

降雨によるV字型斜面での斜面崩壊

岐阜大学工学部 学生員 岩崎 元希
 岐阜大学工学部 学生員 ○海田 真宏
 岐阜大学工学部 正 員 田中祐一朗

1. 研究目的

わが国は、国土の70パーセントが山地であり、中央部には2000～3000メートルの山地が日本の屋根を形成している。地質的には、わが国は火山国で、もろい火山噴出物で広く覆われている。そのうえ多くの断層が全国至るところに走っていて、地盤を弱いものにしている。この他にも、風化してもろくなった花こう岩のところも多く、山地は多量の土砂が移動しやすい状態になっている。このような地質条件に加え、地震、火山噴火、降雨、融雪などの誘発条件が重なって土砂災害が発生する。また、森林の乱開発などの社会環境が土砂災害を発生させやすくしている。土砂災害の誘発条件の中で最も多数を占めているのは降雨であり、その数は他を圧倒している。

そこで、本研究は、崩壊が最も早く発生すると思われるV字型地形の地下水の水面形を明らかにすることにより、斜面崩壊の予知技術の確立に役立てようとするものである。

2. V字型斜面の地下水面形

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が多いと考えられる。これは、V字型斜面では側方流が発生するために、単純平板斜面と比較すると、斜面中央部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字型斜面について考えることにする。



写真-1 V字型斜面崩壊の例

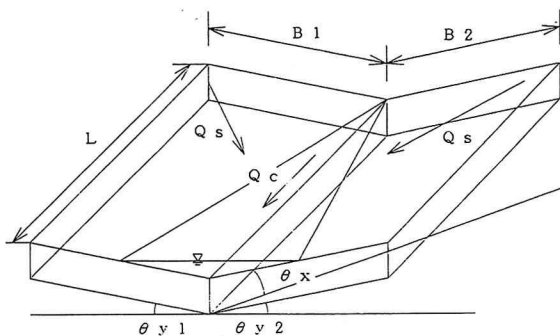


図-1 V字型斜面モデル

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。

- ①斜面勾配 θ_x 、 θ_{y1} 、 θ_{y2} 、崩壊土層の厚さは一定とする。
- ②崩壊土層の土質は均一とする。
- ③降雨は斜面に対して一様であるものとする。
- ④土中水の流れはダルシーの法則に従うものとする。

○側方流の地下水面形¹⁾ (時刻 i における地下水深 H_s)

$$H_s = a \sum_{k=1}^i \{b^{1-k} \cdot R_k\} \quad (1)$$

ここで、

$$a = \frac{L' \cos \alpha}{n (2 k t s \sin \alpha + L')} \quad (2)$$

$$b = \frac{L'}{2 k t s \sin \alpha + L'} \quad (3)$$

係数 a , b に含まれている $2 k t s \sin \alpha$ の値は、斜面長 L' に対して十分に小さいので、 a , b は、
 $a \approx \cos \alpha / n$ 、 $b \approx 1$ ここに、 n は有効空隙率である。

よって、

$$H_s = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^i R_k \quad (4)$$

○斜面中央部の地下水面形

斜面勾配 $\theta_{y1} = \theta_{y2} = \theta_y$ のとき、

側方流の流量を Q_s 、

斜面中央部の流量を Q_c とすると、

$$Q_s = k \tan \alpha A \quad (A = H_s \cdot X) \quad (5)$$

$$Q_c = 2 Q_s = k \tan \theta_x A'$$

$$\left(A' = \frac{1}{\tan \theta_y} (2 h H_s + h^2) \right) \quad (6)$$

(5)、(6)、 $h > 0$ より、

$$h = -H_s + \left\{ H_s^2 + \frac{2 H_s X \cdot \tan \alpha \cdot \tan \theta_y}{\tan \theta_x} \right\}^{1/2} \quad (7)$$

斜面中央部の地下水深 H_c は、

$$H_c = h + H_s = \left\{ H_s^2 + \frac{2 H_s X \cdot \tan \alpha \cdot \tan \theta_y}{\tan \theta_x} \right\}^{1/2} \quad (8)$$

となり、平板斜面に比べて、(8) 式の右辺第 2 項の分だけ大きく、崩壊が発生しやすいことになる。

3. 崩壊実験

図一1の片幅 $B_1 = B_2 = 90 \text{ cm}$ 、斜面長 $L = 372.4 \text{ cm}$ 、斜面勾配 $\theta_x = 30^\circ$ 、 $\theta_{y1} = \theta_{y2} = 20^\circ$ の実験斜面を作成し、基面から 5 cm 程度まで、不透水層としてベントナイトを積み上げ、その上に、比重 2.63 、平均粒径 0.9 mm の砂を 40 cm 程度の厚さで積み上げた。地下水の状態の把握には、テンシオメーターを用い、地下水深を計測する。このような実験斜面にスプリンクラーで人工降雨を与え、斜面崩壊の様子を観察する。

実験結果と考察については、講演時に述べることとする。

4. 参考文献

- 1) 林 喜久夫；降雨による斜面崩壊に関する研究、岐阜大学卒業論文、(1989)

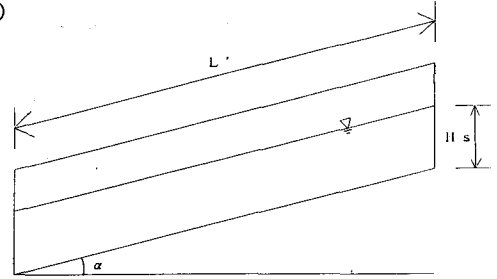


図-2 側方流の地下水斜面モデル

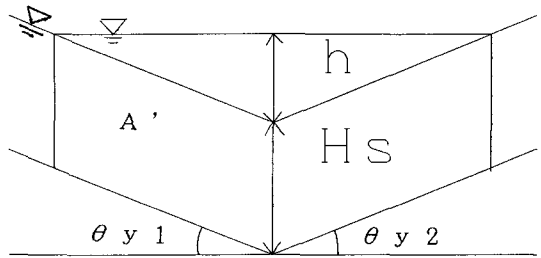


図-3 V字谷の地下水断面モデル