

JR 東日本 ○外狩麻子 島村誠
鹿児島大学 北村良介 坂元竜太

1. はじめに

降雨時における鉄道運行の安全性を確保するために、観測雨量値に基づいて速度規制及び運転中止といった列車規制が行われている。具体的には、観測雨量から算出した時雨量等の雨量指標を採用しているのであるが、これら運転規制基準値の設定根拠としては、これまでに経験した豪雨や崩壊履歴といった過去の事象から得られた経験情報が用いられる。すなわちこの方法では、システム入出力の関係から、外から直接観察できないシステムの内部状態、斜面等の土内部を推定したり、その挙動を予測したりすることをねらうものである。しかしながら、現状における斜面崩壊危険度評価の技術的問題として、入力である降雨に対応する観測出力が崩壊の発生に伴うデータのみであるため、得られる情報は極めて限定されている。この問題を解決する一手段として、斜面の崩壊危険度に密接な関係がある

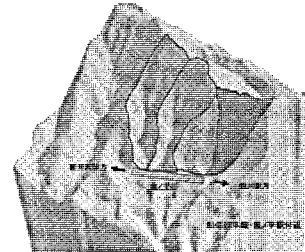


図1 3D鳥瞰図

と考えられる出力物理量の測定を行い、そこから得られた情報を、入力物理量～すなわち雨量観測値と合わせて、列車制御の決定に用いる雨量指標とその閾値の構成に反映させることが考えられる。これにより、崩壊危険度評価の精度向上を図ることが可能になると考えられる。

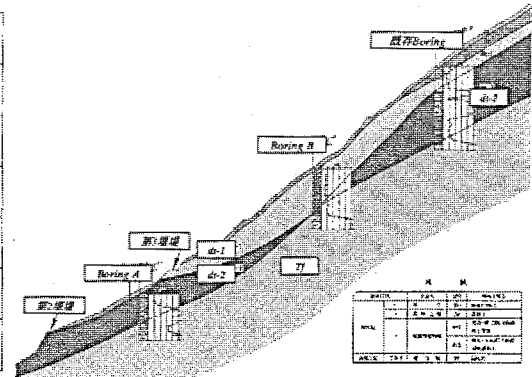


図2 断面想定図

そこで、斜面の安定性に密接な関係があると考えられる物理量として、本研究では斜面内部の土中水分(サクション)をメインとした土中の水移動に注目している。降雨に対する土中水挙動の応答性を検討し、斜面の不安定化との関連性を把握することをターゲットとしている。本稿ではまず初段階として、降雨量と斜面安定性との関係を把握するために実施した現地観測によって得られたデータの一部を紹介する。

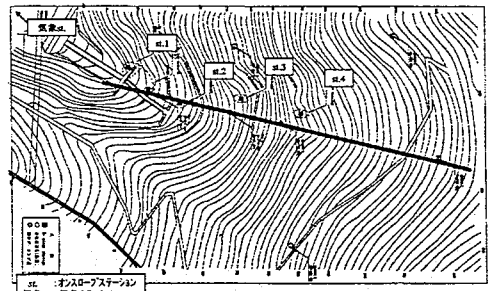


図3 平面位置図

2. 観測概要

2.1 観測対象地

観測対象地の3次元鳥瞰図を図1に示す。トンネル区間に挟まれた旧信越本線熊ノ平駅(群馬県松井田町)の横川方面トンネル坑口に最も近い斜面が対象斜面である。当該斜面は1950年に50名にもおよぶ犠牲者を出した熊ノ平土砂災害の崩壊跡地である。この土砂災害後も不安定土砂の移動や小崩壊を起こし、廃線となるまで降雨時の要注意弱点箇所として管理していた経緯より、比較的豊富な既往資料

が残されている。当該斜面流域内の溪流沿いでの断面図を図2に示す。図2は、既存ボーリングデータと今回の観測に合わせて実施したボーリングデータに基づ

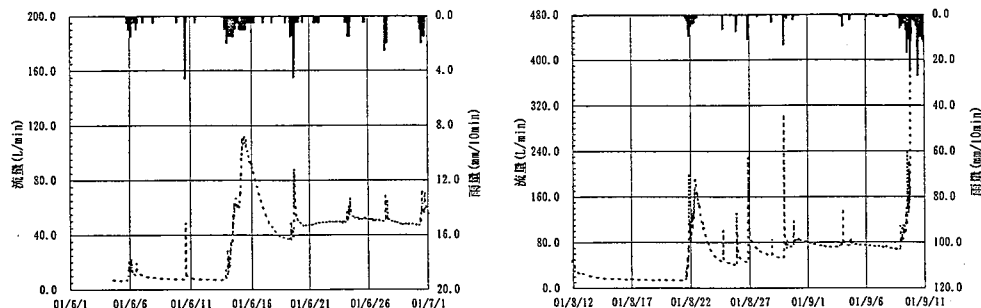


図4 降雨と流量

く断面想定図である。斜面傾斜により変化はあるものの、おおよそ 8~12m 深までの比較的層厚の土層には、浅間山由来と想定される火山性軽石のレキ分が多く含まれ、これらの一部が物理的風化を受けて粘性土分(*dt*)を構成している。この *dt* 層内部の弱線あるいは *Tf* 層と境界が、粘性土分(*dt*)を構成し、この *dt* 層内あるいは境界部分が深いすべりを引き起こす場合の潜在すべり面と推定できる。また、基岩である凝灰岩(*Tf*)は硬質で不透水層となっている。

2. 2 観測方法

図 3 に示す溪流沿い付近に、斜面上にデータ収集装置及び送信装置を組み込んだオンスロープ・ステーション(以下、*st.*と表記)を、斜面下方から順に *st.1*~*st.4* の 4 箇所設けた。*st.*には、地表面から 30,60,100cm の深さで土中水分を測定する土壌水分計 3 基と、50cm 深の温度を測定する土中温度計 1 基を組み合わせて設置している。土壌水分計は、サクシオンメータを採用している。この他に斜面内にて、図 2 の A・B 点の 2 地点にてボーリング掘削孔を利用した地下水位の測定を行い、また、線路傍にて地表水の測定を合わせて行っている。この地表水は湧水起源の地表流出であり、旧線路に最も隣接した砂防堰堤の暗渠を利用して、三角堰による流出量測定である。旧熊ノ平駅構内の平地に気象観測用のステーションを設置し、*st.*と同様の観測タイミングにて、降雨・風向・風速・温度・湿度・放射収支の 5 項目を測定している。

3. 観測結果

旧線路に最も隣接した砂防堰堤の暗渠を利用して測定した当該流域の地表水の流量について図 4 に示す。ここでの流量観測値には、降雨により一旦地表内部へ浸透した雨水の中間流が再び地表に出現する伏流水を含んでいると推測され、このため図 4 のように、降雨に対して比較的高い流出量が測定されている。当該観測地の傾向として、梅雨期以降、無降雨日を含めて定常的な流出が増加し、台風 11 号(2001.8.21-22)及び 15 号(2001.9.10-11)によってもたらされた降雨により、相当量の地表流出が観測されている。特に総雨量 988mm の雨量を観測した 9 月 10-11 日には観測流出量が 350[?] /min を超えているが、この期間中に表層土砂流下が発生し観測堰が埋没しているため、観測値の信頼性は一定ではない。総括的に降雨量及び集水面積等を勘案すると、かなりの流量が観測されているため、今後は周辺流域を加味した湧水・伏流水といった水収支の観点からも検討を行う必要があると考えている。

2001 年 6 月、8 月及び 9 月の観測降雨量と *st.1* の 3 つの深さでの土中水分の推移を図 5 に示す。降雨イベント直前の含水状態と降雨のボリューム・強度に依存して、同一観測地点でも 3 つの深さ方向での応答の有無という相違や応答発現のタイムラグが確認される。降雨イベントのパターンによる土中水分状態の変化は多様性に富むが、分布形態と水分量に着目して何らかの規則性を見出すことは必要である。

4. 今後の進め方

現在観測地データを基にした間隙モデル¹⁾を構築し、2次元不飽和浸透解析を実施している。モデル・フィッティングなど更なる検討を続けると共に、数値解析手法を適用して、降雨を起因とする斜面内土中水分の分布状態及びその挙動のシミュレーションを行う予定である。

[文献]

1) 坂元ら：火山堆積土からなる斜面のモニタリングと2次元不飽和浸透解析に関する一考察,土木学会平成 13 年度西部支部研究発表会概要集,2002

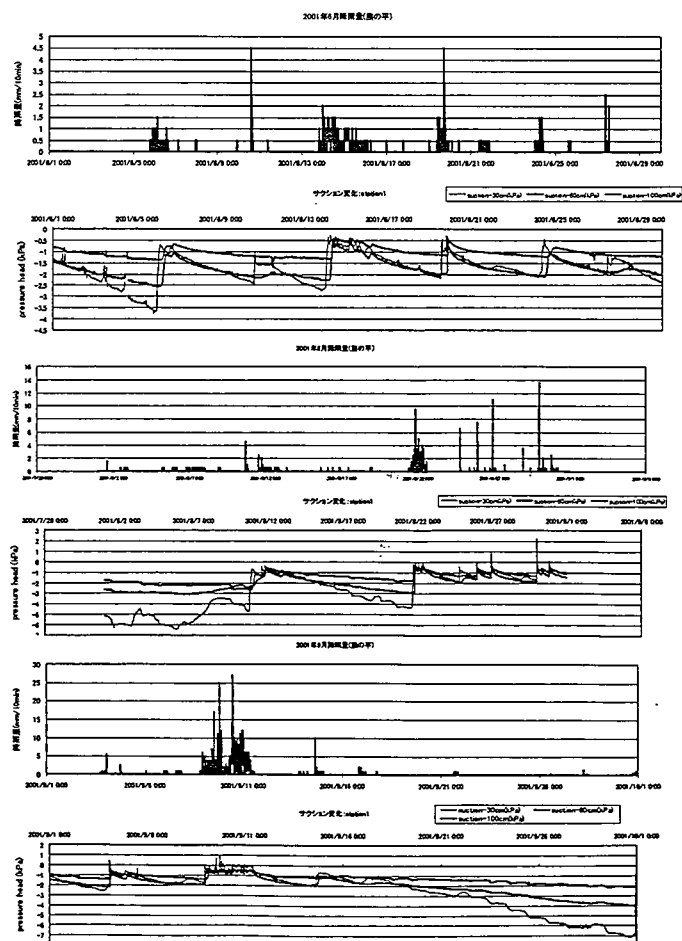


図 5 降雨とサクシオン