

道路に近接した斜面地におけるサクション計測と解析的評価の事例

ダイヤコンサルタント 正会員 ○鏡原 聖史, 坂東 聡
 神戸市立工業高等専門学校 正会員 鳥居 宣之
 立命館大学 正会員 藤本 将光
 大阪産業大学 正会員 小田 和広
 関西大学 正会員 小山 倫史
 大阪大学大学院 正会員 小泉 圭吾

1. はじめに

日本の国道では、豪雨時における斜面崩壊などの被災防止対策として異常気象時通行規制という方法が用いられている。現在、国道の通行規制は、対象となる区間において、連続雨量が基準値に到達した際に通行規制が実施される。しかしながら、連続雨量による雨量基準では、通行規制後に斜面崩壊が発生しない通行規制の空振りが多発しており、適切な通行規制基準の設定が求められている。加えて、連続雨量は、時間雨量 2mm/h 以下の降雨が 3 時間継続した際に数値がリセットされ、道路パトロールによって安全が確認された際に規制解除がなされる。この解除基準は斜面崩壊の危険度が低下したと考えられる経験的な数値であるため、科学的な根拠に基づく解除基準の設定が必要となる。

本報告では、平成 30 (2018) 年 7 月豪雨の現地計測の結果（地盤内のサクションの変化）とこの降雨を分割して、入力した浸透流解析結果による地盤内のサクシヨンの変化を推定した結果を比較することで、連続雨量による規制基準値による規制開始、解除について考察を行った。

2. 現地計測

計測は、兵庫県洲本市にある国道に近接した斜面地を対象に 2016 年より地盤内の圧力の計測が行われている¹⁾。計測箇所は、図 1 に示す箇所、赤丸地点でボーリング調査、多深度にテンシオメータ、多深度に土壌水分計を設置されている。観測結果については、以降で述べる。

3. 飽和・不飽和浸透流解析モデル

現地の計測結果を再現するために、3 次元の飽和・不飽和浸透流・移流分散解析コード "Dtransu-3D・EL" を用いた。解析モデルを図 1 と図 2 に示した。図に示すように流域面積 8.64ha を 10m 格子で作成し、モニタリング観測箇所にかけて 5m , 1m と細分化した。また、深度方向は、表土層 ($0.3\text{m} \times 5$ 層) および CL 層 ($0.3\text{m} \times 20$ 層 + $0.5\text{m} \times 1$ 層) をモデル化した。解析モデルの節点数は 142,074、要素数は 263,796 である。なお、底部境界は、CL

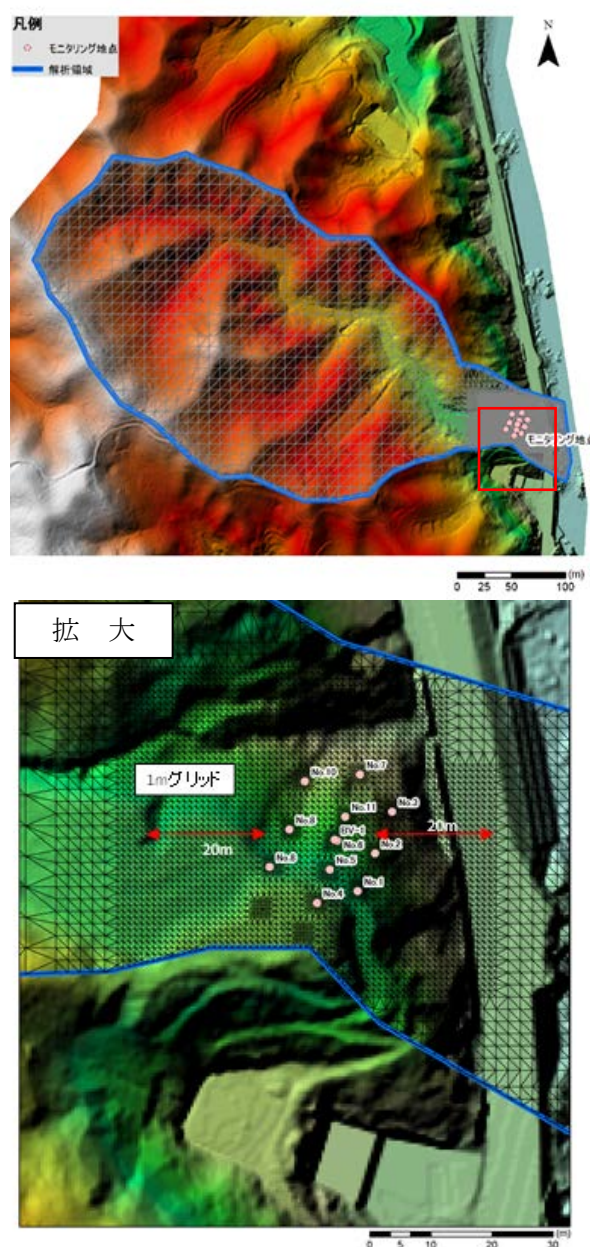


図 1 計測箇所と解析モデル

キーワード 異常気象時道路通行規制, モニタリング計測, 飽和・不飽和浸透流解析

連絡先 〒564-0051 大阪府吹田市豊津町 5-3 (株) ダイヤコンサルタント TEL06-6339-9141

層下限面とした。表土層および CL 層のパラメータについては、現地調査ならびに室内試験結果等に基づいて設定した。

4. 平成 30 年 7 月豪雨時の観測結果と解析結果ならびに考察

平成 30 (2018) 年 7 月 3 日から 8 日の計測結果 (テンシオメータ No.11, GL-1.0m) と解析結果の比較を図 3 に示した。図 3 (a) は、計測された時間雨量を示している。

図 3 (b) は、通行規制発令基準を基にした連続雨量 (当該区間は、規制基準雨量 160mm, 解除基準雨量時間雨量 2mm/h 以下の降雨が 3 時間継続を示している。図 3 (c)

はサクシヨンの計測結果と解析結果を示している。ここで解析結果は、先行降雨の影響を確認するために、解析 1

は観測雨量を、解析 2 は図 3 (b) に示す後半 2 山降雨を、解析 3 は図 3 (b) に示す後半 1 山降雨をそれぞれ入力した結果である。計測結果は、小さな降雨であっても鋭敏な

反応を示し、比較的小規模な降雨において飽和に近い状態になることが認められた。つぎに、解析 1 では、計測値ほど鋭敏な反応は表現できていないものの概ね累積雨量の増加に伴って飽和に近い状態が継続することが表現

できている。一方、解析 2 は、当然であるが解析 1 と比較してサクシヨンの最大値が小さくなっている。これは、無降雨中にサクシヨンが低下することと、累積雨量が小さいためであると言える。また、解析 3 は、その差がさらに顕著になっている。このことから、今回の事例のよう

に規制基準雨量に達しないような降雨が繰り返し降るような場合、計測結果から地盤内の飽和度が高い状態が継続していた。また、解析的に先行降雨の影響を除いた評価を行った結果、解析 1 と解析 2 の違いが示すよう先行降雨によって、地盤内の飽和度が高い状態が長く継続すること、サクシヨンの最大値にも違いが現れることが確認できた。このことから、連続雨量のみで、規制を行う場合、規制基準雨量 160mm に到達しない降雨であって

も、何度も規制基準以下の降雨が繰り返し降り、短時間雨量が大きい降雨を受ける場合、あるいは解除基準を満たした後に大きな短時間降雨を受ける場合等、地盤内の飽和度が高い状態で受ける降雨によっては、崩壊の危険性が高まっていると考えられる。なお、今回の降雨イベントでは、当該区間において土砂崩れは発生していないため、地盤内の水分状況だけでは崩壊、非崩壊の区別ができず、別途安定計算などとの組み合わせによって安定度を評価する必要があると考えられるため、引き続き計測し、データ収集、分析を行う予定である。

謝辞：本研究は、新都市社会技術融合創造研究会プロジェクト「事前道路通行規制区間の解除のあり方に関する研究」(代表：鳥居宣之)の一環で行った。ここに記して、謝意を表します。

参考文献：1) 小山倫史：降雨特性に応じた道路通行規制のあり方に関する研究，新都市社会技術融合創造研究会 第 13 回新都市社会技術セミナー，2014。

図 2 解析モデル

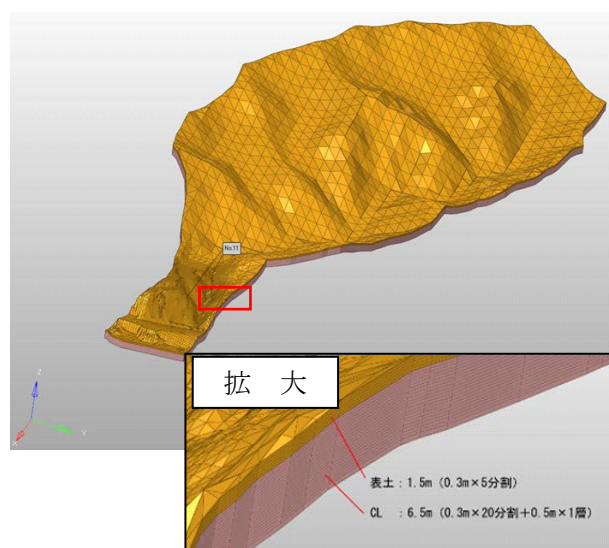


図 2 解析モデル

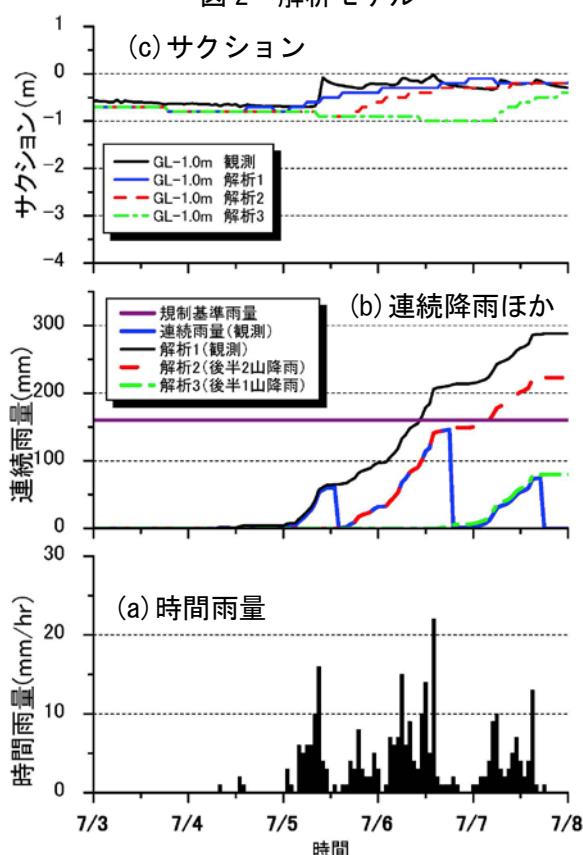


図 3 計測結果と解析結果の比較

も、何度も規制基準以下の降雨が繰り返し降り、短時間雨量が大きい降雨を受ける場合、あるいは解除基準を満たした後に大きな短時間降雨を受ける場合等、地盤内の飽和度が高い状態で受ける降雨によっては、崩壊の危険性が高まっていると考えられる。なお、今回の降雨イベントでは、当該区間において土砂崩れは発生していないため、地盤内の水分状況だけでは崩壊、非崩壊の区別ができず、別途安定計算などとの組み合わせによって安定度を評価する必要があると考えられるため、引き続き計測し、データ収集、分析を行う予定である。

謝辞：本研究は、新都市社会技術融合創造研究会プロジェクト「事前道路通行規制区間の解除のあり方に関する研究」(代表：鳥居宣之)の一環で行った。ここに記して、謝意を表します。

参考文献：1) 小山倫史：降雨特性に応じた道路通行規制のあり方に関する研究，新都市社会技術融合創造研究会 第 13 回新都市社会技術セミナー，2014。