

III-82

岩盤割れ目中への降雨浸透機構の解析

埼玉大学 工学部 渡辺 邦夫
埼玉大学 大学院 ○ 村田 均

はじめに

降雨に伴って発生する岩盤斜面崩壊や、軟岩地帯での地滑りなどの現象を解明するためには、まず、表土から岩盤中、特に割れ目中への降雨浸透現象を明かにしておくことが必要である。筆者らは、表土から岩盤割れ目中への浸透現象を、主に実験によって調べてきた^{1), 2)}。今回の研究は、それらの実験的検討を基礎にして、表土-割れ目界面付近の流れを、飽和-不飽和浸透流解析によって調べたものである。

1. 表土から岩盤割れ目中への降雨浸透特性

筆者らは、表土から岩盤割れ目中への

降雨浸透メカニズムを、図-1に模式的

に示す実験装置を用いて調べている²⁾。

実験装置は、下部に4本の細いダクト

(断面1cm×3cm)を持つ2次元的な土槽

である。土槽は表土を表し、各ダクトに

は、種々の材料を充填して、いわゆる

「充填割れ目」を表している。この装置

表土部に、上方より種々の強度、継続時

間の降雨を与え、表土から各割れ目モ

デルへの浸透特性を調べた。実験例を図-2(a),(b)に示す。この図は、

図-1中のA~Dの各ダクトに、Aローム、B火山岩質細砂、C細粒

ろか砂、D粗粒ろか砂を充填したケースである。各材料の飽和透水係

数は、A： 3×10^{-4} cm/s、B： 2.8×10^{-2} cm/s、C： 7.3×10^{-2} cm/s、

D：0.48cm/sである。また、表

土としては標準砂をつめた。

図-3に、各材料の含水比-サ

クション圧関係を示す。図-2

(a),(b)は、17.6mm/h, 117.4mm/h

の降雨を、それぞれ、図中に示

す時間与えた時の各割れ目から

の流出特性を示す。割れ目モ

デルA, Bからは、これらの降雨

強度によって、流出ピークなど

はあまり変わらないが、C、D特にDは、降雨強度の影響を強く受け、(b)のように高強度降雨時において多

量の流出が認められる。このことは、表土中の降雨が、(b)においては、より多く、高透水性割れ目に流入す

ることを示している。つまり、割れ目流入量に降雨強度の依存性があるといえる。なお、図-4は、図-2

(a)の降雨停止3時間後の、表土-割れ目界面上・下のサクション水頭である。Aの界面下のサクション水頭

のみが、表土下底面水頭より小さく、この割れ目にのみ長く浸透していることがわかる。

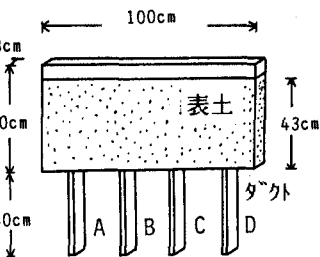


図-1 実験装置模式図

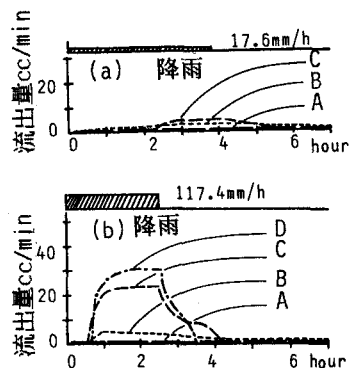


図-2 実験結果例

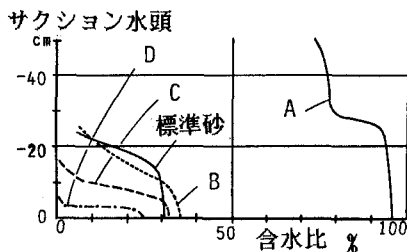


図-3 充填物のサクション特性

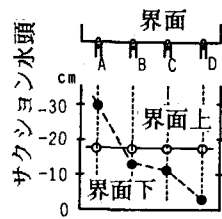


図-4 界面上下のサクション水頭

2. 浸透解析方法と解析結果

次に、実験によって明らかになった浸透特性を、解析的に調べることを試みた。まず解析対象場としては、図-5に示されるように、表土のみを取り出し、その中の流れを飽和-不飽和浸透流解析により調べる。割れ目の影響は、表土下底面上の割れ目との界面位置に、一定のサクシオン水頭 $HC(I)$ ($I=1, N$)を与えることにより表現した。ここに、 N は割れ目数である。 $HC(I)$ は、図-4中のB, C, D割れ目に示されるような、割れ目への浸透が停止した後の、界面直下水頭を意味している。 $HC(I)$ が、表土下底面上水頭より大きい時、界面を通る流れは0とする。表土中に降雨が浸透し、表土下底面上の水頭が、 $HC(I)$ を越えたときに、割れ目への浸透が開始する。この時の浸透量を $QF(I)$ と書く。

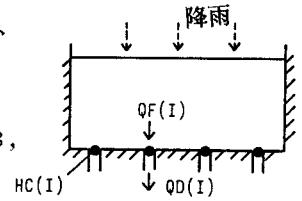
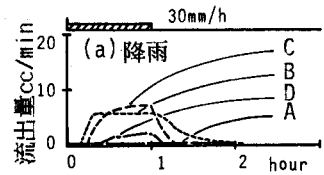


図-5 解析条件

一方、各割れ目には、各々の透水係数で定まる最大流下可能量 $QD(I)$ があり、 $QF(I)$ が $QD(I)$ を越えた時、割れ目浸透量は $QD(I)$ になるものとする。もちろん、これらの仮定、とりわけ、界面直下の割れ目に、 $HC(I)$ の一定サクシオン水頭が加わるといった設定には、降雨の浸透開始後などにおいて、まだ問題もあるが、今回近似的にこのような条件設定を行って解析した。



解析は、前述の実験ケースをある程度想定して行った。図-2(a), (b)にほぼ対応する条件の結果を図-6(a), (b)に示す。ただし、(a)は30mm/hの雨を1時間降らせた場合であり、(b)は120mm/hの雨を15分降らせた場合である。つまり、これらのケースでは総降雨量は等しく、降雨強度のみ異なることとなる。初期条件としては、表土内に-25cmの一定水頭を与え、 $HC(I)$ としては、A: -30cm, B: -15cm, C: -10cm, D: -3cmとした。これらは、降雨条件以外、実験ケースとほぼ合致した条件である。各材料の飽和度-不飽和透水係数比関係については、標準砂の関係を準用した。そのため、ロームなどの粘土質の材料の場合、異なる可能性も残っている。図-6(a), (b)にみられるように、総降雨量は同じでも、(b)の場合、高透水性割れ目Dへの流量が、ピーク、総量ともに極めて大きいことがわかる。解析結果を全体的にみて、このことや、あるいは、降雨停止後の各割れ目への流入量低減特性は、よく実験と合致していることが認められる。図-7(a), (b)は、図-6(a), (b)の降雨停止時の表土内ポテンシャル分布を示している。この図から、(b)の短時間、高強度降雨の場合、浸透した降雨が割れ目を通して十分排水されず、(a)に比べて極めて高いポテンシャル値となっていることがわかる。このことが、割れ目Dを通る大きな流量をもたらしたものと考えられる。

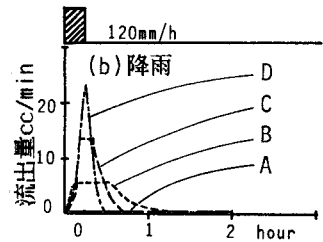


図-6 解析結果

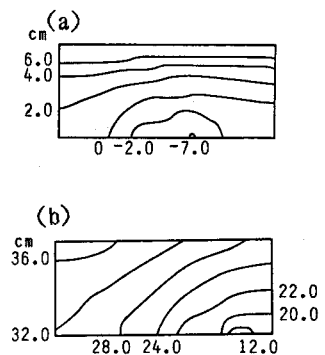


図-7 解析したポテンシャル分布

以上から、今回の解析によって実験結果がある程度表現しうることを、および、表土から割れ目への浸透機構に、降雨強度の影響が極めて大きいことが明らかになった。ただ、計算条件の設定にまだ問題もあり、今後その点についてさらに検討し、実岩盤への適用を考えてゆきたい。

参考文献 1) Watanabe K., Tamai N., Proc. APD-IAHR, pp.1195-1208, 1982

2) 渡辺邦夫、村田均、芥川真知、第23回土質工学研究発表会論文集、1988