

山腹斜面における浸透について

名古屋大学工学部 正員 西畑 勇 大
大学院の学生員 橋 恒

1 まえがき： 近年 山地流域において斜面崩壊、土石流などによる災害が多発している。現在これらに対する研究が 地質、土質力学、水理学的に多くの分野でなされているが、未だ確定的な原因、機構の究明は不十分のままであり、その進展が要望されている。

本研究は、崩壊機構を究明するための一段階として、種々の原因のうち、特に物々事々の因と考へられている浸透水のにおき着目したものである。山地崩壊多発地域として知られる天竜川支川の、第一流域について浸透能を実験的に調査し、その特性を知り、さらに、一度浸透した水が表層内をどのような挙動を示すかを解析的に考察した。

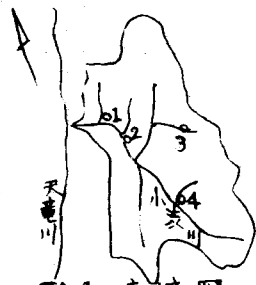


Fig.1 流域図

2 ライメーターによる浸透能実験

○対象流域：天竜川上流域の主要支川である小波本川流域と黒川。

本流域には中央構造線が南北に走り、複雑な地質構造を示している。流域面積295km²、総落差2000mという急峻な流域である(Fig.1)

○実験装置と水文資料： 浸透能を測定するためのライメーター

はFig.2のような装置とした。50cm×50cmの正方形柱状で、高さ150cmを対して、前面、傾斜は40°とし、これを4個用いた。雨量は、各地点に設置してある雨量計を使用し、p41～p43の間、自然降雨によるものを対象とし、表面流出水、浸透通過水については、それぞれ水自記雨量計により、測定した。実験に使用した試料はFig.1に示しているNo.1～No.4の異なる土質を、各地点より採取して、これをライメーターに押し込み浸透能に交換し、安定な状態とした。

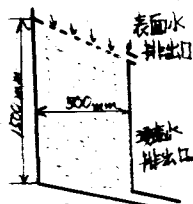


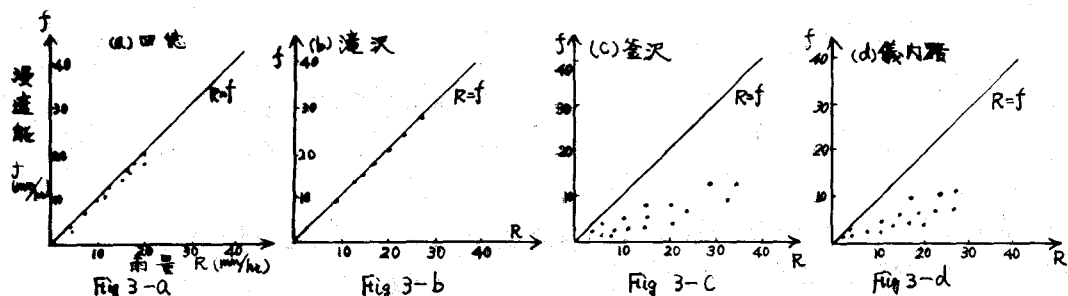
Fig.2

4個の試料の特性はTable.1に示す通りである。

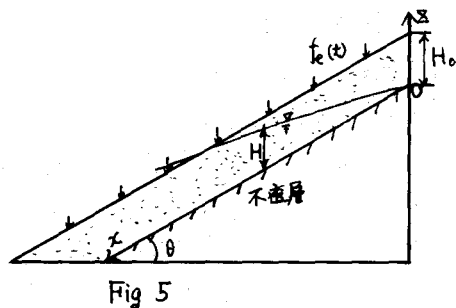
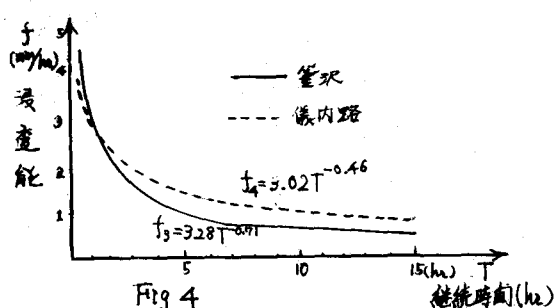
地質期	場所名	支川名	地質	透水性係数	空隙率	比重	平均傾斜角
1	四徳	四徳川	生田花崗岩	3.5×10^{-3}	57%	2.55	36°
2	滝沢	滝沢	赤松花崗岩	2.2×10^{-3}	60	2.37	46°
3	釜沢	小波本川	緑色片岩	5.4×10^{-3}	35	2.90	38°
4	篠内路	黒川	黒色片岩	2.8×10^{-3}	42	2.72	34°

Table-1

○解析結果： Fig.3は降雨開始と降雨以後の降雨時間経過に対する浸透能の変化を明示したものである。四徳、滝沢、両地点の花崗岩質土壌においては、この期間中に降られた降雨(最高25mm)のほぼ全量が浸透してしまっている。一方 Fig.3c、3d に示した釜沢、篠内路地点の黒色片岩、緑色片岩質土壌においては、比較的小さな降雨においても表面流出が生じ、浸透率も、浸透経路時間によって変化しているようである。すなわち、当地域においては花崗岩質土壌、浸透率も、岩質土壌に比べて、かなり大きな浸透を有しているということが出来る。



浸透能を時間の反数として表わす考え方は Horton の式 $f = C T^n$ (f : 累加浸透量, C, n : 土質・傾斜角によって決定される常数, T : 降雨継続時間) は降雨継続時間によって累加浸透量と決定する式であり、任意の時間の浸透能は $f(t) = \frac{df}{dt} = C n T^{n-1} = K T^m$ によって示される。釜沢、篠内路地点の土壌では比較的小さな降雨でも浸透能を越えているので、本式を適用して浸透能を求めた (Fig 4)。田舎、浅沢においては、最高 25mm/h ~ 30mm/h 程度の降雨では、全量浸透する能力を持つということが出来る。



3: 斜面側方流モデル解析

上腹斜面に降雨がある時、時刻とともに斜面における浸透能が変化し、浸透量は変化する。しかし斜面の表面は絶えず浸透水を補給するので、表層の地下水はある点でその一部が地表に流れると考えられ、このことが小地の崩壊に原因しているように思われる。この関係を示すため Fig 5 のような斜面モデルを考える。表層内の流れがダルシー則によるものとすれば、基礎方程式は次のようになる。

$$\text{運動方程式 } V = -\text{grad}(KH) \quad \text{①} \quad \text{連続式 } \frac{\partial(HV)}{\partial t} = -\frac{\partial(HV)}{\partial x} + f_e(x, t) \quad \text{②}$$

$$\text{①②式より } \frac{\partial(HV)}{\partial t} = KH \frac{\partial^2 H}{\partial x^2} + K \frac{\partial H}{\partial x} \left\{ \frac{\partial H}{\partial x} - \sin \theta \right\} + f_e$$

$H(x, t)$: 不透水層からの地下水深 γ : 有効直降率 f_e : 浸透能 t : 浸透水の到達時間

θ : 斜面傾斜角 x : 0点より斜面方向への距離 K : ダルシーの透水係数

前節の実験より得られた $f_e(x, t)$, γ , K 及び初期境界条件を代入することによって、任意の時刻、地点における H を求めることが出来る。これより浸透水が地表面に出現する点 x が求められ、さらに出現地点での湧水勾配も得られる。さらに土中での浸透水の湧水勾配、土の摩擦角、斜面傾斜角等の関係から安定性を論じることが可能となる。2~3の実例を発表する予定である。