

鉄道盛土における雨水浸透に関する数値解析

鹿児島大学大学院 学生会員 松元真一
 鹿児島大学工学部 正会員 北村良介
 立命館大学 COE 推進機構 正会員 酒匂一成
 JR 東日本 安全研究所 フェロー会員 島村 誠
 JR 東日本 安全研究所 外狩麻子

1. はじめに

豪雨時の斜面の崩壊要因として、雨水が浸透し、土塊の自重の増加と土中の含水比が増加することによるサクシヨンの低下が挙げられる。しかし、サクシヨンの変化に伴う見掛けの粘着成分の変化を定量的に評価して、降雨時の斜面の安定性を定量的に評価する方法は未だ確立されていない。そこで、北村ら¹⁾は、降雨に伴う斜面の崩壊を予知するためのシステムの開発を目指し、不飽和土の間隙水の浸透挙動に対する数値力学モデルを提案している。本報告では、武蔵野線南越谷-吉川間 71K080M 付近の盛土斜面を対象に現地計測データを用いて数値解析を行い、数値力学モデルの妥当性の検討を行う。

2. 対象斜面

斜面の模式図を図-1 に示す。計測した斜面は、施工を施されていない法面である。上層より黒色表土、粘性土混じり角礫土、褐色ロームで構成されている盛土で10m間隔4断面に法面より40, 70, 100cmの深さに TDR センサーを設置し、それぞれの深さの体積含水率を計測している²⁾。また、雨量と地中温度も同時に計測している。

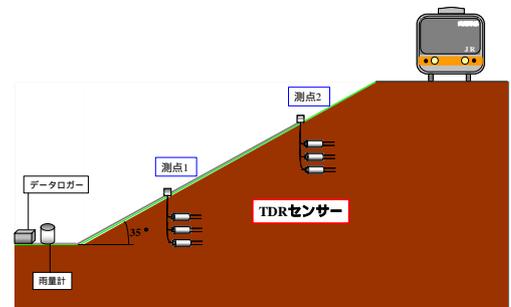


図-1 対象斜面の模式図

3. 数値力学モデル

北村ら¹⁾が提案する数値力学モデルを用いて、室内土質試験・現地計測結果より入力パラメータを決定し、数値力学モデルの計算を行い、モデルの妥当性の検討を行う。数値力学モデルには、間隙モデル、粘着モデル、浸透モデルや斜面安定解析モデルがある。本報告では、間隙モデルから水分特性曲線や飽和度(体積含水率)-不飽和・飽和透水係数の関係を計算し、浸透モデルによって間隙モデルの結果を用いた有限要素法による2次元不飽和浸透解析を行っている。

3.1 間隙モデルの計算結果

武蔵野線南越谷-吉川間 71K080M 付近における室内土質試験結果を用いて、数値計算を行った。間隙モデルに用いた入力パラメータを表-1 に示す。図-2 に間隙モデルから得られた褐色ローム層の水分特性曲線と飽和度-不飽和・飽和透水係数の関係を示し、実

表-1 入力パラメータ

試料	黒色表土	粘性土混じり角礫土	褐色ローム
土粒子の密度 (g/cm^3)	2.708	2.733	2.672
水の表面張力 (N/m) (水温15 時)	73.48×10^{-3}		
水の粘性係数 ($Pa \cdot s$) (水温15 時)	1.138×10^{-3}		
分割数	360		
円管の傾き のp.d.fの最低高さ c	0.159		
間隙比	0.95	0.98	2
粒径加積曲線データ数	18	18	16

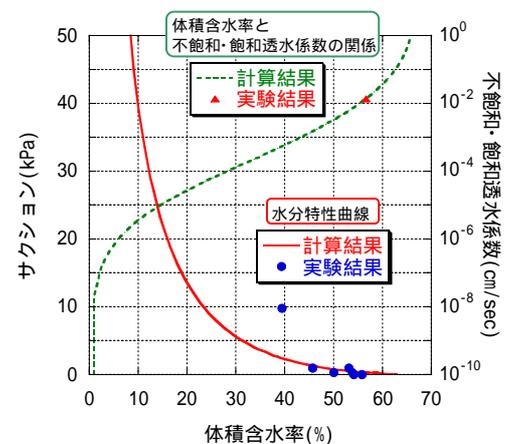


図-2 水分特性曲線及び体積含水率-不飽和・飽和透水係数の関係

キーワード：斜面，浸透，数値力学モデル

連絡先：〒899-0065 鹿児島県鹿児島市郡元1丁目21-40 鹿児島大学工学部海洋土木工学科北村研究室

験結果との比較を行った。水分特性曲線の印は実験結果，実線は計算結果を示している。計算結果を実験結果とほぼ一致させることができるが，一部の実験結果とのずれが見られる。体積含水率-不飽和・飽和透水係数の関係の印は実験結果，破線は計算結果を示している。計算結果を実験結果と一致させることができる。しかし，実験プロットが定水位透水試験の飽和透水係数のみのため，低い体積含水率領域におけるモデルの妥当性の検討を行うことができない。

3.2 浸透モデルの計算結果

2次元不飽和浸透解析に用いた解析領域を図-3に示す。図中の青のプロットは出力点位置を示しており，図-1に示すTDRセンサーと同じ位置になっている。図-3に示すように解析する領域内をメッシュで分割し，解析領域内の初期条件・境界条件を決定する。解析領域は，上面3.5m，底面8m，高さ5mで，表層のメッシュ幅を5cmとした。境界条件として，上面と斜面部を降雨条件，それ以外を非排水条件とした。間隙モデルの数値計算結果により得られた各試料の水分特性曲線および体積含水率-不飽和・飽和透水係数の関係を用いる。降雨条件として，実際の現地計測での雨量データを用いる。今回の数値計算では，2003年8月26日16:00から8時間の10分間雨量を用いた。以上の条件より浸透モデルを用いて地表面から40cm，70cm，100cmの深さにおける圧力水頭を計算し，体積含水率を求める。

図-4に2次元浸透解析の結果を示す。横軸に時間を取り，縦軸にそれぞれ体積含水率，10分間雨量をとっている。実測値は，降雨と共に40，70，100cmの順に反応を示し，無降雨時には，地盤内の含水量が低下していく様子が分かる。計算結果は，降雨と共に40，70cmの深さで反応し，同様な挙動を示している。しかし，実測値と比べ浸透の時間のずれが見られ，また，100cmの深さではほとんど反応していないことが分かる。

4. おわりに

本報告では，武蔵野線現地計測データをもとに室内土質試験結果・現地計測結果と数値計算結果の比較を行った。2次元不飽和浸透解析結果は，深さ40cm，70cmで実測値に近い挙動を示したが，深さ100cmは，ほとんど反応を示さなかった。今後の課題として，上面と斜面以外の境界を非排水にして計算を行った結果，非排水の影響が出たので，排水条件にするなど境界条件の設定方法の検討が必要である。また，メッシュの作成によって計算結果が変わることから，メッシュの作成の検討も今後の課題としていきたい。

【参考文献】

- 1) 北村ら：南九州しらす地帯における土砂災害予知システムの開発，科研費報告書(No.12792009)，2003。
- 2) (社)地盤工学会：不飽和土地盤の挙動と評価，pp.21-22，2004。

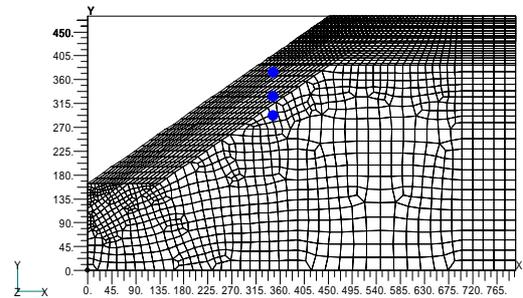


図-3 解析領域(メッシュ図)

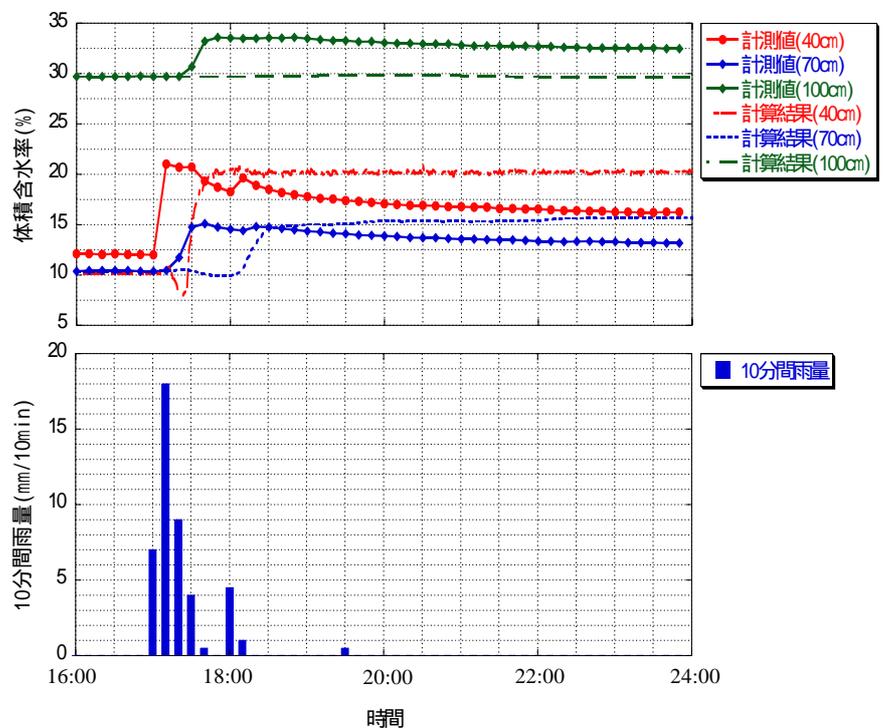


図-4 体積含水率・雨量の時系列変化