

V字型地形での崩壊発生条件

岐阜大学 学生員 ○山本 一博
 岐阜大学 学生員 後藤 功次
 岐阜大学 正 員 田中祐一朗

1. 研究目的

わが国では、毎年のごとく気象災害が発生し、それによる被害は甚大である。これは、わが国の地形、地質、気象及び社会環境が、自然災害を誘起しやすい条件を備えたものであることを物語っている。地形的にみると、国土の大半は急峻な山地からなっており、種々雑多な地質的特性を含んでいる。また狭い国土に膨大な人口と資産が集中している社会環境の特性は、必然的に災害が発生しやすい区域まで人と財貨の集積を余儀なくしている。さらにこのような災害の素因に加えて、わが国特有の気象特性、例えば集中豪雨、台風などの自然現象が誘因となって災害の発生を一層促進させている。これらの気象災害の中で特に被害が著しいものとして集中豪雨時の斜面崩壊による災害があげられる。

そこで、本研究は、斜面崩壊発生要因である地下水の水面形を明らかにすることにより、斜面崩壊発生の予知技術の確立に役立てようとするものである。

2. V字型斜面の地下水水面形

斜面崩壊の発生要因は、地下水に大きく起因している。つまり、降雨によって鉛直下方に浸透する水量が、斜面下方へ流出する総流量が大きいとき、地下水が基面上に湛水していくので、斜面上の土は不安定となり、大規模な崩壊がいちどきに発生するという現象のためである。つまり、崩壊の発生条件として、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条件式となり、これはクーロンの式¹⁾としてよく知られている。

しかし、斜面崩壊の発生について調べてみると、写真1が示しているようなV字型の地形を成している斜面において、最初に崩壊が発生する場合は多いと考えられる。これは、V字型斜面では側方流が発生するために、単純平板型斜面と比較すると、斜面中央部分における地下水の形成が容易になるためであり、本研究では、このV字型地形について考えることにする。

ここで扱うV字型斜面モデルを図-1のようにすると共に、以下のような仮定を用いることにする。



写真 1

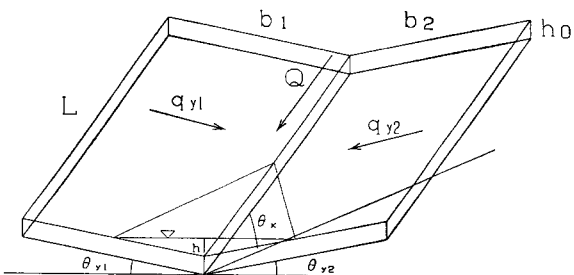


図-1

・斜面勾配 θ_x 、 θ_{y1} 、 θ_{y2} 、崩壊土層の厚さは一定とする。

・崩壊土層の土質は均一なものとする。

・降雨は斜面に対して一様なものとする。

・土中水の流れはダルシー則に従うものとする。

これらの仮定のもとにおけるモデルについて側方流という考えを用い、地下水の集水を取り扱うことにする。

雨水の浸透による地下水流は平面斜面の場合、上流端付近を除いて基面に平行な地下水深 $h_0 = r t$ を生ずることが既に知られている¹⁾。したがって、V字型斜面において側方からの流入を考える場合 h_0 だけ底上げされた水路への横流入を考えれば、図-1のような地下水面形が求まるものと考えられる。これを変断面水路に横流入がある場合の水面形方程式

$$\frac{dh}{dx} = \frac{\sin \theta_x - \frac{n^2 Q^2}{R^{4/3} A^2} + \frac{\alpha Q^2}{g A^3} \frac{\partial A}{\partial B} \frac{dB}{dx} + \frac{\beta Q q}{g A^2}}{\cos \theta_x - \frac{\beta Q^2}{g A^3} \frac{\partial A}{\partial h}} \quad (1)$$

h : 水深、 x : 下流方向を正とする距離、 n : 粗度係数、 Q : 横流入による主水路流量

q : 単位幅当たりの横流入量、 A : 流積、 R : 径深、 β : エネルギー補正係数、 g : 重力加速度

w : 横流入の流速、 α : 横流入の入射角度

を用いて求める。

横流入量は基面に対して θ_{y1} 、 θ_{y2} を成す斜面からの側方流の和で表されることから

$$q = q_{y1} + q_{y2} = k (I_{y1} + I_{y2}) h_0 \quad (2)$$

k : 透水係数、 I_{y1} 、 I_{y2} : y 方向における動水勾配

と表される。これによって、横流入による主水路流量は

$$Q = k I_x h_0 (b_1 + b_2) + q x \quad (3)$$

と表される。また、斜面中央部分における地下水深を h とすると地下水面の断面積 A 、径深 R 及び水面幅 B はそれぞれ次のように表される。

$$A = \frac{(h - h_0)^2}{2} \left(\frac{1}{I_{y1}} + \frac{1}{I_{y2}} \right) + 2 (b_1 + b_2) h_0 \quad (4)$$

$$R = \frac{A}{b_1 + b_2} = \frac{(h - h_0)^2}{2 (b_1 + b_2)} \left(\frac{1}{I_{y1}} + \frac{1}{I_{y2}} \right) + 2 h_0 \quad (5)$$

$$B = b_1 + b_2 - (h - h_0) \left(\frac{(I_{y1}^2 + 1)^{1/2} (I_{y2}^2 + 1)^{1/2}}{I_{y1} I_{y2}} + \frac{I_{y1} + I_{y2}}{I_{y1} I_{y2}} \right) \quad (6)$$

以上の関係を横流入のある水面形方程式(1)に代入したものをルンゲ・クッタ法によって解析する。結果と考察は講演時に述べることにする。

3. 参考文献

- 1) 田中祐一郎；降雨による山腹地下水の形成と斜面崩壊(1990)