

111 土砂生産予防対策施設配置計画の策定に向けて

建設省湯沢砂防工事事務所 ○井良沢道也
パシフィックコンサルタンツ株式会社 平松晋也・青柳泰夫・植村昌一

1. はじめに

豪雨や地震並びに火山活動等とその誘因として発生する土砂災害を回避するため、今日まで営々と砂防事業が実施されてきている。しかしながら、砂防事業の主体は砂防ダムや流路工に代表される流出土砂量対策であり、流出土砂量の源となる生産土砂量（特に、山腹斜面からの生産土砂量）に関しては、現象自体が突発的であり不確定要素を多分に含んでいることを理由に、土砂の生産の場を勘案した施設の配置計画（土砂生産源対策）の策定やその実施にまでは至っていないというのが現状である。ここでは、既往の「山腹表層崩壊発生予測モデル」に土砂生産予防対策施設の効果を反映し得るように改良を加えるとともに、このモデルの【土砂生産予防対策施設配置計画】への適用の可能性の検討を行った。

2. 対象地域

対象地域は、昭和44年8月の災害時に多数の表層崩壊の発生が確認された建設省湯沢砂防工事事務所管内の魚野川流域右支三国川流域中流部の土沢流域(流域面積:0.52Km²)である。流域の地質は班れい岩と花崗閃緑岩に二分され、崩壊地は図-4に示すように流域の上流部を占める班れい岩地域に集中している。

3. 崩壊地の再現計算

本研究では、かつて筆者らが提示した飽和-不飽和浸透流解析の導入により降雨期間中の斜面内部での雨水の3次元的な流れを追跡し、リアルタイムで斜面の安定性を評価することが可能となる「表層崩壊発生予測モデル」を採用した。

3.1 土壌水分特性

ここで採用した「表層崩壊発生予測モデル」を用いて既往崩壊地の再現計算を実施するためには、土壌内部での水分移動を支配することになる水分特性値すなわちK~ ψ 曲線並びに ψ ~ θ 曲線が必要となる。このため、対象流域内の中流部（花崗閃緑岩地帯）より不攪乱状態で大型試料（ $\phi=20\text{cm}$, $L=120\text{cm}$ ）を採取し、これに対して人工降雨実験を行い、これによって得られた結果を用いて水分特性の特定を行った。土層深度毎に得られた ψ ~ θ 曲線を図-1に、K~ ψ 曲線を図-2にそれぞれ示す。中間深度部である深度45cm~75cm部での透水性並びに保水性は、他の深度部と比較して若干劣っていることがわかる。

地下水流出実験の再現計算結果である図-3より、ここで特定された ψ ~ θ 曲線並びにK~ ψ 曲線の妥当性が確認される。

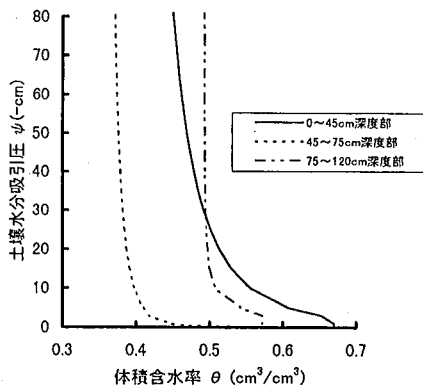


図-1 ψ ~ θ 曲線

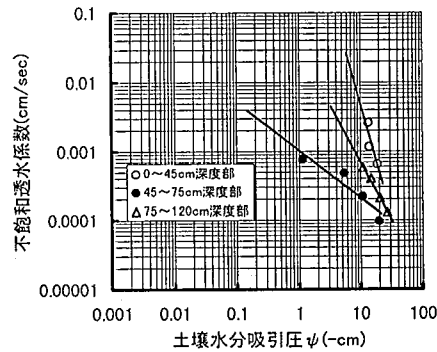


図-2 K~ ψ 曲線

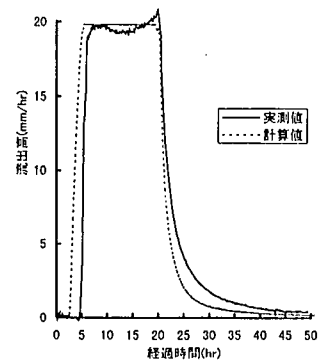


図-3 地下水流出量の再現結果

3.2 解析ケース及び計算条件

昭和44年8月の災害時に発生した崩壊地の再現計算を実施した。入力降雨波形としては、概ね4日間にわたって継続し、最大時間雨量41.5mm/hr、連続雨量395mmを記録した対象流域近傍五十沢観測所における実績降雨波形を採用した。表土層厚は、流域内の18地点に対して実施した土研式簡易貫入試験結果を基に平面2次元的に10m間隔でメッシュ分割された各基本要素毎に70cm~180cmの範囲内で10cm間隔で設定した。その他シミュレーションを実施する上で必要となる土質諸元は、同様に対象流域内の3地点に対して実施された土質試験結果を基に各地における地質状況を勘案しそれぞれ設定した。

3.3 崩壊地の再現結果

図-4は、再現計算の結果崩壊が発生すると判断された斜面の分布状況をとりまとめたものであり、同図中には、実績崩壊地を併記した。計算結果と実際に崩壊が発生した斜面とは大部分で一致しており、

流域の右支川上流部と流域中流部右岸域並びに最下流部で崩壊が多発している傾向を比較的良く再現している状況がわかる。なお、実際に崩壊が発生した斜面の総数が157斜面であったのに対し、シミュレーションにより崩壊が発生すると判断された斜面総数は161斜面であった。

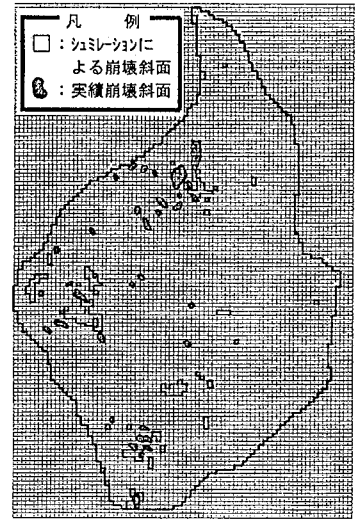


図-4 既往崩壊地の再現計算結果

4. 「表層崩壊発生予測モデル」の

土砂生産予防対策施設配置計画への適用性

4.1 土砂生産予防対策施設の分類

土砂生産予防対策の必要個所の地形状況(谷部・尾根部)や主たる崩壊誘因(地下水の上昇・土質強度不足)の相異により対策工法の選定に制限が加わることになる。この①地形条件、②主たる崩壊誘因に着目し、土砂生産予防対策工法の分類(選定フロー)を行ったものを図-5に示す。

4.2 土砂生産予防対策施設(集水マス)の効果

ここでは、前項で分類した土砂生産予防対策工の内、地下水排除工(集水マス)を例として、その効果の検討を行った。シミュレーションを実施するにあたり、集水マスが位置する斜面部では、①雨水は直ちに基岩面へと到達し、地下水深の形成に寄与する、②地下水深の消長を支配する有効間隙率としては、当該斜面部には土壌が存在しないため、 $\lambda=1.0$ と設定した。

4.2.1 集水マス近傍の地下水深の挙動

図-6は、対象流域右支川上流部の崩壊多発斜面近傍を例として、土砂生産予防対策として地下水排除工(集水マス)を設けた場合と無施設の場合との地下水深の挙動を比較したものである。同図より、集水マスによる地下水深の低減効果(最大地下水深:20~125cm低下)が確認される。この地下水深低減効果は、集水マスに近い斜面部ほどより顕著に確認された。

4.2.2 崩壊発生斜面の出現状況

図-7は、最終的に崩壊が発生すると判断された斜面の分布状況をとりまとめたものであり、無施設の場合には崩壊発生斜面総数が33斜面であったのに対して、集水マスを設けた場合には19斜面と14斜面減少する結果となった。このように、「表層崩壊発生予測モデル」により崩壊が発生する可能性が高いと判断された斜面の周囲120mにわたり集水マスを設置したところ、

14斜面(1400m²)の崩壊発生抑制効果が確認され、本手法の「土砂生産予防対策施設配置計画」を策定するための支援ツールとしての妥当性が確認された。

5. おわりに

地下水排除工(集水マス)を例として、「山腹表層崩壊発生予測モデル」を用いた【土砂生産予防対策施設配置計画】の策定の可能性の検討を行ったわけであるが、今後は、その実施に向けてその他(表面被覆工・斜面補強土工)による斜面安定効果の評価方法の検討を行う予定である。

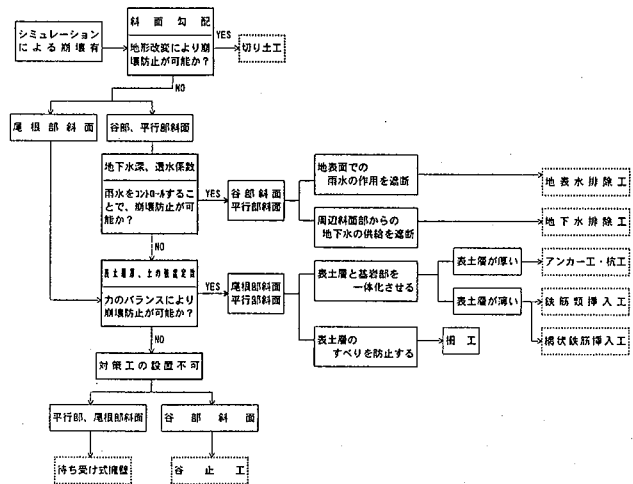


図-5 土砂生産予防対策施設の分類

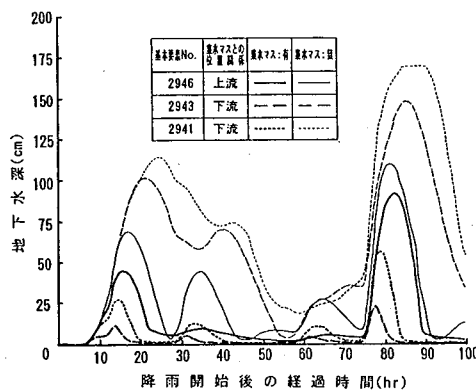


図-6 地下水深の挙動に及ぼす集水マスの影響

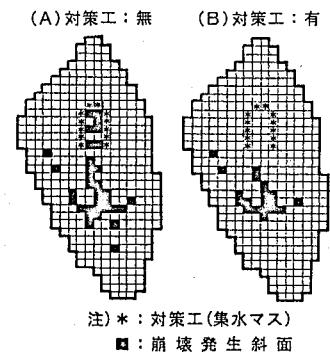


図-7 集水マスによる崩壊抑制効果