

氏名	三 森 利 昭
学位(専攻分野)	博士 (農 学)
学位記番号	論 農 博 第 1924 号
学位授与の日付	平成 6 年 5 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	崩壊に關与する諸因子の影響度評価に關する数値実験的研究

論文調査委員 (主 査) 教授 小橋澄治 教授 長谷川高士 教授 神崎康一

論 文 内 容 の 要 旨

山地崩壊の発生は土砂災害の大きい要素の一つである。災害を防止するためには、発生場所、時間、その規模を予測することが必要である。従来の山地崩壊の予測に關する研究手法は過去の崩壊事例を統計的に処理して予測モデルを構築する手法が多い。しかしこれらの手法はその結果が普遍性に欠けることが指摘されている。

近年、崩壊発生メカニズムから出発して、数値シミュレーションの手法を用いて普遍性の高い予測モデルを構築する研究が行われている。これに属する手法は幾つかに分類されるが、飽和不飽和浸透理論と極限平衡論を組合わせた手法は崩壊発生場と時間の予測が同時に可能であり、崩壊に關与する因子の殆どをモデルの中に表現できる利点を持つ。しかしながら現在までに公表されているモデルは幾つかの欠点を持ち、実用性のあるモデルが確立されたとはいえない。

本論文は飽和不飽和浸透理論と極限平衡論を組合わせたこれまでの研究例に内在する諸問題の解決策を明示し、提案するモデルが崩壊現象を十分説明しうることを実験結果から実証し、新たな評価基準を設定して崩壊に關与する諸要因の影響度を評価している。

第1章では既往の研究例を詳細に検討し、その問題点を整理した上で、本論文の目的・意義を述べている。

第2章では本論文で用いる浸透を考慮した斜面の安定解析モデルを提示している。浸透現象については有限要素法による Richards 式の数値解法を斜面安定については極限平衡法に属する簡易 Bishop 法を用いているが、既往の研究の問題点の解決策を提示している。浸透解析では初期条件設定法として排水非定常過程にある水分分布形を用いる手法、浸透解析に必要な土壌の物理性を示すパラメーターの決定については種々の実験式との適合性の合理的な検討法、測定困難なパラメーターの決定法である。斜面安定解析では合理的なスライス数を決定するために浸透解析から得られた斜面内土層の圧力ポテンシャル分布を安定解析に組込む方法、不飽和時の土の強度を評価する方法である。

第3章では第2章で提示したモデルの妥当性を実証するために、室内崩壊実験を行い、モデルによる数値シミュレーション結果と比較検討している。実験では崩壊発生時の急激な間隙水圧変動に追従できる新たな高感度小型間隙水圧計を使用し、崩壊前後の水圧分布が数値シミュレーション結果と良く合致することを示している。また実験開始時の土層内水分条件をモデルにおける排水非定常過程での類似の時点と合わせることによって、崩壊発生時刻がモデルによって予測できることを立証している。さらに崩壊実験における崩壊土の移動ベクトルを求めることによって、数値シミュレーションで得られた臨界円は崩壊実験でのスベリ面とよく一致していることを示している。これらの検討から提示したモデルが妥当であると結論づけられている。

第4章では提示したモデルを用いて降雨条件および初期水分条件が崩壊発生に与える影響を検討している。その結果、崩壊に至るまでの累積降雨量は降雨強度に関わらず一定であり、降雨停止後、斜面が最小安全率となるまでの遅れ時間は降雨強度が大きいほど長いことなどの結果を得て、降雨のピーク時と崩壊発生時の時間遅れの説明に斜面内の水の分布形態の変化を評価する必要性があることを述べている。

第5章では提示したモデルを用いて崩壊発生に関与する降雨以外の諸要因について感度分析を行っている。まず既往の感度分析手法の問題点を検討し、累積降雨量比を基準とする新しい感度分析法を提案している。この手法で感度分析を行った結果、初期水分条件が最も大きい影響を持つことを確認し、土層内の水分分布を示す指標として、有効飽和度を提示している。そして累積降雨量比と有効飽和度との関連で崩壊に関与する諸要因を2つに分類し、それぞれの感度を示している。この考え方を発展させることにより、崩壊発生場、発生時間の予測が可能になると述べている。

論文審査の結果の要旨

山地崩壊による災害を防止軽減するためには、崩壊発生場と発生時間を予測する技術の確立が必要であり、崩壊予測モデルの研究は砂防学の中心課題の一つである。多くのモデルの中で飽和不飽和浸透理論と極限平衡論を組合わせた手法は崩壊発生場と発生時間の予測が同時に可能であり、崩壊に関与する因子の殆どをモデルの中に表現できる利点を持つ。しかしながら現在までに公表されているモデルは幾つかの欠点を持ち、実用性のあるモデルが確立されたとはいえない。

本論文は飽和不飽和浸透理論と極限平衡論を組合わせたこれまでの研究例に内在する諸問題の解決策を検討し、著者の提案するモデルが崩壊現象を十分説明しうることを実験結果から実証し、新たな評価基準を設定して崩壊に関与する諸要因の影響度を検討している。本論文で特に評価すべき点は以下のとおりである。

1. 公表されている既存の解析モデルでの問題点を解決するため、著者が提案しているモデルでは多くの独創的な提案が含まれている。それは浸透解析の分野では、初期条件設定法として排水非定常過程にある水分分布形を用いる手法、土壌の物理性を示すパラメーターの決定段階で用いた種々の実験式との適合性の合理的な検討法、測定困難なパラメーターの決定法である。また斜面安定解析の分野では、合理的なスライス数を決定する段階での浸透解析から得られた斜面内土層の圧力ポテンシャル分布を安定解析に組込む方法、不飽和時の土の強度を評価する方法である。

2. モデルの妥当性を実証するために行った実験では、崩壊発生時の急激な間隙水圧変動に追従できる新しい高感度小型間隙水圧計を開発し、崩壊前後の水圧分布の変動を正確に把握し、それをモデルによって説明できることを示している。また実験開始時の土層内水分条件をモデルにおける排水非定常過程での類似の時点と合せることによって、崩壊発生時刻の予測が可能なことを立証している。
3. 崩壊発生に関与する諸要因の感度分析において、有効飽和度および累積降雨量比を基準とする新しい観点による分析手法を提案し、諸要因の分類に成功している。

以上のように、本論文は新しい山地の崩壊予測モデルを提案し、その有効性を実験結果で立証し、新たな評価基準を設定して崩壊に関与する諸要因の影響度を検討したものであり、砂防学および災害予測技術の確立に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成6年3月15日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。