

水の集水性を考慮した自然斜面崩壊予測の一手法について

神戸大学大学院 学生員 ○藤井 郁也  
神戸大学工学部 " 稲森 宏育  
神戸大学工学部 正会員 沖村 孝

### 1. はじめに

自然斜面での表層崩壊予測を行なうに  
め、地形要因の1つである集水性を評価  
し地下水位を求めて斜面安定解析を行な  
った。ここで、斜面安定解析手法として  
多平面安定解析法を用い、有効応力解析  
を行なった。解析対象地域として花崗岩  
が風化したよき土により構成されている  
竹平NW地区をとりあげた。

### 2. 表層土の強度

斜面安定解析を行なうには、すべり面  
上での土の強度を求めなければならない。  
すべり面は深さ1.0m程度の比較的浅い表  
土層内で多発するため、そこより試料を採取した。そして、図1  
に示される試作単軸せん断試験器を用いて試験を行なった。そ  
の結果を図2に示した。これより、みかけの粘着力 $C'$ が0.42t/m<sup>2</sup>、  
内部摩擦角 $\phi'$ が41.5°の値と得た。

### 3. 集水モデル

集水性と考えるために斜面をメッシュに切り、各格子点間の  
地下水位と以下の手法で計算した。式(1)は連続の式、式(2)は  
Darcy 則による運動の式である。

$$Ne \cdot \frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial q_y}{\partial y} = r \quad (1)$$

$$q_x = k \cdot I_x \cdot h \quad (2)$$

$$q_y = k \cdot I_y \cdot h$$

ここに、 $h$ は地下水深、 $r$ は降雨強度、 $I$ は動水勾配、 $k$ は透  
水係数、 $Ne$ は有効間隙率である。メッシュの辺長が $\Delta x, \Delta y$ のとき、  
格子点での水深が時刻 $t$ のとき $h^t$ であり、時刻 $t+\Delta t$ のとき $h^{t+\Delta t}$ であるとすれば(1)式より次式  
を得る。

$$h^{t+\Delta t} = h^t + \Delta t \cdot \left( \frac{q_1 - q_3}{\Delta x} + \frac{q_2 - q_4}{\Delta y} + r \right)$$

ここに、 $q_i$ は図3に示される各方向への流量である。

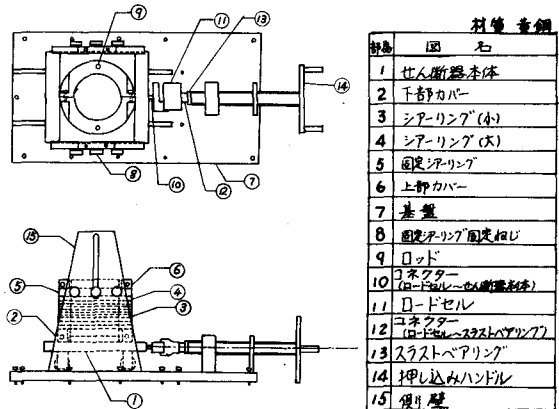


図1 単軸せん断試験器概要図

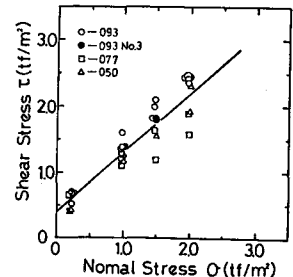


図2 せん断試験結果

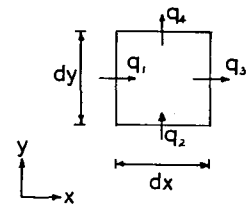


図3 流出方向

Ikuya FUJII, Hiroiku INAMORI, Takashi OKIMURA

表1 解析条件

|         |        |                                |
|---------|--------|--------------------------------|
| 間隙比     |        | 0.9                            |
| 有効間隙比   |        | 0.54                           |
| 乾燥密度    |        | 1.45 (g/cm <sup>3</sup> )      |
| 飽和度     | 地下水面以上 | 70 %                           |
|         | 地下水面以下 | 100 %                          |
| みかけの粘着力 |        | 0.42 t/m <sup>2</sup>          |
| 内部摩擦角   |        | 41.5°                          |
| 透水係数    |        | 4.64 × 10 <sup>-3</sup> cm/sec |

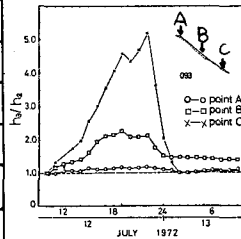


図4 各時刻の  $h_3/h_2$

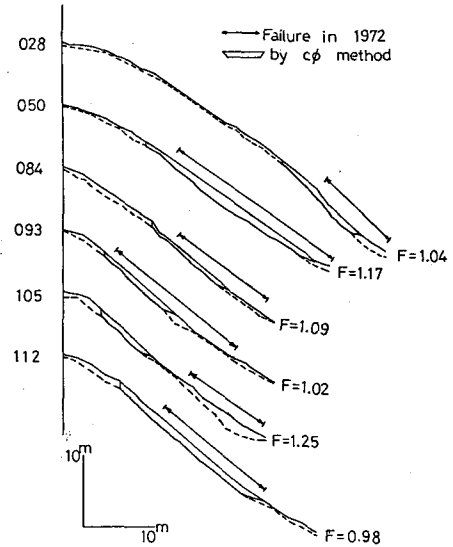


図5 危険すべり面の位置

4. 安定解析結果  
集水モデルによる地下水位、斜面安定解析の計算は表1に示した条件で行なった。平行斜面のように斜面傾斜方向の流れのみを考えて求めた地下水位  $h_2$  と地形形状に起因する集水性を考慮する次元の情報を用いて求めた地下水位  $h_3$  の比 ( $h_3/h_2$ ) を図4に示した。図4より Point A は側方からの流入の影響が少ないため、Point A での  $h_3/h_2$  は1.0に近く、 $h_2$  と  $h_3$  とがほぼ等しい地下水位となる。それに対して Point B, Point C では集水性の影響をうけるために  $h_3/h_2$  が1.0より大きくなっている。これより、斜面傾斜方向の地下水の流れを考えにだけでは集水性は考えられず、自然斜面における任意断面の地下水位は地形の3次元情報を用いて求めることが必要だとわかった。

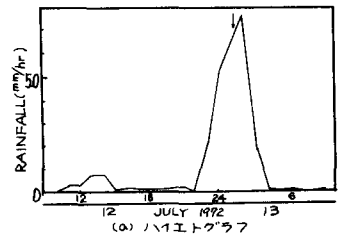
崩壊多発時刻(1972年7月13日午前1時30分)での危険すべり面の位置と実際に崩壊した位置を図5に示した。これより、危険すべり面の位置が実際に崩壊した位置にほぼ一致しており、崩壊位置の予測にこの手法が有効であることがわかった。

時間雨量および崩壊斜面・非崩壊斜面の各時刻での安全率を図6(a)(b)(c)に示した。これより、集中豪雨が始まった時点で崩壊・非崩壊斜面ともに安全率が急激に低下していることがわかる。また、崩壊多発時刻(図中の矢印)と各斜面で得られる安全率の最小値を示す時刻とがほぼ一致していることも明らかになった。

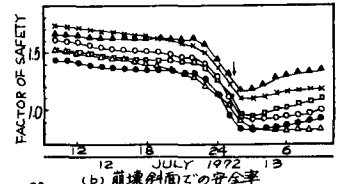
本研究は昭和58年度文部省科学研究費自然災害特別研究(2)(代表 沖村)の補助を受けたものである。ここに記して謝意を表します。

#### 参考文献

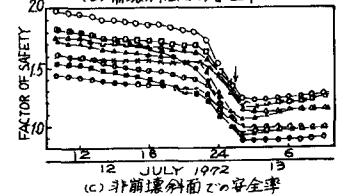
- 1) 沖村 孝: 山腹表層崩壊発生位置の予知に関する一研究, 土木学会論文報告集, 第331号, pp.113~120, 1983.



(a) 1時間雨量グラフ



(b) 崩壊斜面での安全率



(c) 非崩壊斜面での安全率

図6 安全率の変化