

風化基岩の凍結融解時における熱移動と水分移動の解析
 Concurrent Analysis of Heat and Water Transfer
 in Weathered Bedrock during Freeze and Thaw Processes

○泉山寛明・堤大三・藤田正治

○Hiroaki IZUMIYAMA, Daizo TSUTSUMI, Masaharu FUJITA

It is important to elucidate the breakdown of weathered bedrock due to freeze and thaw processes because this phenomenon often occurs in Japan and the produced sediments closely relate to sediment disaster. First of all, we must calculate concurrently heat and water transfer during freeze and thaw processes. The purpose of this study is to develop the simulation model and to clear up a unique tendency of heat and water transfer during freeze and thaw from some numerical experiments. As a result, it is obtained that heat and water transfer influence each other such that a change of water or ice content produces a change of specific heat and thermal conductivity.

1. はじめに

凍結融解による風化基岩の破壊をモデル化することは、土砂災害の軽減と防止に関する提言をするために重要である。

そこで、凍結融解の発生の有無を知るために温度分布が、破壊の規模に関わる水分量を知るために水分分布が時々刻々求められなければならない。凍結融解時の温度分布、水分分布の推定に関する研究はそれぞれ堤ら¹⁾、泉山ら²⁾によって独立に行われており、本研究ではこれらを組み合わせることで両者を同時に解析できるようにした。

2. 計算方法

計算は熱伝導方程式および Richards 式に水の凍結を考慮した項を加えた2式を用い、鉛直1次元、有限要素法により行った。計算領域として高さ 0.2 m の岩のカラムを考え、また境界条件として、最下端に水温 5°C の地下水面が常にあるとし、地表面の温度 T [°C] の変化を時間 t [min] の関数として

$$T = 5 \sin\{\pi(t + 180)/360\}$$

で与えた。また $t = 0$ [min] で地中温度は 5°C で一定とし、不飽和で平衡状態を初期条件として計算を行った。基岩は風化花崗岩と仮定した。

3. 結果と考察

図-1 は 2. の計算条件において水分移動を考慮した場合としない場合における温度分布の時系列変化である。図-1 を見ると、計算開始から 180 分までは水分移動のあるなしに関わらず両者は同じ変化を示すが、180 分以降に地中温が 0°C 以下に

なってくると水分移動を考慮した方が地表面から地表面から 0.15m までにおいて地中温度の低下速度が若干大きいことが分かる。

この計算条件では、水分移動を考慮した場合の方が、含水率および氷の含有率が小さくなり、その結果として比熱が小さくなって温度変化が大きくなったことが原因と考えられる。

凍結融解による基岩の破壊の程度を知るためには凍結融解回数や凍結深度の精度良い推定が必要となってくるため、水分移動と熱伝導を同時に解析することは重要である。

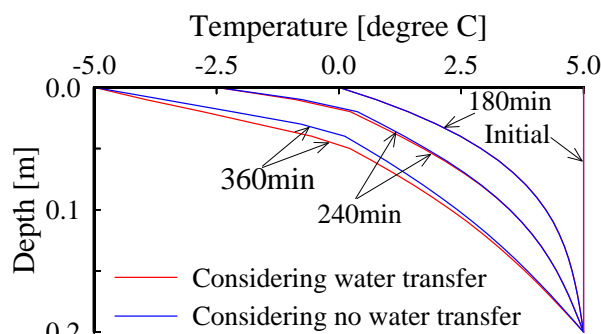


図-1 水分移動を考慮した場合と考慮しない場合における地中温度の変化の違い

参考文献

- 1) 堤ら: 気温上昇による土砂生産に対する凍結融解の影響変化予測, 水工学論文集 第 53 卷, 2009.
- 2) 泉山ら: 多孔質媒体凍結時の間隙水移動のモデル化とそれによる霜柱発生条件の検討, 水工学論文集 第 54 卷, 2010.