の経過を整理すると、孔口湧水量が9/28~9/29 (掘進29.00m: 期間①と呼称) と10/12~10/16(掘進63.00~76.93m: 期間②と呼称)の期間にピークを迎えることが分かる。また、①②の4~9日前に、調査地周辺のアメダス^{※3)}が合計日降水量の極大値を観測している。

しかし、期間①の湧水はボーリング孔から湧出する一方、②はボーリング孔口からは湧出しない。深度25.00~26.00mの地質区間は遮水層とみられることを踏まえると、図-4の通り、以下のように結論できる。

・期間①湧水は、ボーリング孔がすべり面区間(深度25.00~26.00m)を抜いて、被圧地下水を捉えたものである。ケーシングは、29mに到達した9/30以降に地下水を捉えた一方、ボーリング孔口の湧水は激減した

ことから、被圧地下水の分布は深度26.00~29.00mと考えられる。

・期間②はボーリング孔口から湧水がないため、湧水ピークは、上述の賦存層、及び数日間の降雨を反映した自由地下水をケーシングが捉えたものとみられる。

5. まとめ

地下水理条件の把握技術は、鉛直孔でのボーリングを前提に技術が発展してきた。水平ボーリングは、地下水位が計測できないデメリットがある一方、被圧地下水の把握や湧水量の定量的な把握にメリットがある^{※4)}。

本報告は、甚之助谷の限られた作業期間の中で、ケーシングプログラムを経時的に把握できるよう丁寧に試錐日報を記載し、試錐日報解析をケーシングプログラムや気象条件と併せて行うことで、地すべり対策工の計画・施工に資する地下水理条件の把握を可能としたものである。

《引用・参考文献》

- 1) 紺野義夫(2001):北陸地質研究所,p.194. 石川県地質誌・補遺
- 2) 脇坂安彦・上妻睦男・綿谷博之・豊口佳之(2012):「地すべり移動体を特徴づける破碎岩一四万十帯の地すべりを例として」, Vol.52, No.6, pp.231~247.
- 3) 気象庁アメダス:観測地点「白山白峰」(最終閲覧日2023.5.24), <https://www.jma.go.jp/jma/index.html>.
- 4) 地盤調査の方法と解説(2013):公益社団法人地盤工学会,pp.478-479.