

岩盤層の亀裂の分布と幅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関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て、山地斜面の模型を作成し、亀裂幅も変化させた. 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と、模型内の地下水位を計測する実験を行った(図-1). その結果から、亀裂の幅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

レンガを縦4等分に割り、亀裂の間とレンガ同士の隙間に一定の直径のビーズを挟んで亀裂幅を1mm, 2mm, 6mmの3種類としたものを風化層とし、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. 模型には4か所水位計を設置し、カメラで撮影することで水位の変動を計測した. 水位計は模型にドリルで深さ2.8cmの穴をあけ、シリコンチューブを差し込み作成した. 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、亀裂の幅の違いによる流出率変化を比較した. 風化層100%の結果を図-3aに示す. 亀裂幅が狭いほどすぐに $r=1$ に達し、亀裂幅が広いほど $r=1$ 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

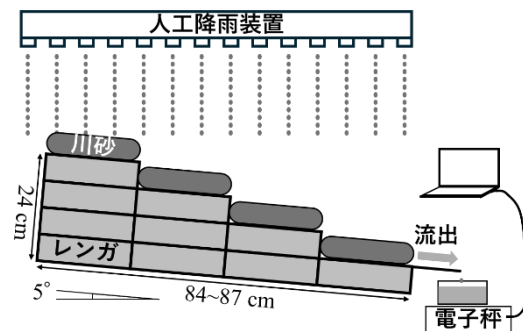


図-1 実験装置の概略図

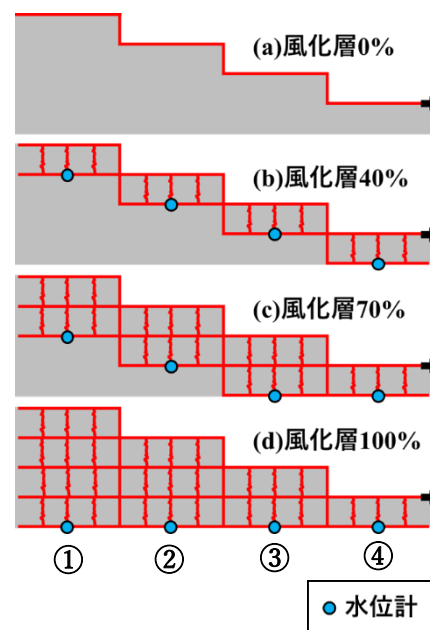


図-2 実験ケース毎の亀裂分布の比較

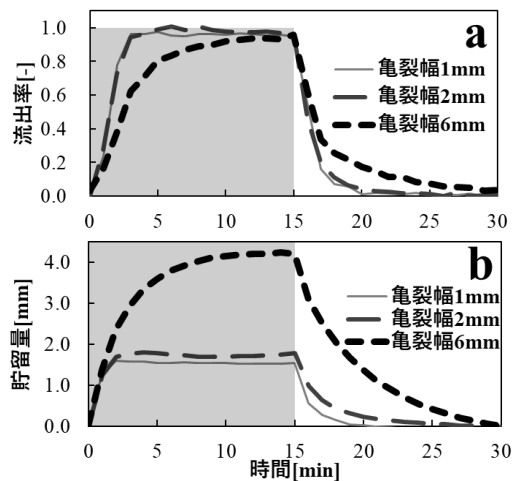


図-3 風化層100%における a: 流出率, b: 貯留量の経時変化

ると、亀裂幅が狭いほどすぐに流出が停止し、亀裂幅が広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。

$$S = \Sigma P - \Sigma Q$$

ここで、 ΣP [mm] は累積降雨量、 ΣQ [mm] は累積流出量である。なお、亀裂幅 1 mm, 2 mm では、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。亀裂幅 6 mm では降雨中、流出率が増加し続けたため、総流出量と総降雨量が一致することから、総流出量を 15 分で割った値を降雨量として貯留量を算出した。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。最大貯留量は亀裂幅が狭いほど小さくなり、亀裂幅が広いほど大きくなっている。

風化層 100%, 亀裂幅 1 mm, 2 mm, 6 mm において、模型内地下水位を比較した (図-4)。亀裂幅 1 mm は、降雨開始後すばやく地下水位が増加し、降雨終了後は比較的すぐに地下水位が低下した (図-4a)。それに比べ、亀裂幅 2 mm は降雨開始後緩やかに地下水位が増加し、降雨終了後は緩やかに減少した (図-4b)。降雨中は亀裂幅 1 mm は 2 mm に比べ、高い地下水位となった。亀裂幅 1 mm と 2 mm が降雨中一定の水位をとるのに比べ、亀裂幅 6 mm は降雨中も水位が上がり続ける山形の波形となった。亀裂幅 6 mm における流出波形と貯留量の大きさは、地下水位の変化と亀裂体積の大きさに依存している。図-5 に亀裂幅 1 mm, 風化層 70% と 40% における模型内地下水位を示す。70% では水位計①, ②の、40% では水位計①~③の水位が計測されておらず、風化層が薄くなるにしたがって、貯留される雨水が少なくなっていることがわかる。

4. おわりに

風化層の分布、亀裂幅を変化させて、降雨流出応答を比較した。模型内地下水位を同時に計測することで、模型内にどのように雨水が貯留されているかを比較できた。今後は、模型スケールでの数値シミュレーションを行い、現地スケールとの比較を行う必要がある。

<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.

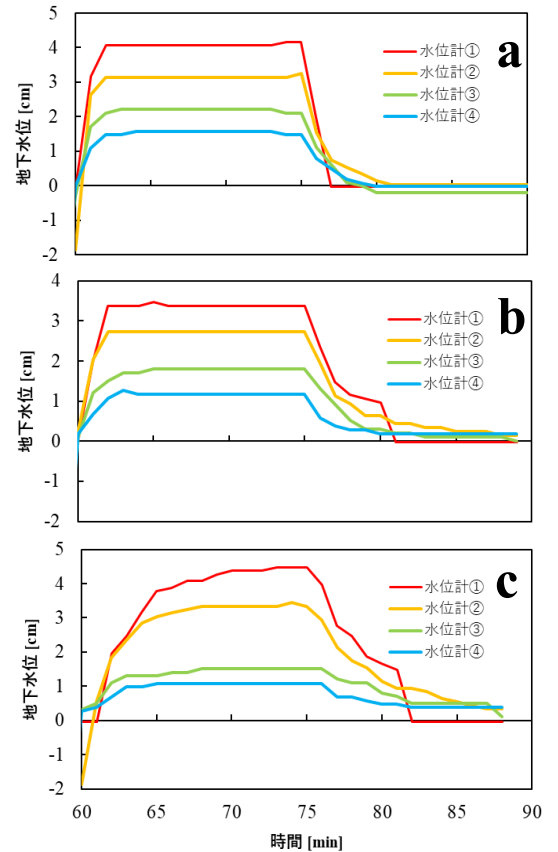


図-4 風化層 100%の模型内地下水位
a : 亀裂幅 1 mm, b : 亀裂幅 2 mm,
c : 亀裂幅 6 mm

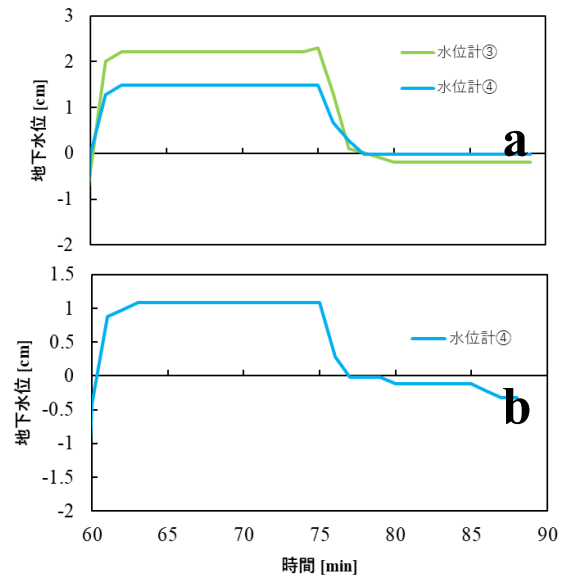


図-5 亀裂幅 1 mm における
模型内地下水位
a : 風化層 70%
b : 風化層 40%