

JR 東日本 ○外狩麻子 島村 誠

1. はじめに

鉄道防災において、降雨時の列車運行の安全性を確保するために、降雨時の土構造物及び線路沿線斜面の安定性を把握することは不可欠である。現在、降雨時の列車運行に関しては、沿線に設置した雨量計によるリアルタイムの観測雨量を利用した列車の運転規制を実施して、降雨時の安全性確保を行っている。また、このときの判断基準については、沿線の斜面・のり面に対して、降雨履歴や過去の災害事象を基に定めている。このような状況を背景に、より精度の高い安全性の確保と列車の安定輸送の適切なバランスでの成立を目指として、降雨時の斜面・のり面安定性の評価方法と、規制指標への新たな要素の組み込みを試みている。

本研究では、安定性の評価方法への新しい要素として土中水分に着目している。初段階として、実降雨に対する自然斜面での土中水分挙動をデータとして獲得するため、野外長期観測を開始している。ここでは、観測データに基づく検討結果を報告し、斜面安定性に関する考察を行う。

2. 観測概要

2. 1 観測対象地

観測対象地は、旧信越本線熊ノ平駅近接の自然斜面(群馬県松井田町)で、流域面積は約 29,800m²である。図 1 に当該斜面付近の1m 等高線図を、図 2 に 3 次元鳥瞰図を示す。

過去の崩壊発生後に調査したボーリング調査結果及び、本観測開始時に実施したボーリング 2 点 A・B 孔の結果から想定した断面図を図 3 に示す。斜面傾斜により変化はあるが、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、これら的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)を構成している。基岩となる凝灰岩(Tf)は硬質で不透水層を形成している。

2. 2 観測方法

当該観測斜面は、図 1 及び踏査より、斜面中腹に遷急線が存在していることが判る。この遷急線より下流側には、過去に発生した災害により、溪流沿いには砂防堰堤が 3 基存在している。砂防堰堤水抜口及び下流側右フランクから常時湧水が認められている。そこで、当該斜面のうち、中腹より

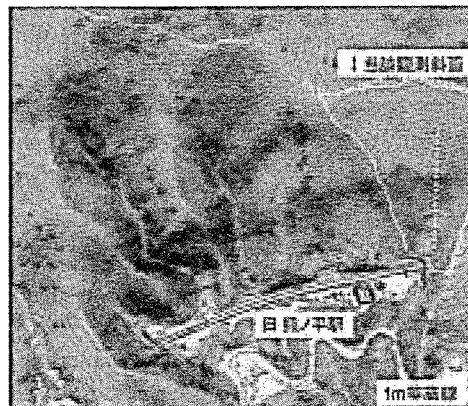


図 1 対象地周辺の等高線図

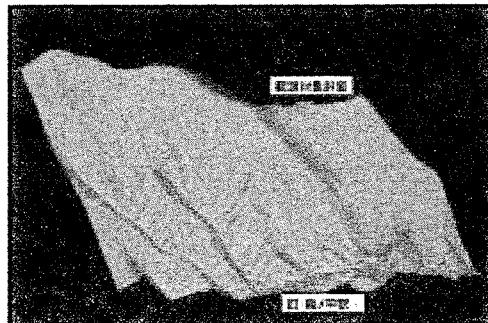


図 2 対象地周辺の 3 次元鳥瞰図

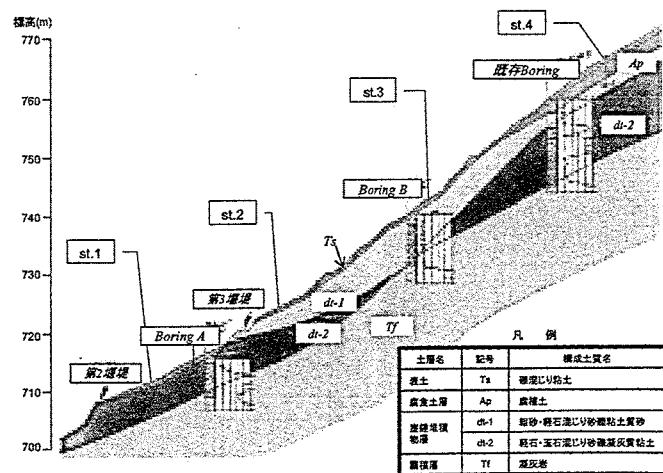


図 3 対象地渓流沿いの想定断面図

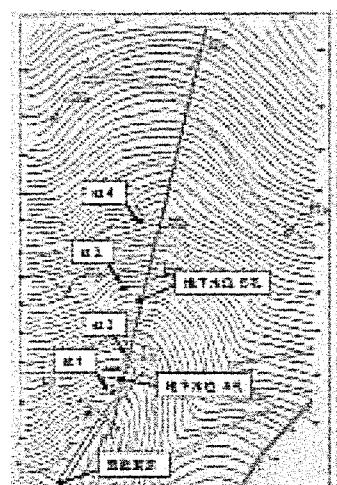


図 4 観測機器類の位置平面図

下流側を中心とした観測点を設けている。

図3に示したように、斜面渓流沿い付近に、センサー及びデータ収集装置等をセットしたステーション(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。各stには、地表面から30・60・100cmの深さで土中水分を測定するサクションメータ型の土壤水分計3基を設置している。

降雨等の気象観測は、図1に示す旧熊ノ平駅構内の平地に気象観測用のステーションにて観測を行っている。その他に、ボーリング孔を利用したA・B点にて地下水位と、下流部で地表水の測定を行っている。それぞれの平面位置図を図4に示す。

3. 水分量の試算による考察

st.1にて測定した30・60・100cm深でのサクション値を図5に示す。合わせて単位時間当たりの観測雨量(mm/10min)とこの観測雨量から算出した半減期1.5, 6, 24時間の実効雨量を図5に示す。実効雨量⁻¹は、適正な半減期を設定することによって、雨水が土中に留まりタイムラグをもって当該箇所から流出する事象を表現できるとされている。各サクション値の降雨時の応答性及び、降雨後の減衰の傾向は、実効雨量のそれらに共通した傾向を示していることが確認できる。

サクション値は、各測定点での湿润状態を表現する出力データであって、この数値そのものが土中水分量を表現しているのではない。観測に用いているセンサーがポテンシャル・エネルギーを圧力として感知するサクションメータであるので、量的な試算するためには、このポテンシャル・ベースの出力値を体積ベースに変換する必要がある。そこで、センサー設置時に採取した各深さでの土試料を用いた保水性試験の結果を基に、van-Genuchten提案式⁻²を適用して水分特性曲線を近似曲線として求めた。水分特性曲線を介して、サクション値であった観測出力を体積含水率に変換することができる。次に、30・60・100cm深の体積含水率は、深さ方向へ線形変化を呈すると仮定して、観測点での単位面積当たりの地表面(0cm深)から100cm深までの土柱にどれだけの水分が存在するかの試算を行った。この手順にて算定した、単位面積当たりの1m深の土柱の水分試算量を、その土柱が飽和状態(3深にて飽和体積含水率と設定した状態)となるときの土中水分試算量にて除した数値を、土中水分試算量比として算出した。土中水分試算量比と実効雨量を合わせて図6に示す。

・深までの土中水分量の変化を把握することは、当該土厚での斜面安定性を示唆すると考えられる。図6の水分試算量比の変化から、・月～日・の降雨イベント・総雨量・最大降雨強度によるよりも、その後の・月～日や・月～日・の降雨イベントの方が、不安定化への寄与度が高いと示唆している。これは極表層～未満深のみの評価であるが、この後半の降雨イベント時には、・深観測値が正圧に転じており、土砂移動が起りうる状況であったと想定される。

参考文献・鈴木雅一、小橋澄治：がけ崩れ発生と降雨の関係について、新砂防、

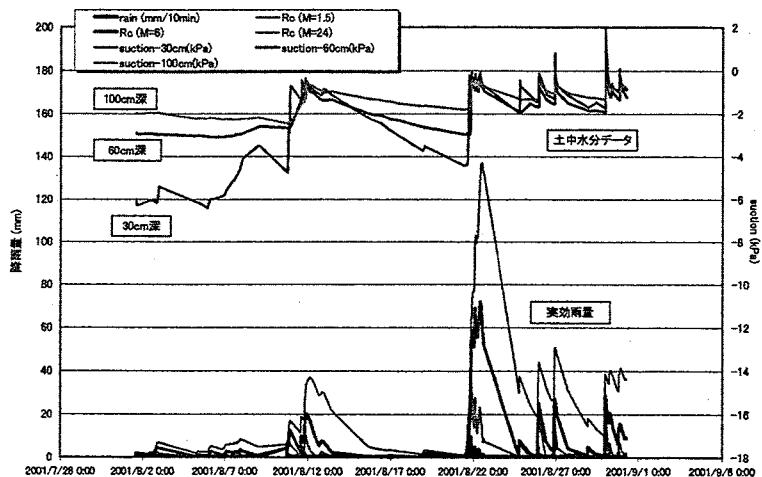


図5 サクション値、観測雨量及び、実効雨量の比較

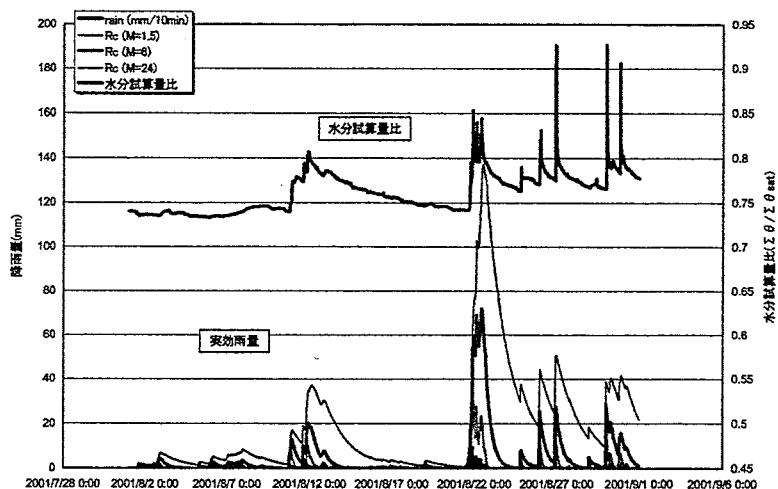


図6 水分試算量比、観測雨量及び、実効雨量の比較