

地すべりとは、みくずれとともに釣合いの状態にある地塊が何らかの原因でその支えを弱めたり失ったりして除々にあるいは急激に移動する現象である。ここでいう地すべりとは、地下水の作用による移動現象を対象とする。田中茂氏は雨水の地中への浸透について二段階に分けて詳しく研究している。その第一段階は浸透開始とともに浸透前面が地中を下方に進行し、それが不透水層または相対的に水を通しにくい層の表面あるいは地下水面または毛管水層の上面に達しこの面まですべて均一な含水状態となるまでの浸透で、この点については不飽和帯の水分移動の問題として現在も解明されつつある。第二段階は不透水層表面等に自由水面が生成され、地下水流によって重力と水圧のもとに流下することになる。この地下水流が斜面表面上に露出したときに崩壊がよくおこるとされている。これについては福尾義昭氏の研究があるがまだ研究すべき多くの点が残されている。今回は基礎的研究として、二三日の実験による現象把握ならびに水理学的解析の基本的問題として、表面水の問題について述べる。実験は二次元浸透流実験装置(中40 cm)を用い、試料は岐阜県産川砂(真比重2.506, 粒径0.1~0.6 mm、湿潤状態の飽和角33°)である。試料の最大高さを種々に変化させて実験したが一例として試料の最大高さ58 cmの場合について図-1~図-3に記してある。△

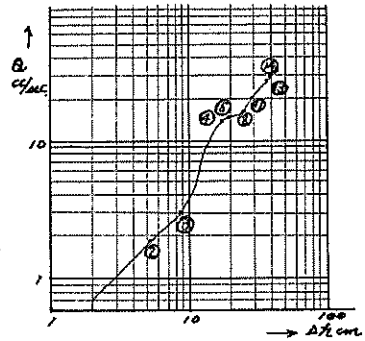


図-1. Δh と α の関係

たの増大とともに除々に地すべりを生じ、 Δh の最大において崩壊の現象がみられた。ダルシー法則の一般の場合を適用して考えると単位中流量 q は $q = -k_h \left(\frac{\partial h}{\partial x} \right)^{\frac{1}{\alpha}} \dots (1)$ であらわされる。(1)式を横断して $x = l_1$ で $h = h_1$, $x = l_2$ で $h = h_2$, $x = 0$ で $h = h_3$ とすると

$$q = \left(\frac{\alpha}{1+\alpha} \right)^{\frac{1}{\alpha}} \frac{k_h}{l_2 - l_1} \left(h_1^{\frac{\alpha+1}{\alpha}} - h_2^{\frac{\alpha+1}{\alpha}} \right) \dots (2)$$

$$q = \left(\frac{\alpha}{1+\alpha} \right)^{\frac{1}{\alpha}} \frac{k_h}{l_2 - l_1} \left(h_2^{\frac{\alpha+1}{\alpha}} - h_3^{\frac{\alpha+1}{\alpha}} \right) \dots (3)$$

よって、(2)(3)式より h_1 を消去すると

$$\alpha = \frac{\alpha}{1+\alpha} \frac{1}{l_2 - l_1} \left(\frac{h_2}{h_3} \right)^{\frac{\alpha+1}{\alpha}} \left(h_3^{\frac{\alpha+1}{\alpha}} - h_4^{\frac{\alpha+1}{\alpha}} \right) = 1 \dots (4)$$

となる筈である。実験の結果より $\alpha = 1$ となるべき α の値を10 cm区間毎に求めると、 $l_2 = 70$ cm、 $l_1 = 60$ cm区間をのぞいて α の値は0.1~0.3程度となつた。二次元横スリット(水の流入方向が横方向)で水位がほとんど0に近い場合について実験した結果図-4に示す如く、砂の厚みBがスリット幅Dに

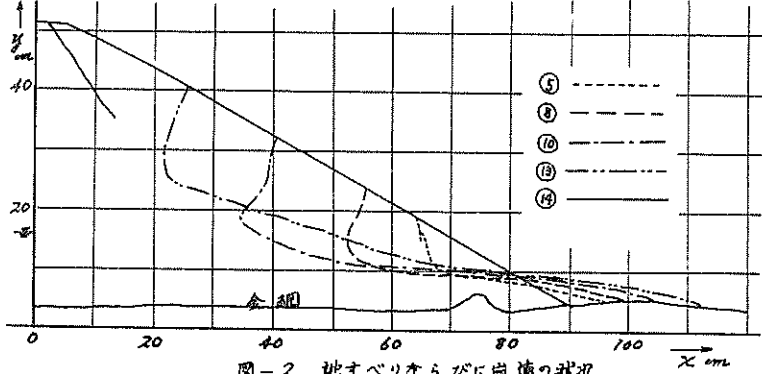


図-2. 地すべりならびに崩壊の状況

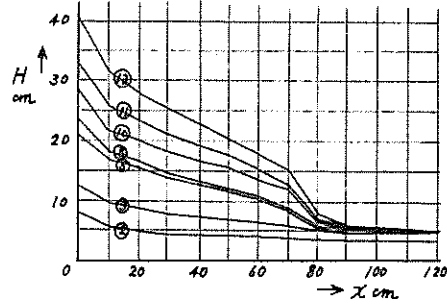


図-3. x と H (ピエゾメーター読み) の関係

くらべて大きい場合において
も $(\Delta H)^2/2Lg$ の値は ΔH
の小さいときの1/2程度の
値から ΔH の増大にともない
減少し $0.3 \sim 0.5$ 程度の値と
なつた。しかし、二次元浸透流
実験装置を用いた場合におい
ては全断面より浸透している
のでいずれの場合をみまいて
 $\alpha \approx 1$ とみて差し支えないと
思われる。 $\alpha \approx 1$ とみて(4)
式の α の値が1とはならないの

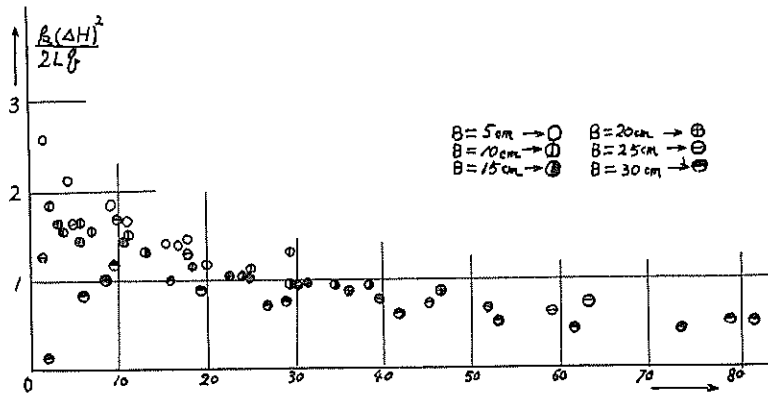
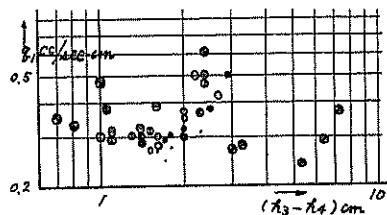


図-4. $\alpha=1$ とした場合の横スリット $B(\Delta H)^2/2Lg$ と ΔH の関係 ΔH (cm)

はむしろ α に問題があると考えられる。したがって、

$$q_1 = q_2 + q_3 \quad \text{ただし } q_2: \text{基底流量} \quad q_3: \text{浸透流量} \quad \text{----- (5)}$$

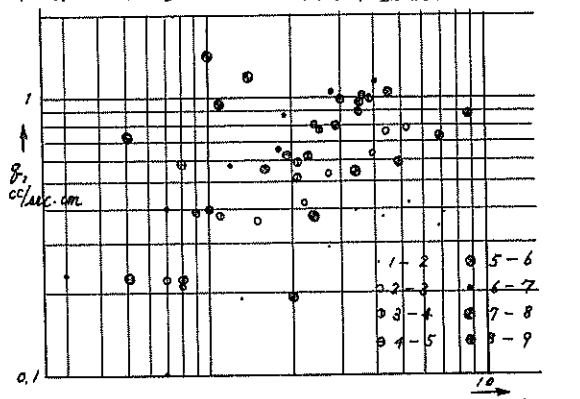
と考え $\alpha=1$ とするべき q_2 を求め $q_1 - q_3 = q_2$ より基底流量を求めた。
この q_2 と $(h_3 - h_4)$ との関係を探めたのが図-5である。図中、記号の
ところに1-2と記しているのは $X=10 \text{ cm} \cdot 20 \text{ cm}$ の区間で求め
たことを示している。図-5に示したように基底に水の流れやすい金



(a) 試料の最大高が5.2 cmの場合

網をジグザクに置いていて q_2 と $(h_3 - h_4)$ との関
係はかなりの分散があるものの q_2 は $\sqrt{(h_3 - h_4)}$ に
比例するようである。スプレッセルによると(1)式
の α の値は $\alpha=0.5 \sim 1$ であり、筆者が横スリット
で実験したところでは噴砂の直前まで $\alpha=1$ であ
り、噴砂がおこる直前または噴砂がおこるときに急
激に変化して $\alpha=0.5$ となるようである。

以上のことより、地すべりの生じた個所について
地質地形学的にまた土質工学的立場から判断する
だけでなく、地すべりを生ずると思われる浸透流量
 q_2 を想定して α の値が1より大なる場合について
考慮するともよいと思われる。



(b) 試料の最大高が7.0 cmの場合 $(h_3 - h_4)$ cm

図-5. q_2 と $(h_3 - h_4)$ との関係

しかし、地下構造は均一な地質ではなく複雑で数種の層をなしていること、また今回の実験は降雨水が風化層中を
鉛直下方に浸透する問題ならびに不透透境界面からの漏洩は考えておらず不十分な点は多々あると思われる。今
後 α の問題をも含めて研究してゆくつもりである。なお本実験の場合の崩壊についてはクイックサンドの理論が
適用出来たことを附加する。

参考文献) 田中 茂: 山地斜面の崩壊個所の予想について, 建設工学研究所報告, 1963, 3

橋本義昭: 斜面浸透層中の浸透流, 京大防災研究所年報 13号A, 1970, 3