

氏名	Ni Zhang		
学位の種類	博士(工学)		
学位記番号	博甲第7527号		
学位授与年月日	平成27年7月24日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
審査研究科	システム情報工学研究科		
学位論文題目	Quantitative evaluation of debris flow hazard using depth-integrated particle method and satellite image (粒子法および衛星画像を用いた土石流災害の定量評価)		
主査	筑波大学 教授	博士(工学)	松島 亘志
副査	筑波大学 准教授	博士(工学)	庄司 学
副査	筑波大学 助教	博士(工学)	山本 亨輔
副査	筑波大学 名誉教授	工学博士	山田 恭央
副査	横浜国立大学 教授	工学博士	小長井 一男

論文の要旨

本論文は、衛星画像から得られる情報および粒子法と呼ばれる数値解析法を用いて、土石流被害の定量評価を行ったものである。衛星画像として ALOS の PRISM 画像(2 方向画像)を用い、そこから stereogrammetry 法を用いて取得した 10m メッシュ標高データを、新たに開発した深さ方向積分粒子法に適用して、2 段階の解析、すなわち(1)土石流の規模の評価に重要な谷底残積土の体積および堆積分布を評価するための残積土生成解析、(2)豪雨により発生した土石流が前述の残積土を取り込んで成長する過程を再現した土石流流下解析、を行っている。(1)では、衛星画像と組み合わせて適切な残積土量および分布を再現する方法を提案し、(2)では拡散方程式を用いて、土石流が残積土を侵食する現象をモデル化する粒子混合法を提案している。また、提案する解析手法は、土砂に関する物性パラメータの数をできるだけ少なく抑えることで、パラメトリック・スタディーを容易にし、将来の同地域での土石流の予測解析を可能にすることを意図している。

論文の前半部分では、これらの解析手法の説明、および簡単な境界条件による解析手法の検証(verification)を行っている。一方、論文の後半では、本手法を 2010 年中国甘肅省舟曲(Zhouqu, Gansu province)土石流、および 2008 年汶川地震(Wenchuan earthquake)後の土石流災害の再現解析に適用し、その有効性を流動速度、流動域の形態、最終堆積物の厚さなど、様々な角度からの検証(validation)を行っている。また、各種物性パラメータが流動結果に及ぼす影響の感度についても検討している。その結果、物理的な妥当なパラメータの設定を行うことで、上述の土石流を十分な精度で再現できることが示された。ただし、新たに導入した残積土の侵食量に関わる拡散係数については、今後のケース・スタディーによる詳細な検証が必要であると結論づけている。

審査の要旨

【批評】

本手法では、できるだけ少ない数の土砂の材料パラメータ(マニングの粗度係数と2つの流動限界勾配)を用い、パラメトリック・スタディーを通してその範囲を同定することで、将来起こりうる土石流の影響範囲を定量予測することを目指している。土砂の材料物性を山岳地域で現場計測することは困難であることから、提案する手法は、土石流被害を事前に予測する現実的な解決法となりうることが示されている。また、本研究で対象とした地方では、衛星データや現場踏査によって多くの谷底残積土が確認されており、これを解析に組み入れることは、適切な土石流規模の評価に必須である。残積土の侵食については、通常の河川での検討例はあるものの、土石流時の検討や解析例はほとんどない。本研究では粒子混合法という、粒子法特有の性質を利用した手法で侵食現象を再現しており、今後の定量的な検証が必要ではあるものの、新規性は高く評価できる。

以上より、本研究は、学術的・工学的な意義が高く、博士(工学)の学位にふさわしいと評価できる。

【最終試験の結果】

平成27年6月3日、システム情報工学研究科において、学位論文審査委員の全員出席のもと、著者に論文について説明を求め、関連事項につき質疑応答を行った。その結果、学位論文審査委員全員によって、合格と判定された。

【結論】

上記の学位論文審査ならびに最終試験の結果に基づき、著者は博士(工学)の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。