

III-232

表土の不均質性と岩盤への浸透を考慮した降雨浸透流出解析の試み

埼玉大学 工学部 渡辺邦夫

埼玉大学 大学院 ○荒井紀之

熊谷組

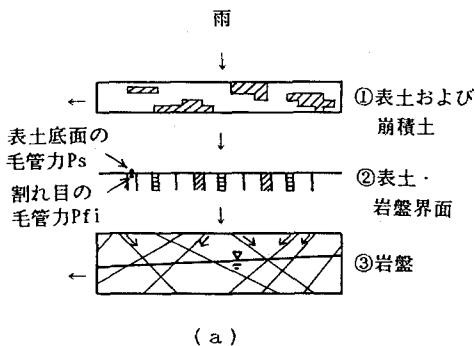
村田 均

1. はじめに

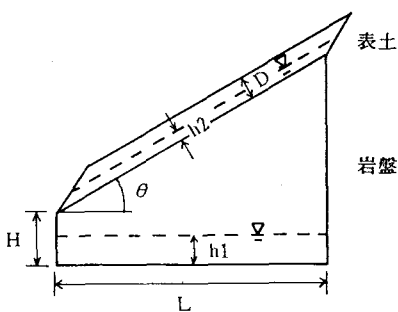
本研究は、斜面内の地下水流れを、表土の不均質性と下部岩盤割れ目中への浸透を考慮して解析することを試みたものである。さらに、この解析法に基づき斜面の安定性についても検討した。

2. 解析の考え方と解析例

解析の考え方については、すでに筆者らが報告しているがここで整理しておく。この解析では、図-1に示されるように全体の流れ場を①表土もしくは崩積土②表土・岩盤界面付近③岩盤内の3つに分けて考える。なお岩盤上部は不飽和状態と仮定する。図-1(a)において表土や岩盤上部は水平に描かれているが、適当な傾斜を与えることができ、また表土の厚さも適宜設定できる。表土内流れは、有限要素法で解析し、岩盤内は割れ目内流れのみを解析する。境界条件については、表土前面を自由浸出境界とし上面から降雨を与える。一方岩盤は左側面に一定水位を与え、底面および右側面は不透水条件とする。表土の不均質性は図-2(a)に示されるように、中に含まれる岩塊・粘土層をそれぞれ円、楕円で近似し、モンテカルロ法により表土中に一定の密度で分布させる。岩塊径や粘土層楕円の短軸・長軸比および土質構成比などは野外調査により設定する。このようにして作られた不均質表土モデルから各有限要素の飽和透水係数 k_{sat} をたとえば図-2(c)のようにモデル化して定める。今回用いた要素数は1100個、節点数は612個である。表土と界面との水のやりとりは、渡辺・村田¹⁾が報告しているように、割れ目と表土下面のサクシオン圧 P_{fi} 、 P_s か



(a)



(b)

図-1 モデル概念図

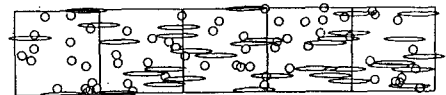


図-2(a) 不均質表土のモデル化例

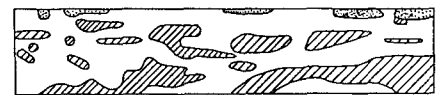


図-2(b) 不均質表土概念図

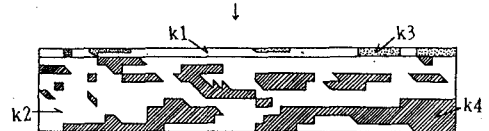


図-2(c) 不均質表土の解析メッシュへの対応と透水係数の割当例

ら求める。まず図-3に示されるように、界面に接する表土の各要素の下面には3種類の割れ目が接続していると考える。各割れ目はそれぞれ

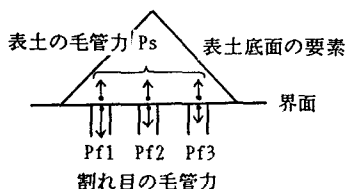


図-3 表土・岩盤界面に作用する毛管力

透水性および本数から定まる最大流下可能量が定まっており P_{fi} ($i=1\sim3$) の毛管力を持っているものとする。表土底面の毛管力 P_s との比較によって、どの種類の割れ目に注入するかが決定される。流量は表土下底面直上の水頭勾配と表土透水係数により定まるが、その量が注入しうる割れ目の最大流下可能量を越えたときは、最大流下可能量が割れ目内に注入すると考える。このように、表土下底面から岩盤への浸透量分布が求められた後、今回は岩盤内各割れ目に図-4のように流量を与えた。つまり、割れ目と割れ目の間に入る表土からの浸透量 Q を各々の割れ目に半分ずつ分配するものである。岩盤中の割れ目系は、特に大きなものだけを取り出し各割れ目の方向および透水係数はモンテカルロ法により決定する。このように考えれば、岩盤上部が不飽和の場合の流れを解析することができる。

ここで解析例を報告する。解析条件は図-1(b)において斜面勾配 $\theta = 30^\circ$ 、斜面の水平長さ $L = 50\text{m}$ 、表土厚さ $D = 5\text{m}$ の場合を報告する。表土としては図-2(c)に示した不均質モデルを用い、飽和透水係数は $k_1 = 1.0 \times 10^{-2}\text{cm/s}$ 、 $k_2 = 1.0 \times 10^{-3}\text{cm/s}$ 、 $k_3 = 5.0 \times 10^{-4}\text{cm/s}$ 、 $k_4 = 1.0 \times 10^{-4}\text{cm/s}$ である。降雨条件は、降雨強度 30mm/h の雨を解析開始後13時間経過してから38時間まで与えた。初期水位として、図-1(b)の h_1 、 h_2 をそれぞれ 5m 、 1m に設定した。図-5(a)、図-5(b)はそれぞれ降雨開始時および降雨停止12時間後の表土内飽和度分布と岩盤内の地下水位を、また図-6は降雨浸透量、岩盤浸透量、斜面先浸出量の経時変化を示したものである。図-5(b)をみると、表土の飽和度分布が表土の不均質性に依りて複雑に変化していることがわかる。このように、この解析では、表土・岩盤内の流れを総合的に扱うことができる。

しかしながら、本解析では岩盤上部に不飽和帯を仮定するなど問題もある。今後、現場での実測を通して、より妥当な解析方法を検討してゆきたい。

<<参考文献>>

1) 渡辺邦夫、村田 均、土木学会第43回同年次学術講演会、1988。

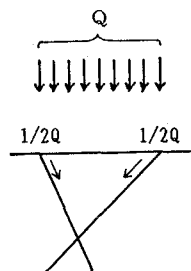


図-4 表土から岩盤割れ目への流量の分配

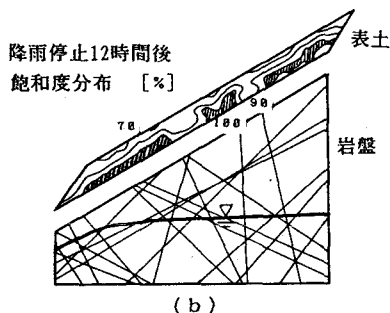
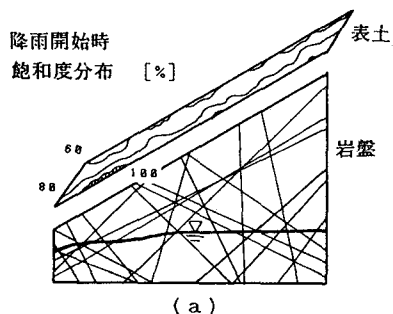


図-5 表土内飽和度分布と岩盤内の地下水位

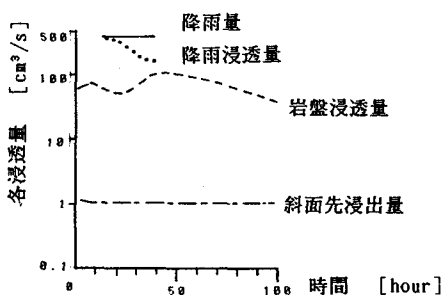


図-6 岩盤浸透量、斜面先浸出量、降雨浸透量の時間変化