

岩盤層の亀裂の分布に着目した降雨流出過程に関する実験的研究

信州大学大学院 ○安藤麦, 堤大三, 福山泰治郎

1. はじめに

斜面が基盤層を含んで崩壊する深層崩壊現象には、岩盤を介した降雨流出過程がかかわっていると考えられている(奥西・中川, 1977). 恩田ら(1999)は、風化岩盤の分布の違いによって降雨流出波形が異なることを示唆している. そこで本研究では、岩盤に見立てたレンガを用いて風化層の分布を深さ方向に変化させた山地斜面の模型を作成し、模型上部から人工降雨装置で降雨を与え、模型の下流端からの流出量を計測する実験を行った(図-1). その結果から、亀裂の量や分布の違いが降雨流出波形に及ぼす影響について検討を行った.

2. 実験方法

まず、レンガを立て4等分に割り、破片の間に2mmの亀裂を設定したものを風化層として扱い、風化層の分布を深さ方向に変化させた模型を4種類作成した(図-2). 模型表面に土層に見立てた不織布の袋に入れた川砂を置いた. この模型に人工降雨装置を用いて15分間、一定の降雨強度で降雨を与えたあと、15分の無降雨時間を設け、模型の下流端から流出する水の重量を電子天秤を用いて1分間隔で計測し、流出量を求めた. 傾斜を 5° として各ケース2回ずつ実験を行い、降雨流出波形を比較した.

3. 結果

流出量 Q [mm/h]を降雨強度で除した流出率 r [-]を求め、風化層の分布の違いによる流出率変化を比較した(図-3a). 風化層が浅いほどすぐに $r = 1$ に達し、風化層が深いほど $r = 1$ になるまでに時間がかかった. 降雨を停止してからの流出率変化を比較すると、風化層が浅いほどすぐに流出が停止し、風化層が深いほど降雨停止後も長い間流出が続いた.

次に模型内の貯留量について検討する. 貯留量 S [mm]は以下の式から算出される.

$$S = P - Q$$

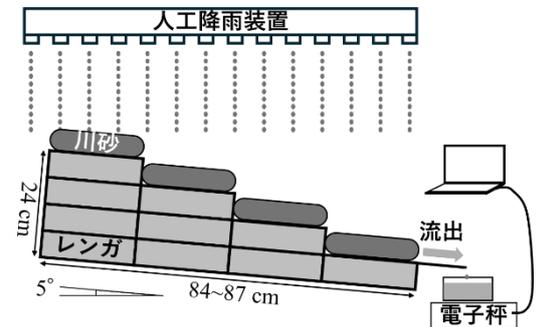


図-1 実験装置の概略図

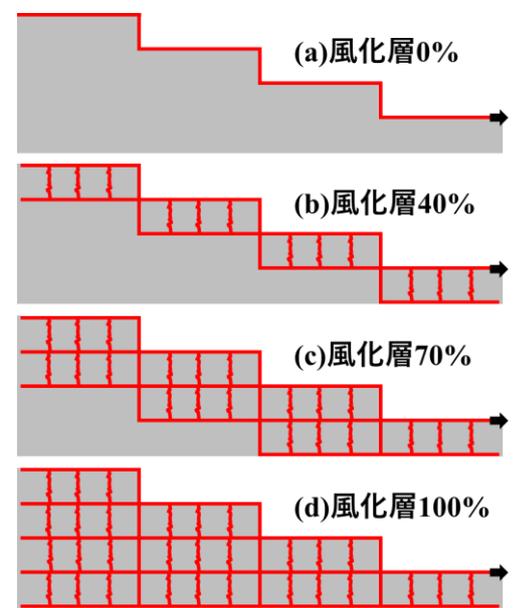
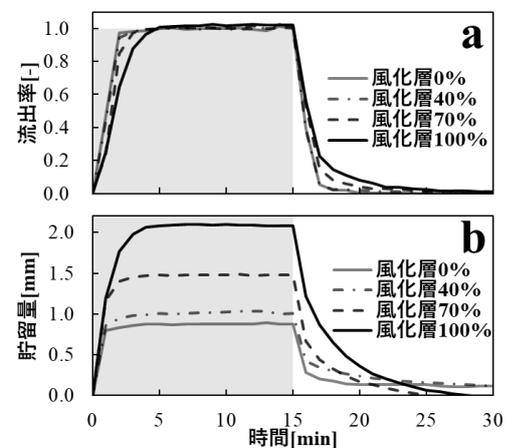


図-2 実験ケース毎の亀裂分布の比較

図-3 傾斜 5° における
a: 流出率, b: 貯留量の経時変化

ここで、 P [mm]は累積降雨量、 Q [mm]は累積流出量である。なお、全ての実験ケースで流出率が $r=1$ で安定していた5分から15分までの流出量の平均値を降雨量として貯留量を算出した。また、降雨を停止した時点での貯留量を最大貯留量とした。風化層の分布の違いによる貯留量変化の比較を図-3bに示す。最大貯留量は風化層が浅いほど小さくなり、風化層が深いほど大きくなっている。

4. 考察

実験において流出や貯留に関与する亀裂は流出地点の標高より上の亀裂であるため、その体積を風化層割合毎に V_w [cm³] (図-5)として求めて横軸にとり、体積貯留量の最大値 S_m [cm³]を縦軸にとり図-4aに示す。亀裂体積が大きくなるにつれて最大貯留量が大きくなっていることがわかる。次に亀裂内部の貯留量のみを算出するため、各風化層の堆積貯留量の最大値から風化層0%の値を差し引いた値を亀裂の体積貯留量の最大値 S_m' [cm³]として求め、図-4bに示す。亀裂の最大貯留量が亀裂体積の2乗に比例する関係がみられる。さらに S_m' を V_w で除し図-4cに示す。 V_w と S_m'/V_w の間に、正の比例関係がみられる。これは風化層が深いほど模型内部に雨水が多く溜まるということである。風化層0%や40%では亀裂に浸透した雨水はすぐに傾斜がある不透水層に達し素早く流出するのに比べ、風化層70%や100%では亀裂に浸透した雨水は流出地点の深さまで到達する必要があるため、流出に時間がかかり、貯留量も増えたと考えられる(図-5)。

これらの結果は、実際の山体斜面において風化岩盤層が厚いほど貯留量が大きくなり、無降雨期間の基底流出が安定することを示唆している。

5. おわりに

亀裂体積が大きくなるほど貯留量が大きくなり、亀裂体積に占める最大貯留体積の割合も大きくなることがわかった。本実験ではこの結果が風化層の深さと亀裂の量のどちらによる効果であるか区別できなかったため、今後検討していく必要がある。

<引用文献> 恩田裕一・小松陽介・辻村真貴・藤原淳一(1999)：降雨流出ピークの遅れ時間の違いからみた崩壊発生時刻予知の可能性，砂防学会誌，51-5，pp. 48-52.

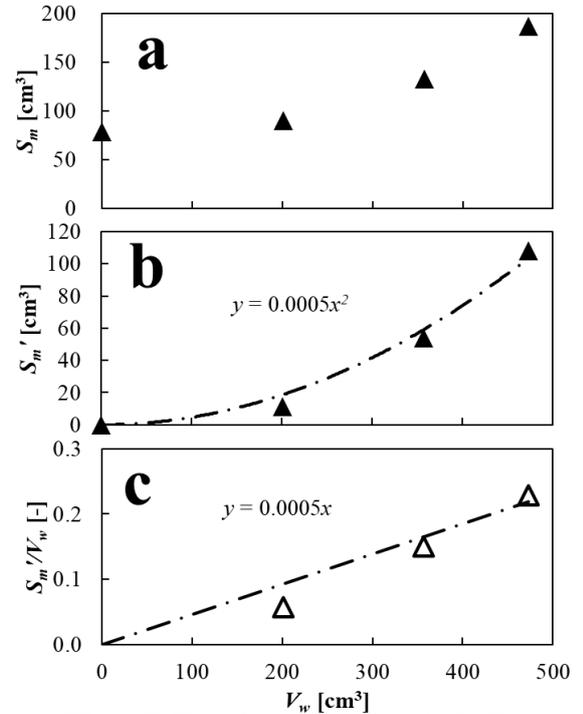


図-4 亀裂体積と a：最大貯留量，
b：亀裂内の貯留量，
c：亀裂体積に占める貯留量の割合

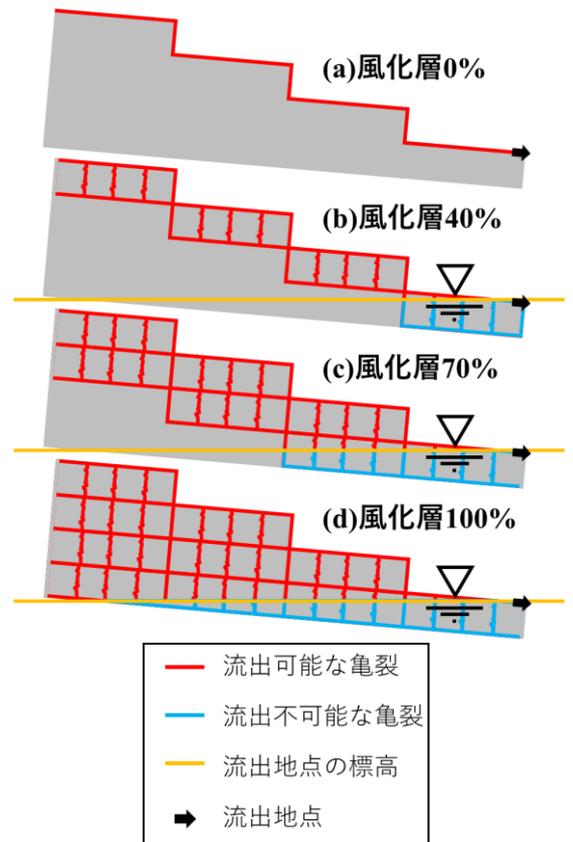


図-5 流出・貯留に関与する亀裂の模式図