

水の物性変化を考慮した動水半径モデルによる花崗岩の透水係数の推定

Prediction of hydraulic conductivity of granite by using a developed hydraulic radius model

林 為人[1], 廣野 哲朗[2], 高橋 学[3]

Weiren Lin[1], Tetsuro Hirono[2], Manabu Takahashi[3]

[1] 産総研深部センター, [2] 東工大・理工, [3] 産総研

[1] Research Center for Deep Geological Environments, AIST, [2] Interactive Research Center for Sci., TIT, [3] GSJ

地盤材料の透水係数が主に水みちとなる岩石あるいは土質中に存在する空隙の特性によって決定されるため、空隙の量およびそれらの寸法分布の情報を用いて透水係数を概略的に推定する等価管路モデルは提案されてきた。一方、粘性流体の性質は流体の流れ易さの指標である透水係数に影響を及ぼすことがいうまでもないが、従来の等価管路モデルでは、一定の温度、圧力条件下においては粘性係数を一定値として扱っている。しかし、最近の研究では、100nmより狭い空間に存在する水の分子構造が変化し、それに伴う水のバルクの粘性係数は大きくなることわかってきた。そこで、廣野ほか(2002)はこの束縛空間における水の粘性係数の変化を考慮した新しい等価管路モデルを提案した。この新しいモデルは6種類の砂岩に適用された結果、砂岩中の比較的大きい寸法(マイクロメートルオーダー以上)の空隙は実質的に透水係数を支配するため、ナノポアの寄与はほとんど反映されておらず、すなわち、この新しい等価管路モデルと従来のモデルとによる透水係数の推定値には差異がほとんど認められない結果となった。他方、新鮮な花崗岩中の空隙のほとんどは、その寸法が1 μ m未満のものであるため、ナノメートルの空隙寸法範囲における水の粘性係数の変化を考慮する必要があると考えられる。したがって、本文では廣野ほか(2002)の新しい等価管路モデルを稲田花崗岩に適用して、トランジェントパルス法による透水係数の実測値および従来の等価管路モデルによる推定値(林・高橋, 1999)との比較検討を行った。

検討対象の岩石試料は稲田花崗岩のインタクト状態および100と200の高温履歴を有する3供試体である。この3供試体の透水係数実測値はそれぞれ 8.10×10^{-10} , 1.00×10^{-9} , 2.62×10^{-9} cm/sである。また、林・高橋(1999)は、水銀圧入式ポロシメーターを用いてこの3供試体の有効間隙率や空隙の寸法分布を測定した。さらに、4種類の従来の等価管路モデルに基づいてポロシメーターの測定値から透水係数の推定を行った結果、4モデルのうち、動水半径モデルによる推定結果は実測値に最も近いことが分かった。そこで、本研究では同じポロシメーターの測定結果を用いて、1 μ m未満の空隙中の水について粘性係数の変化を考慮した新しい動水半径モデルにより透水係数の推定を行った。その結果、新モデルによる推定値と実測値との比はインタクト, 100, 200供試体ではそれぞれ, 1.42, 1.46, 1.00となり、大変良く一致する結果となった。一方、従来の動水半径モデルによる推定値と実測値との比はそれぞれ, 1.97, 2.01, 1.35であった。よって、この検討の結果から、空隙の大きさに基づいて水の粘性係数の変化を考慮した新しい等価管路モデルでは透水係数の推定精度を向上させることができると同時に、ナノポアを多く含め岩石の透水性を検討する場合には流体の粘性変化を考慮する必要があることが示唆された。

引用文献

廣野哲朗・林為人・中嶋 悟・高橋 学(2002): 束縛空間における水の物性変化を考慮した等価管路モデルの開発, 地球惑星科学関連学会2002年合同大会, J066, 発表予定.

林為人・高橋 学(1999): 高温履歴を有する稲田花崗岩の透水係数と等価管路モデルに基づく評価, 応用地質, Vol.40, pp.25-35.