OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	雨量と土中水分量を用いた高速道路における斜面防災対策の高度化に関する研究
Author(s)	櫻谷, 慶治
Citation	大阪大学, 2018, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/70789
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

様式３

論　文　内　容　の　要　旨

氏　名　（　櫻谷　慶治　）	
論文題名	雨量と土中水分量を用いた高速道路における斜面防災対策の高度化に関する研究

論文内容の要旨

わが国では、降雨時における土砂災害が頻繁に発生しており、その数は増加傾向にある。高速道路においても例外ではなく、斜面防災対策の改善は喫緊の課題である。現在、その対策の方法として、事前通行規制を主としたソフト対策が施されているが、現行の通行規制で対応できない事例も報告されており、懸案となっている。

そこで本研究では、高速道路における斜面防災対策の高度化を目指して、まず、降雨の発生確率に基づく、雨量を指標とした現行の基準値の設定手法に加えて、誘因情報と素因情報を加味した災害発生確率モデルを構築し、同モデルを用いたリスクマネジメント手法の検討を行った。また、現行のソフト対策で十分に考慮されていない土中水分量に着目し、通行規制基準の設定に資する新たな指標としての活用方法を検討した。さらに、両手法を組み合わせた斜面防災対策の高度化のための方法論を示すことを目的とした。

本論文は、以下の8章から構成されている。

第1章では、序論として研究の背景、研究の目的を述べ、本論文の構成を示した。

第2章では、局所的な降雨による土砂災害の見逃しを軽減するため、約1km四方の単位で国土交通省より提供されている解析雨量（以下「解析雨量」とする）を活用することを念頭に、事前通行規制に対してその適用性を確認した。解析雨量と実測雨量の比較結果から、両者には高い相関関係があることを確認したものの、高強度の降雨に対する誤差は少なくないことを明らかにした。一方で、連続雨量での両者の相関の高さ、および降雨履歴の類似性より、解析雨量は降雨の発生確率の算出に適用可能であることを示した。

第3章では、通行規制実施前に災害が発生する「安全面でのリスク」と、通行規制実施後に災害が発生しない「社会損失面でのリスク」の２つをリスク指標として定量化し、両リスクの和が最小となる基準設定の手法を確立した。ここでは、現行の手法では十分に考慮されていない、のり面の面積などの素因情報を定量的に加味した災害発生確率を考慮し、通行規制基準設定の高度化をはかった。また、降雨量分布モデルに解析雨量を適用することで、局所的な降雨への対応も考慮した。

第4章では、現行の通行規制基準値が雨量のみを指標として設定されていることを問題として捉え、斜面災害の発生と、より直接的に関連の深い土中水分量に着目し、これと斜面崩壊との関係を模型実験により調べた。その結果、土中の体積含水率は斜面変形が始まる前に、一旦、擬似的な飽和状態に至ることが確認できた。本研究では、この値を初期擬似飽和体積含水率（θ_{iqs}）と定義し、θ_{iqs}と斜面崩壊との関係を詳細に確認した。

第5章では、θ_{iqs}を高速道路で通行規制指標として適用する上で必要となる、土中水分量のモニタリング箇所の抽出方法について検討した。ここでは、SOM(Self-Organizing Map)解析とクラスタ分析を併用することにより、優先度の高いモニタリング対象のり面を客観的に抽出する手法を提案した。点検結果を基に作成された「切土のり面安定度評価表」データを用いて、747ののり面から23ののり面を優先順位付きで抽出し本手法の有効性を示した。

第6章では、本研究で開発した、斜面における土中水分量をWSN(Wireless Sensor Network)を用いてモニタリングするシステムについて述べた。また、モニタリングデータから粒子フィルタを用いて斜面の土壌水分特性パラメータが精度よく同定可能であり、これに基づき雨量データから体積含水率を推定する手法を提案した。さらに、浸透流解析により降雨強度からθ_{iqs}を導出する方法を提案した上で、体積含水率がθ_{iqs}に達した時点をトリガーとする通行規制実施・解除の判断フローを示した。

第7章では、本研究で提案したリスクマネジメント手法を用いて算出した雨量による通行規制基準値が、現行の基準値に対し災害捕捉率が向上することを確認し、同手法の有用性を示した。また、浸透流解析により、土中水分量を指標とする通行規制基準値が、雨量による通行規制基準値を補完可能であることを確認した。最後に、雨量と土中水分量を組み合わせた斜面防災対策の高度化手法を提案した。

第8章では、本研究で得られた成果を結論として総括し、今後の研究課題を示した。

様式 7

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏　名	（　　櫻谷　慶治　　）

	(職)	氏　名
論文審査担当者		
主 査	教　授	鎌田　敏郎
副 査	教　授	乾　　徹
副 査	准教授	貝戸　清之
副 査	教　授	小田　和広（大阪産業大学工学部）

論文審査の結果の要旨

わが国では、降雨時における土砂災害が頻繁に発生しており、その数は増加傾向にある。高速道路においても例外ではなく、斜面防災対策の改善は喫緊の課題である。現在、その対策の方法として、事前通行規制を主としたソフト対策が施されているが、現行の通行規制で対応できない事例も報告されており、懸案となっている。

そこで本研究では、高速道路における斜面防災対策の高度化を目指して、まず、降雨の発生確率に基づく、雨量を指標とした現行の基準値の設定手法に加えて、誘因情報と素因情報を加味した災害発生確率モデルを構築し、同モデルを用いたリスクマネジメント手法の検討を行っている。また、現行のソフト対策で十分に考慮されていない土中水分量に着目し、通行規制基準の設定に資する新たな指標としての活用方法を検討している。さらに、両手法を組み合わせた斜面防災対策の高度化のための方法論を示すことを目的としている。

本論文は、以下の 8 章から構成されている。

第 1 章では、序論として研究の背景、研究の目的を述べ、本論文の構成を示している。

第 2 章では、局所的な降雨による土砂災害の見逃しを軽減するため、約 1km 四方の単位で国土交通省より提供されている解析雨量（以下「解析雨量」とする）を活用することを念頭に、事前通行規制に対してその適用性を確認している。解析雨量と実測雨量の比較結果から、両者には高い相関関係があることを確認しているものの、高強度の降雨に対する誤差は少なくないことを明らかにしている。一方で、連続雨量での両者の相関の高さ、および降雨履歴の類似性より、解析雨量は降雨の発生確率の算出に適用可能であることを示している。

第 3 章では、通行規制実施前に災害が発生する「安全面でのリスク」と、通行規制実施後に災害が発生しない「社会損失面でのリスク」の２つをリスク指標として定量化し、両リスクの和が最小となる基準設定の手法を確立している。ここでは、現行の手法では十分に考慮されていない、のり面の面積などの素因情報を定量的に加味した災害発生確率を考慮し、通行規制基準設定の高度化をはかっている。また、降雨量分布モデルに解析雨量を適用することで、局所的な降雨への対応も考慮している。

第 4 章では、現行の通行規制基準値が雨量のみを指標として設定されていることを問題として捉え、斜面災害の発生と、より直接的に関連の深い土中水分量に着目し、これと斜面崩壊との関係を模型実験により調べている。その結果、土中の体積含水率は斜面変形が始まる前に、一旦、擬似的な飽和状態に至ることを確認している。本研究では、この値を初期擬似飽和体積含水率（θ iqs）と定義し、θ iqs と斜面崩壊との関係を詳細に確認している。

第 5 章では、θ iqs を高速道路で通行規制指標として適用する上で必要となる、土中水分量のモニタリング箇所の抽出方法について検討している。ここでは、SOM(Self-Organizing Map)解析とクラスタ分析を併用することにより、優先度の高いモニタリング対象のり面を客観的に抽出する手法を提案している。点検結果を基に作成された「切土のり面安定度評価表」データを用いて、のり面 747 箇所から 23 箇所を優先順位付きで抽出し本手法の有効性を示している。

第 6 章では、本研究で開発した、斜面における土中水分量を WSN(Wireless Sensor Network)を用いてモニタリン