

68 初期水分状態の相違が崩壊発生に及ぼす影響について

パシフィックコンサルタンツ(株) ○植村昌一・平松晋也
建設省土木研究所 石川芳治・小山内信智・竹崎伸司

1. はじめに

森林山腹斜面上で生起する表層崩壊の大部分は、降雨を誘因とし雨水の土層内への浸透に伴う土塊重量の増加や飽和度上昇による土質強度の低下に伴って生じる現象であると理解される。前年度までの検討では、土層内部での雨水の浸透状況を左右することになる $K \sim \phi$ 関係、 $\phi \sim \theta$ 関係といった土壌水分特性や表土層厚が表層崩壊に及ぼす影響度評価を行った。本研究では、数値計算モデルを用いて表層崩壊の予知・予測を行おうとする上での初期条件となる【初期水分状態】に着目し、雨水の基岩面への到達状況や表層崩壊の発生状況に及ぼす初期水分状態の影響度について定量的評価を試みた。

2. 初期水分状態の相違による雨水の基岩面への到達状況の変化

昭和62年8月の温海災害時に表層崩壊が多発した庄内小国川右支中野俣川流域内の崩壊地源頭部より採取した大型不攪乱土壌($\phi=15\text{cm}$, $L=90\text{cm}$)に対する室内人工降雨実験によって得られた土壌水分特性曲線(各土層深度毎に設定)を用いて、雨水の基岩面への到達状況に及ぼす初期水分状態の影響度評価を行った。

2.1 地表面へと与えられた雨水の基岩面への到達状況

雨水の基岩面への到達状況の経時変化(鉛直土柱を想定)は、不飽和浸透流解析を実施することにより定量的に把握した。計算ケースは、初期土壌水分状態(初期飽和度)として65%(ケース:1), 70%(ケース:2), 80%(ケース:3)の3段階設定し、各土壌水分状態に対して表土層厚を対象斜面内の最小値である80cmから最大値である190cmへと10cm間隔で変化させた場合の12ケースを組み合わせた合計36ケースである。土層上端部に対する入力降雨波形としては、全ケースとも対象斜面近傍地点での

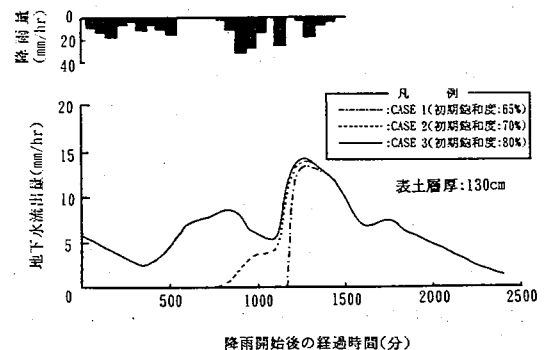


図-1 初期水分状態の相違による基岩面への供給水量の変化

実績降雨波形(図-1)を与えた。図-1は、表土層厚を130cmとした場合を例として、初期水分状態を3パターン変化させた場合の鉛直土柱下端部からの地下水流出量の経時変化を示したものである。図-1より、初期飽和度の減少とともに、地下水流出の出現開始時間は遅くなり、ピーク流出量は減少する傾向が顕著に認められる。この傾向は、表土層厚の増加とともに顕著に現れる結果となった。一方、ピーク流出量発生時間や流出量の低減開始時間には、初期飽和度の影響はほとんど認められなかった。

2.2 初期水分状態が雨水の基岩面への供給状況に及ぼす影響

各初期水分状態毎の表土層厚と最大地下水流出量の発生時間との関係を図-2に、表土層厚と最大地下水

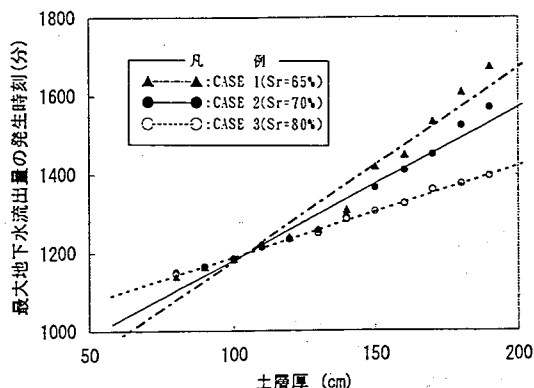


図-2 表土層厚と最大地下水流出量の出現時間との関係

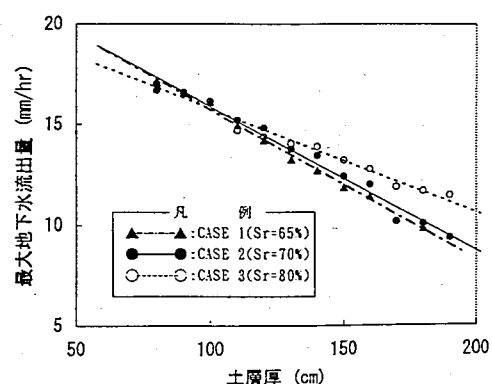


図-3 表土層厚と最大地下水流出量との関係

流出量との関係を図-3に示す。以上の結果より、最大地下水流出量の発生時刻、最大地下水流出量ともに表土層厚が80~120cm程度と薄い場合には、初期飽和度の設定如何にかかわらずほぼ同値を示すものの、表土層厚の増加とともにこれら両者には初期飽和度の影響が現れるようになることがわかる。具体的には、初期飽和度の増加とともに最大地下水流出量の出現時間は早く（表土層厚が190cmの場合：280分の開き）なり、最大地下水流出量は大きくなる（表土層厚が190cmの場合：2.0mm/hrの開き）となる。これは、初期飽和度の減少や表土層厚の増加とともに土層内部に貯留される水分量（地下水流出に対しては損失雨量となる）が増大し、雨水の基岩面への到達が遅くなったことによるものと判断される。

3. 表層崩壊に及ぼす初期飽和度の影響度評価

前報で提示した【山腹表層崩壊発生モデル(2層モデル)】を用いて初期飽和度の相違によりもたらされる基岩面への供給水量が崩壊に及ぼす影響度を評価した。

3.1 表層崩壊発生シミュレーション

ここで用いた【表層崩壊発生モデル】は、対象流域を平面2次元的にメッシュ分割し表土層厚を高さとする鉛直土柱を各メッシュ毎に設定し、これを解析の基本要素としている。各基本要素毎に地表面へと与えられた雨水は、前述の飽和-不飽和浸透流解析を介して基岩面へと供給され、地下水深を形成するとともに飽和側方流を形成し各要素間を移動するようになる。この時系列的に変化する値として得られる地下水深を用いて斜面安定解析を実施することにより各基本要素における斜面の安定性も時々刻々と変化する値として知ることができる。対象斜面は、前述の中野俣川流域内の小斜面（流域面積：0.4km²）である。検討ケースは、初期飽和度を65%, 70%, 80%と変化させた場合の3ケースである。初期飽和度を除く計算条件は、各ケース一律に当該斜面に対する土質試験結果を採用した。

3.2 崩壊発生斜面の出現状況

対象斜面内の既往崩壊斜面（谷型斜面）での初期水分状態の相違による安全率の変化をとりまとめた図-4より、各ケースとも最終的には崩壊が発生する結果となったものの、崩壊発生時間は初期飽和度の増加とともに早くなる（約15時間の差）ことがわかる。図-5は、崩壊発生斜面の出現状況をとりまとめたものであり、初期飽和度の増加に伴う基岩面への供給水量の増加とともに、「崩壊発生斜面の出現開始時間」、「最終的な崩壊発生斜面の分布状況に至るまでに要する時間」とともに早くなり、「崩壊発生斜面の増加度合」及び「最終的な崩壊発生斜面総数」は増加するようになることがわかる。

4. おわりに

数値計算モデルを用いて崩壊の予知・予測を行う上での初期条件となる【初期水分状態】に着目し、雨水の基岩面への到達状況や崩壊の発生状況に及ぼす初期水分状態の影響度について定量的評価を試みた結果、初期飽和度の値如何によっては、崩壊の発生時間のみならず崩壊の発生の有・無も異なったものとなることが確認された。また、初期飽和度の増加とともに、崩壊発生斜面総数は増加し、最終的な崩壊発生斜面の分布状況に至るのに要する時間も早くなる。今後は、現地観測による検証を加え、総合的な崩壊予知・予測システムの構築を目指したい。

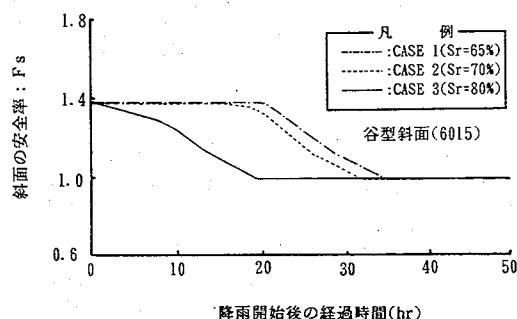


図-4 初期水分状態の相違による斜面安全率の変化

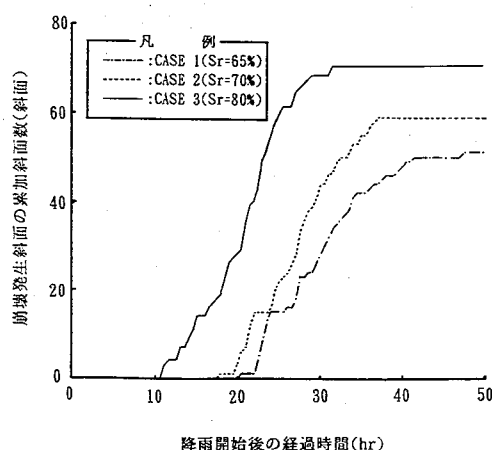


図-5 初期水分状態の相違による崩壊発生斜面の出現状況の変化