

Ⅲ-112

フローメーター検層による割れ目系岩盤の水みち構造の解明

(財)電力中央研究所 正会員 宮川 公雄

(財)電力中央研究所 正会員 田中 靖治

(財)電力中央研究所 田中 和広

1. はじめに

岩盤の水利特性や水利モデルを構築する上で、水みち構造の把握が重要な課題となる。フローメーター検層はボーリング孔内に分布する水みちを、水の湧出点または逸水点として直接同定できる手法である。これまで実施されてい透水試験などに比べて、水みちの深度が決定できるとともに、計測が簡易で、破碎帯や割れ目の著しく多い箇所など、パッカーが使用できない箇所においても計測ができる利点がある。本研究ではフローメーター検層を割れ目系岩盤に適用し、水みち構造となっている割れ目を明らかとするとともに、その透水性について検討した。

2. 試験箇所の概要

フローメーター検層を適用した試験サイトは、海岸と山斜面に挟まれた幅約50m、標高7mの平坦部に位置している(図-1)。サイトの地質は領家花崗岩に属する片麻状花崗岩、閃緑岩質捕獲岩からなる。岩盤の状況は地表より20mまでは風化の影響を受けた C_M 級岩盤であり、これより深部は概ね C_H 級である。岩盤中には深部での断層運動の結果生じた固結破碎帯と、類似した構造方向を有する系統的割れ目帯が発達している。サイトとその周辺には10本のボーリングが掘削されており、平坦部ではB-2孔を中心として10m離れた箇所にB-7, 8, 9, 10孔の4本、30m離れた箇所にはB-1, 3, 4, 5孔の4本がそれぞれ掘削されている。これらのボーリング孔は60~100mまで掘削されている。これらの孔における単孔式透水試験では $1 \times 10^{-7} \sim 1 \times 10^{-4}$ cm/secオーダの透水係数が得られた。

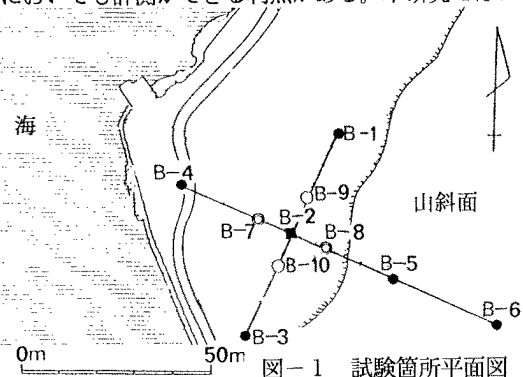


図-1 試験箇所平面図

3. 検層方法

検層に用いたフローメーターは孔内の上昇流または下降流をゾンデに取り付けられたプロペラの回転数によって計測することを基本原理としており、この計測原理からスピナー検層とも呼ばれる(図-2)。フローメーター検層はB-2, 7, 9, 10孔において実施した。検層は自然状態、揚水状態、注水状態の3通り異なる水利環境下で行われた。揚水状態では深度10mにポンプを設置し、流速の計測は揚水量と水位が一定となった段階で実施した。揚水量は毎分5~11リッターの範囲を目安に行い、B-7, 9, 10孔では異なる揚水量で2回実施した。また注水状態では常に水位が孔口に位置するように、孔内への注水しながら計測を実施した。計測はプロペラ位置で深度をセットした後、孔

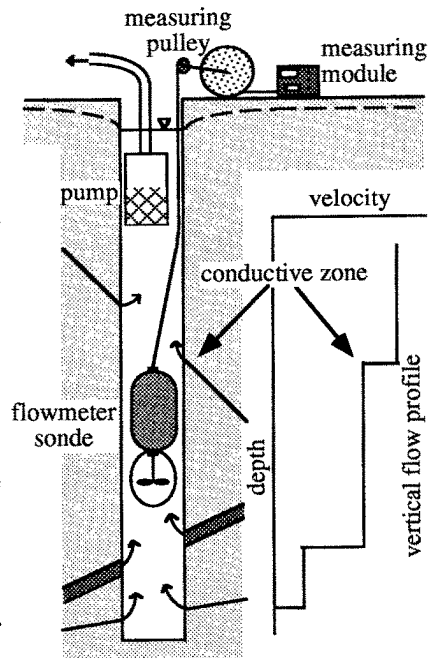


図-2 フローメーター検層概念図

内装置を孔底まで降ろし、順次1m引き上げることに30秒間停止してその位置のプロペラの回転数をカウントした。前の計測箇所との流速差が認められた箇所では0.5m毎に計測した。測定したプロペラの回転数は計測箇所前後の回転数の差から流速を換算し、流速差が明らかな場合は、水みちとして記録した。

4. 検層結果

各孔とも自然状態では流速差は認められなかった。一方揚水試験では各孔で流速差が認められる箇所が、複数あった。図-3に示したB-9孔の計測結果では、揚水量が異なる2回の計測(A:11.5 L/min B:7.7 L/min)とも34.5~35.0m, 49.0~50.0m, 59.0~60.0mで流速差が認められた。また注水状態では34.5~35.0m, 49.0~50.0mで流速差が得られた。他の孔も含めた結果では、揚水状態で流速差が認められた同じ箇所であっても、注水状態では流速差が得られない箇所も存在した。これは試験前の地下水位が地表から1.0~1.5mの程度であり、注水状態では揚水状態の $\frac{1}{3} \sim \frac{1}{5}$ の動水勾配が得られなかったためと推測される。

5. 結果の考察

検層結果とコア調査およびボアホールTV調査との比較では、流速差が認められた箇所では割れ目が認められることから、これらの割れ目が水みち構造となっていると考えられる（図-4）。同じ割れ目の箇所でも、別途実施した単孔式透水試験では、いずれも $1.3 \sim 3.6 \times 10^{-4}$ cm/secオーダーの透水係数が得られている。周辺岩盤全体の平均が 6.6×10^{-6} cm/secであることから、周囲に比べてかなり大きい透水係数を有する水みちが同定されたことが分かった。また検層から得られた流速と孔の有効半径、水頭変化量から透水係数を換算した場合、 $1.1 \sim 5.3 \times 10^{-4}$ cm/secの値が得られ、大きな透水係数を有する水みちの場合は、フローメータによってある程度透水係数が換算できることが明らかとなった。

6. まとめ

割れ目系岩盤においてフローメータ検層を適用し、水みちの同定に非常に有効であることを示した。今後、今後は計測精度の向上を図るとともに、大深度での適用を行っていく予定である。

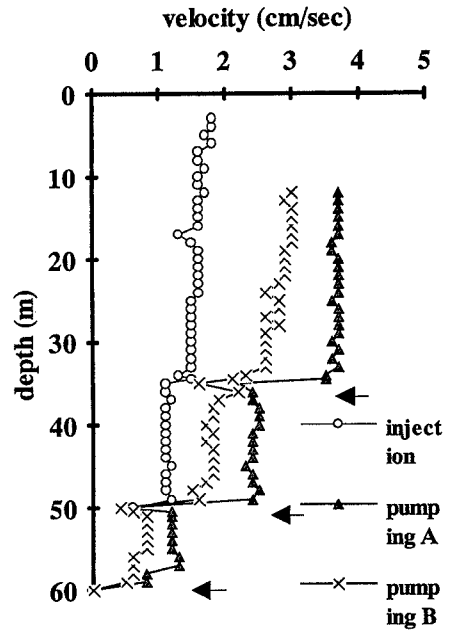


図-3 B-9孔の鉛直流速プロファイル

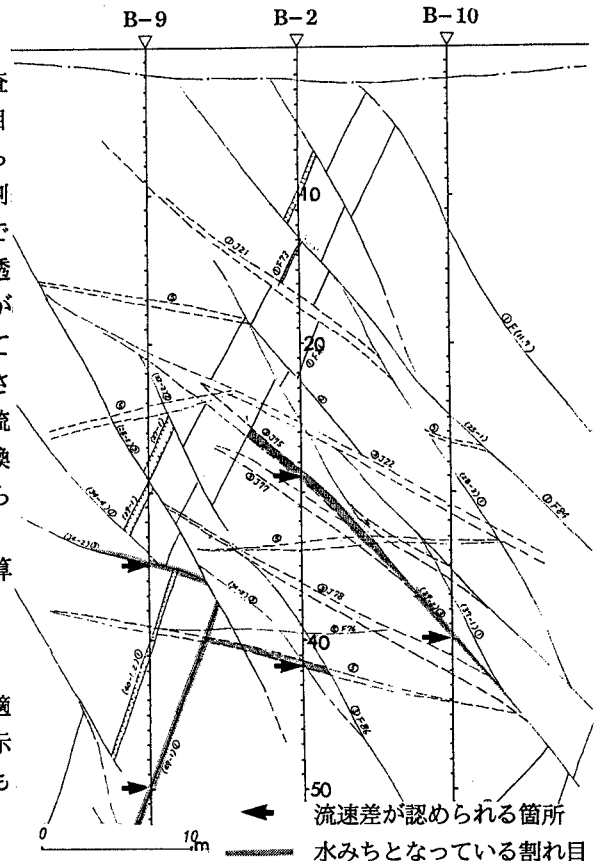


図-4 水みちと割れ目構造モデル