

III-386 斜面における浅い地下水位の変動特性

(財) 鉄道総合技術研究所 正会員 池内久満 正会員 岡田勝也
正会員 佐溝昌彦 正会員 村石 尚

1. はじめに

降雨による斜面崩壊の発生機構の解明にとって降雨と水位変動との関係を把握することは重要な問題の一つである。この問題を検討するために実斜面において降雨と水位変動の計測を行った。ここでは、タンクモデルに基づくシミュレーションを実施し、水位の変動特性と土質別の強度の関係を検討した。なお、本研究は運輸省技術開発補助金研究の一環として実施したものである。

2. 水位変動の実態

測定は、八ヶ岳から南西に延びた火山山麓斜面の末端部に位置する中央本線青柳駅付近の斜面において行った。斜面の勾配は線路沿いの20m程が約30度であり、その上部は20度となっている。地質は、表層 0.5m～1.5mが透水係数 $10^{-2} \sim 10^{-3}$ cm/sの黒ボク層でありその下に $10^{-3} \sim 10^{-4}$ cm/sのシルト混じり火山砂礫が分布する。水位は、何れの場合も地表より2m以下の浅いものであったが測点毎に水位変動幅は大きく異なっていた。図1に各測点での水位変動量の平均値と標準偏差を示す。また、図2に断面図、図3に各水位測定点の土質、水位、及び土研式簡易貫入試験による N_c 値を示す。

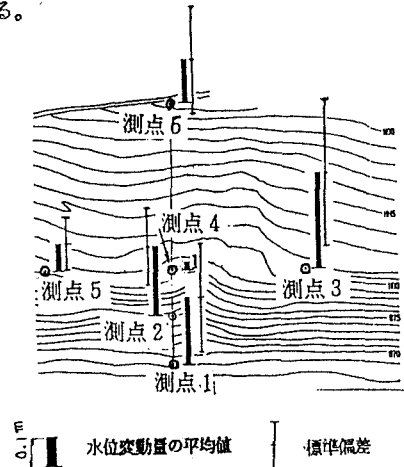


図1 各測点における水位変動量の平均値とその標準偏差

3. 水位変動モデルとシミュレーション¹⁾

地下水位の変動モデルを図4のように考える。ここで、降雨強度を R とすると、 R は表面流出及び蒸発散等の損失 S_R を除いて地下水となり、地下水位 H を上昇させるが、この地下水位は H に比例する流出 Q によって低下するものとする。いま R の降雨による浸透水が地下水面まで到達し地下水位が dH だけ上昇したとすると、この関係は次式で示される。

$$\rho dH = 0.001(R - S_R)dt - KHdt \quad \text{----- (1)}$$

ただし R は降雨強度(mm/h)、 S_R は表面流出等の損失(mm/h)、 H は基底水位面よりの水位の高さ(m)、 t は時間(h)、 K は流出に関する定数(h^{-1})、 ρ は土の有効間隙率(水位が上がるために水で埋めねばならない間隙を全体積で割ったもの)である。

(1) 式を、初期条件を $t=0$ のとき $H = W_{GL} - W_{0GL}$ として解くと

$$H = 0.001/K \cdot (R - S_R) - \{0.001/K \cdot (R - S_R) - (W_{GL} - W_{0GL})\} \cdot e^{-(K/\rho)t} \quad \text{----- (2)}$$

となる。ただし、 W_{GL} は初期水位の標高(m)、 W_{0GL} は基底水位面の標高(m)である。

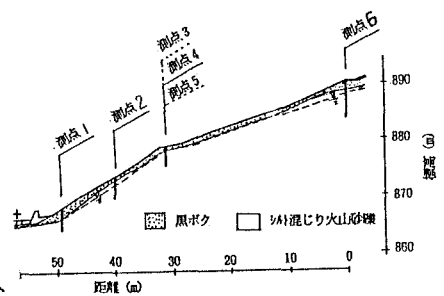


図2 横断面図

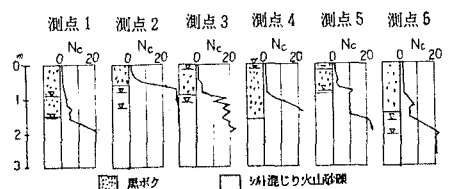


図3 各測点の土層、水位、 N_c 値

ところで、降雨は1時間毎の累計値を記録したため、シミュレーションは以下のように行った。①まず、1時間以内は一定降雨強度と仮定し、(2)式により1時間後の水位を求める、②さらにこの結果を初期水位として次の1時間の降雨による水位を求め、③以後順次計算された水位を初期水位として(2)式により計算を行った。

(2)式の未知数は K 、 W_{0GL} 、 S_R 、 ρ であるが、このうち表面流出等の損失 S_R については、地表面から水位面までの距離が短いこと、また同部分の土の透水性も比較的良好で計測期間中表層流出が問題になるような大量の雨はなかったため、些少と考え無視した。なお、 ρ 、 W_{0GL} 、及び K は順次数値を仮定しながら最適値を求めた。シミュレーションの一例として、昭和63年の8月1日から8月20日までの測定結果について行った測点3の例を図5に示す。実測値と計算値はよく一致している。

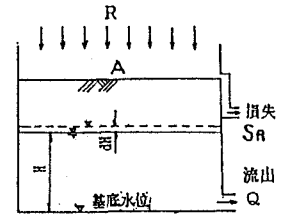


図4 地下水タンクモデル

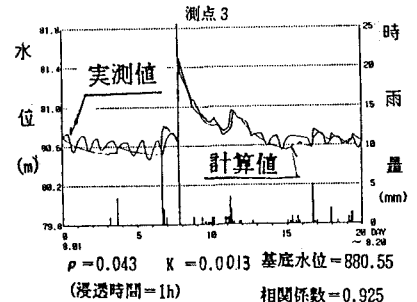
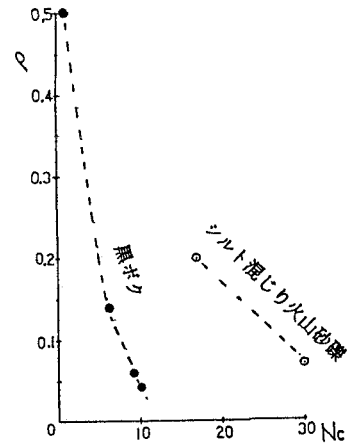


図5 シミュレーション結果

4. シミュレーションにおける有効間隙率 ρ 及び流出に関する定数 K の値と土研式簡易貫入試験の N_c 値の関係

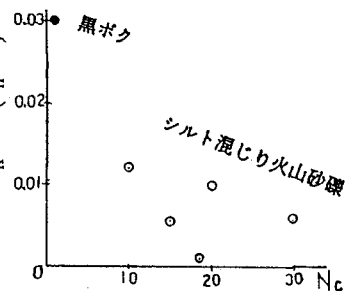
シミュレーションで用いるパラメーター ρ 、 K を土質別の地盤の強度と関係づけることができればパラメーターの決定が容易にできることになる。そこでここでは、土研式簡易貫入試験の N_c との関連を検討した。まず、 ρ の値と水位変動部分での N_c の平均値の関係を図6に示す。図において●は水位変動部分が黒ボクであり、○は火山砂礫である。それぞれの土質において N_c 値が増すにつれ、 ρ の値が減少している。

次に K の値と N_c の関係について検討を行った。ここでは流出にかかわる定数 K は地下水位面下の土層構造に特に影響されるものと考え、計測期間中の最低水位面から下1mの N_c の平均値と K の値の関係を調べた。図7にこの関係を示す。図の記号は図6と同様である。黒ボクは一点しかなくその傾向は分からないが、火山砂礫は K が0.002から0.01にばらつくようでありこの図によって N_c から K を推定することはできない。

図6 ρ と N_c の関係

5. まとめ

巨視的にみて同一の地層が分布する一定の範囲内においても水位の変動幅はバラツキが大きい。この水位変動のバラツキを説明するためにタンクモデルによるシミュレーションを行い、仮定したパラメーターである土の有効間隙率 ρ 、及び流出に関する定数 K と地盤の強度特性である土研式簡易貫入試験による N_c 値との関係を検討した。これは特定土質の条件のもとではあるが ρ と N_c 値にはある程度の相関がみられた。今後、水位変動と斜面表層土の土の強度特性について深度化していきたい。

図7 K と N_c の関係

参考文献 1) 池内、野口他：降雨と地下水変動に関する一考察 第24回土質工学研究発表会1989