

側方流を考慮した斜面崩壊の発生

岐阜大学 ○ 学生員 山崎 澄人
 正 員 田中祐一郎
 学生員 後藤 功次

1. はじめに

近年、我が国では都市域への人口集中に伴い、住宅地の丘陵地への接近が進行し、降雨に起因する斜面崩壊による災害の危険性が增大している。こうした災害から少なくとも人命だけは護ろうとの考えにより崩壊発生機構の解明と、それに基づく実用的な予測、避難システムの確立が要望されている。このような社会的要望に応えるため、降雨による斜面崩壊の発生機構とその発生時期の予知をしようとするものである。

2. 斜面崩壊発生条件

昨年までの研究の結果により斜面崩壊の形態には、全層崩壊と階段状崩壊の二種類の形態の存在が明らかにされており、それぞれの崩壊形態において単純な斜面モデルでの斜面崩壊条件式が提案された¹⁾。階段状崩壊とは、斜面先端付近における表面流による掃流力が斜面を構成する砂のもつ限界掃流力より大きいときに発生する。つまり、先端からの土砂流出によって、後背部の土圧を支えられずに小崩壊が次々と時間の経過とともに斜面上方へと遡及していく現象である。一方、全層崩壊²⁾は斜面先端部において砂の流出はみられず、地下水が基面上に填水していくことにより、斜面上の土は不安定となり、大規模な崩壊が一時に発生する現象である。全層崩壊の発生起因である地下水に着目して斜面を二次元単純モデルと仮定し、発生条件をクーロンの式、つまり、基面に作用するせん断応力 τ が、土の粘着応力 C と基面に作用する有効応力 σ' によるせん断抵抗力を越える場合とすると発生条件式は次のようになる。

$$\{H_1 \gamma_{sat} + (D - H_1) \gamma_1\} \sin \theta \geq C' + \{H_1 \gamma_{sub} + (D - H_1) \gamma_1\} \cos \theta \tan \phi \quad (1)$$

H_1 ; 地下水深、 θ ; 斜面勾配、 ϕ ; 土の内部摩擦角、 γ_1 ; 地下水面上の土の湿潤単位体積重量、 γ_{sat} ; 地下水面以下の飽和単位体積重量、 γ_{sub} ; 地下水面以下の土の水中単位体積重量、 D ; 土層厚 c' ; 植生を考慮した粘着力、

上式は降雨により形成された地下水位が斜面の上の土質諸量の条件のみによって決定されるその斜面の限界水位を越えたときに斜面崩壊が発生することを意味している。しかし、実際の斜面では写真1に示すように斜面崩壊は、V字型斜面で最初に発生する場合が多い。そこで、本研究は、これまでの単純斜面モデルを、単純V字型斜面モデルに拡張し、そのモデルでの地下水の形成を考案し、さらにこれを斜面崩壊条件式へと発展させようとするものである。



写真1

3. 側方流を考慮した地下水

ここで扱うV字型斜面モデルを単純化するため、以下のような仮定を設定した。

- ・斜面の勾配、崩壊土層の厚さは一定とする。
- ・崩壊土層の土質は均一とする。
- ・降雨は斜面に対して一様であるものとする。
- ・土中水の流れはダルシーの法則に従うものとする。

これらの仮定によりV字型斜面を図1の様にモデル化する。そこでこのモデルにおいて飽和側方流³⁾という考えを用い、地下水の集水を取り扱う。飽和側方流は、雨は不飽和状態で不透水面まで浸透し、不透水面上に形成された飽和土層より流出するとし、その流出水は

運動方程式ダルシーの法則を満足させる。さらにこのV字型モデル斜面において、図2の様に座標系を与え連続する単位斜面の流出量、流入量に関しては飽和側方流によって与え、単位斜面中心の水深を次式のような差分式を利用することにより求める。

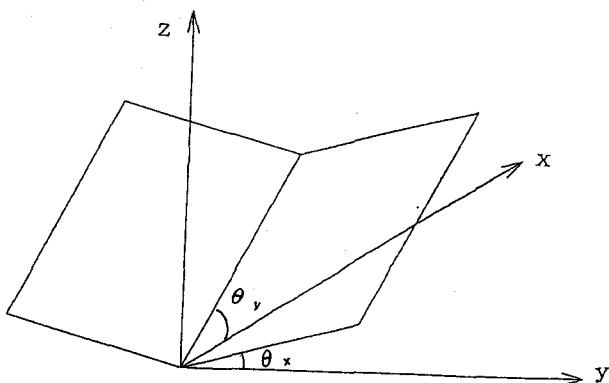


図1

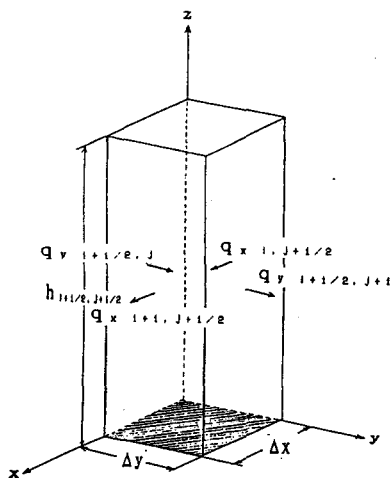


図2

x方向の運動方程式

$$q_x^{i+1/2, j+1/2} = \lambda \frac{h^{i+1/2, j+1/2} - h^{i-1/2, j+1/2}}{\Delta x} k_x I_x \dots (2)$$

y方向の運動方程式

$$q_y^{i+1/2, j+1/2} = \lambda \frac{h^{i+1/2, j+1/2} - h^{i+1/2, j-1/2}}{\Delta y} k_y I_y \dots (3)$$

連続式

$$\lambda \frac{h^{i+1/2, j+1/2} - h^{i-1/2, j+1/2}}{2\Delta t} + \frac{q_x^{i+1/2, j+1/2} - q_x^{i-1/2, j+1/2}}{\Delta x} + \frac{q_y^{i+1/2, j+1/2} - q_y^{i+1/2, j-1/2}}{\Delta y} = r \dots (4)$$

以上により求めた地下水面形をクーロンの崩壊条件式に組み込み、これをV字形斜面における全層崩壊発生条件式に発展させる。なお、結果とその考察については講演時に発表する。

4. 参考文献

- 1) 田中 祐一朗; Prediction of occurrence on hillside landslide by rainfall, Proc. the Soviet-China-Japan symposium, pp126-133, (1991)
- 2) 倉知 信実; 降雨による全層崩壊の発生機構, 岐阜大学卒業論文, (1990)
- 3) 平松 晋也 他; 雨水の浸透・流下過程を考慮した表層崩壊発生予測手法に関する研究, 新砂防 Vol.43 No.1, pp5-15, (1990)