

第Ⅲ部門

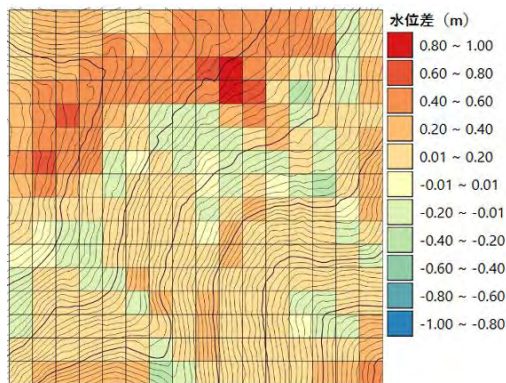
表層崩壊発生危険度評価手法の精度向上化～浸透能・基岩浸透導入の検討～

神戸市立工業高等専門学校専攻科 都市工学専攻 学生員 ○奥田 陵太
 (株) シアテック 正会員 大西 剛史
 神戸市立工業高等専門学校 都市工学科 正会員 野並 賢, 鳥居 宣之

1. はじめに

表層崩壊発生危険度評価手法として、地下水位算定モデルと斜面安定解析モデルを組み合わせた沖村・市川モデル¹⁾があるが、このモデルは解析時間の短縮のために鉛直浸透過程を考慮していない。一方、鳥居・大西²⁾は $H/D-S_r$ 関係を用いて降雨の浸透過程を簡易的に表現した地下水位算定モデルを提案した。しかし、このモデルは実斜面への適用性が不明な点が課題として挙げられている。そこで、著者³⁾は鳥居・大西モデルの実斜面への適用性を検討した。その結果、鳥居・大西モデルの地下水位算定結果は3次元飽和不飽和浸透流解析の結果と類似していることがわかったが、尾根部において鳥居・大西モデルの方が40cm以上高い地下水位を示した(図-1³⁾参照)。これは、鳥居・大西モデルが「降雨は全て不飽和領域に浸透する」という仮定をしていることが影響していると考えられる。

以上の背景より、本研究の目的は、鳥居・大西モデルの浸透に関する計算を改良することである。これにより、鳥居・大西モデルで算定した地下水位の挙動が実現象に近づき、鳥居・大西モデルによる地下水位算定結果を用いた表層崩壊発生危険度評価の精度も向上すると考えられる。



※水位差=鳥居・大西モデルの水位-3DFEMの水位

図-1 降雨ピーク時の水位差の平面分布³⁾

2. 研究手法

実際の斜面では、浸透能以上の降雨は浸透せず、鳥居・大西モデルは過剰に降雨を浸透させている可能性がある。また、現状、表土層下端の基岩面を不透水境界面として設定しているが、実際の斜面では、基岩面にも地下水は浸透している。

本研究は、近藤⁴⁾と佐山ら⁵⁾の研究を参考に浸透能と基岩浸透計算を鳥居・大西モデルに導入する(図-2, 式(1), 式(2)参照)。

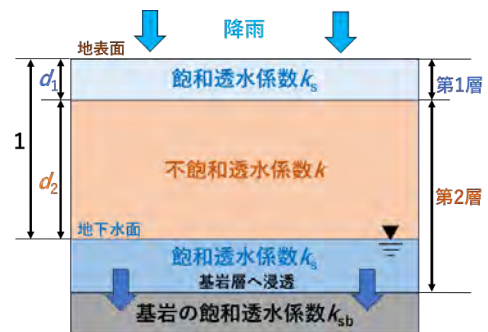


図-2 透水係数の与え方の概念図

$$K = (k_s \times d_1) + (k \times d_2) \quad (1)$$

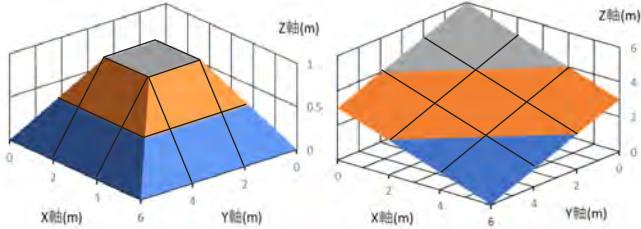
$$r_{sb} = \begin{cases} k_{sb} & (h_w > 0) \\ 0 & (h_w = 0) \end{cases} \quad (2)$$

ここに、 K : 浸透能(m/s), d_1, d_2 : 第1層と水位を除く第2層の厚さの比, r_{sb} : 基岩浸透量(m/s), h_w : 地下水位(m)

3. 浸透能と基岩浸透の導入検討

モデル斜面を対象に鳥居・大西モデルの改良前後で地下水位を、図-3の3×3メッシュの中央セルで比較した。用いた物性値等は表-1に示す。降雨波形は10, 20, 30mm/hrをそれぞれ15時間与えた3パターンである。基岩の飽和透水係数 k_{sb} として、花崗岩地域の実斜面から採取した試料より得られた 1.0×10^{-5} m/sの実験値を用いた。その結果を図-4に示す。

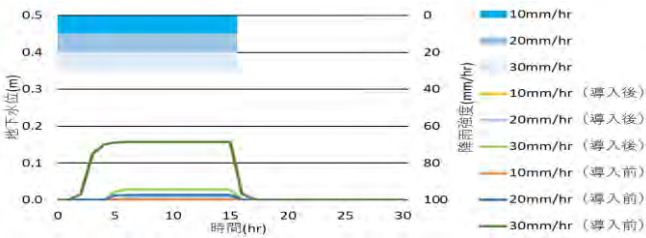
結果として、尾根型において、降雨強度 30mm の際に水位が浸透計算の改良により 0.1m 以上低減されることがわかった。一方、谷壁型で 30mm/hr を 15 時間与えても水位が 0.1m 未満であり崩壊予測において「見逃し」が増加する可能性も考えられる。



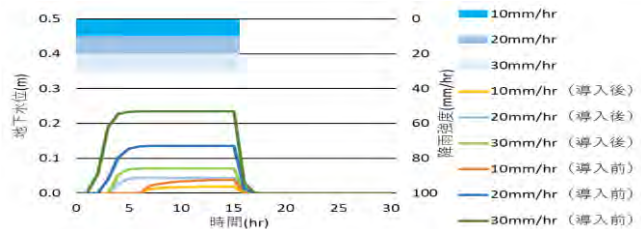
(a) 尾根型地形 (25 度) (b) 谷壁型地形 (35 度)
図-3 モデル斜面

表-1 用いた物性値等

表土層の飽和透水係数 (m/s)	1.58x10 ⁻⁴	
表土層深(m)	1.0	
透水係数の低下を表すパラメータ	10	
基岩の飽和透水係数 (m/s)	1.0x10 ⁻⁵	1.0x10 ⁻⁶
蒸発散量 (mm/day)	3.0	
第1層と第2層の比率 (d ₁ : d ₂)	0.01 : 0.99	
初期飽和度 (%)	60	
メッシュ間隔 (m)	2.0	



(a) 尾根型地形

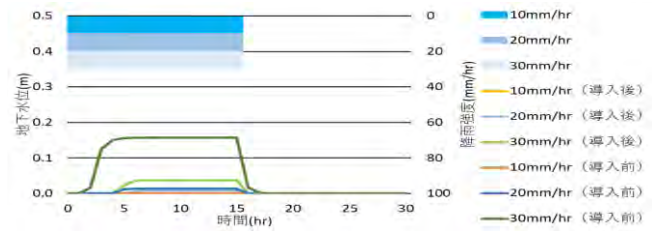


(b) 谷壁型地形

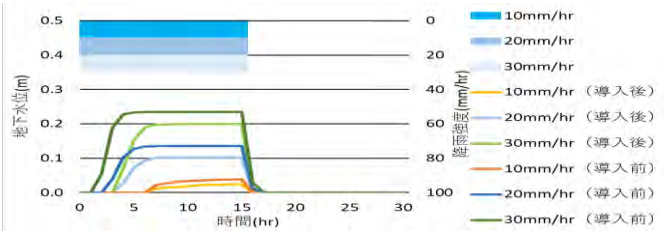
図-4 $k_{sb}=1.0 \times 10^{-5} \text{m/s}$ の場合の水位

また、試料の採取位置がすべり面付近であり、実際には基岩の飽和透水係数がより小さい可能性も考えられる。そこで、基岩の飽和透水係数を 1 オーダー下げた場合の結果を図-5 に示す。その結果、尾根

型では図-4(a)と大きく変化はないが、谷壁型では 30mm/hr の場合に図-4(b)より 0.1m 上昇し、谷壁部の「見逃し」は比較的に低減できると考えられる。



(a) 尾根型地形



(b) 谷壁型地形

図-5 $k_{sb}=1.0 \times 10^{-6} \text{m/s}$ の場合の水位

4. 今後について

浸透に影響する d_1 や基岩の飽和透水係数の値を今後検討する必要がある。また、改良された鳥居・大西モデルを用いて実斜面を対象に崩壊予測を行い、改良前後でどの程度精度が向上したか比較する予定である。

5. 参考文献

- 1) 沖村孝, 市川龍平: 数値地形モデルを用いた表層崩壊危険度の予測法, 土木学会論文集, No.358/III-3, pp.69-75, 1985.
- 2) 鳥居宣之, 大西剛史: 斜面崩壊危険度評価のための表土層内の降雨浸透過程を簡略化した地下水水位算定モデル, 土木学会論文集 C(地圏工学), Vol.67, No.4, pp.441-452, 2011.
- 3) 奥田陵太: 降雨を起因とする表層崩壊発生危険度評価手法の精度向上化, 神戸市立工業高等専門学校 専攻科 都市工学専攻 特別研究論文 (中間報告), pp.1-20, 2024.
- 4) 近藤純正: 降雨による表層土壌中の含水率の時間変化, 水文・水資源学会誌第 6 巻 4 号, 1993.
- 5) 佐山敬洋, 小杉賢一朗, 岩見洋一: 山体地下水の流動を表現する分布型降雨流出モデルの開発, 土木学会論文集 B1 (水工学), Vol.71, 4, 2015.