

間隙水圧変動を利用した鉛直方向の水理特性の把握方法の提案

Estimation of vertical hydraulic conductivity from pore pressure response to barometric pressure fluctuation

細谷 真一[1], 徳永 朋祥[2]

Shinichi Hosoya[1], Tomochika Tokunaga[2]

[1] (株)ダイヤコンサルタント, [2] 東大・工・地球システム工

[1] DIA CONSULTANTS, [2] Dept. Geosystem Eng., Univ. Tokyo

地下水の流動方向を把握する一つの方法として、間隙水圧を三次元的に測定する方法がある。これを合理的に行うために、単一のボーリング孔において多深度の間隙水圧が測定できる装置が開発され、すでに多くの時系列データが蓄積されている。ただし、地下水流動を定量的に評価するためには、間隙水圧分布だけではなく、透水係数などの水理特性が必要である。透水係数は、堆積構造、亀裂構造に起因するような異方性を有していることが一般的である。このとき、水平方向の透水係数は鉛直のボーリング孔を用いて比較的容易に測定することができるが、鉛直方向の透水係数を測定するためには、孔間透水試験などの特殊な技術が必要とされる。本研究は、地下水流動を定量的に評価するためには必要でありながら、測定が難しい鉛直方向の透水係数を、間隙水圧の時系列データから推定する方法を提案するものである。

間隙水圧は気圧の変化に伴って変動することが多くの時系列データから認められており、この現象は、地下水流動と岩盤の変形の連成問題として定式化することができる。間隙水圧を測定する深度が十分に深い場合には、気圧変化に対して弾性的な変形のみによって間隙水圧は変化する。これに対して、地表に近い深度で間隙水圧を測定した場合には、弾性的な変形に加えて、地表面との間に地下水の流動が生じるため、気圧応答は深部よりも減衰する。したがって、複数の深度で間隙水圧の気圧応答を測定すれば、その応答の違いから鉛直方向の透水係数を推定することができる。また、複数の深度の間隙水圧を用いることによって、気圧変動が不飽和領域で減衰する影響を除去することも可能となる。具体的には、複数の深度で得られた間隙水圧と気圧の時系列データを周波数領域に変換し、気圧変動に対応する周波数成分の応答比を無次元化深度との関係で図化し、カーブフィッティングによって鉛直方向の透水係数を求める。

比較的均質と考えられる凝灰岩中に掘削した深度 120m の鉛直孔において、5つの区間を設けて測定された間隙水圧の時系列データに対して本手法を適用した。この結果、対象とした領域をマクロに均質と捉えた場合の鉛直方向の透水係数と比貯留係数を推定ことができ、これらの値は周辺で実施されている透水試験結果などと調和的であり、本手法が有効であることが確認できた。

本手法は、気圧変動という自然の信号を受動的に測定することによって、通常的手法では測定が難しい鉛直方向の透水係数や貯留係数を推定できる手法であり、適用性が高いと考えられる。また、間隙水圧分布と合わせることによって、単一のボーリング孔において鉛直方向の地下水流動を把握する方法としても着目できる。