

氏 名	Ahmed Muhammed Edris			
学 位 の 種 類	博 士 (工 学)			
学 位 記 番 号	博 甲 第 9 4 2 3 号			
学 位 授 与 年 月 日	令和 2 年 3 月 2 5 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	Wide-area slope disaster risk evaluation using DIPM and freely-available global DTM (DIPM および無償全球 DTM を用いた広域斜面災害リスク評価)			
主 査	筑波大学 教授	博士(工学)	松島 亘志	
副 査	筑波大学 教授	博士(工学)	庄司 学	
副 査	筑波大学 准教授	博士(工学)	白川 直樹	
副 査	筑波大学 助教	博士(工学)	山本 亨輔	
副 査	筑波大学 准教授	博士(理学)	八反地 剛	

論 文 の 要 旨

本論文は、地球温暖化と共に増加している広域斜面災害に対して、特に国土基盤情報が整備されていない発展途上国において合理的にリスク評価を行う目的で、無償の全球数値標高モデル(Digital Terrain Model: DTM)および、広域斜面流動解析に適した手法である深さ方向積分粒子法(Depth-Integrated Particle Method: DIPM)を用いる手法について検討したものである。論文は7章よりなる。

第1章では、近年の斜面災害統計、特に著者の出身地であるエチオピアのリスクマネジメントの現状が述べられ、広くこの問題に取り組む際の課題と、その中で特に本研究の目的と用いる手法の概要が示されている。第2章では、斜面災害リスク評価の基礎理論、および既往の文献の紹介がなされている。第3章では、現在利用可能な、いくつかの無償 DTM(最小 12.5m メッシュ)についての比較検討を行い、その精度の検証と、斜面災害解析で用いる際の留意点について述べられている。特に 2009 年の山口県防府市における広域斜面災害時に取得された、1m メッシュの航空測量結果と上述の無償 DTM が比較され、斜面勾配分布がモデルの解像度に大きく依存し、それが崩壊予想地点の評価に大きく影響を及ぼすことが示されている。

第4章では、本研究で用いる斜面流動解析手法である DIPM の概要が述べられている。続く第5章では、前述の山口県防府市土砂災害(2009)に加えて熊本県水俣市土砂災害(2003)を対象にして、DIPM 解析結果と実被害の比較が行われている。特に后者では、崩壊地の設定が適切であれば、その後の流動影響範囲は、妥当な流動パラメータの設定により精度良く求められることが示されている。さらに第6章では、それらの知見を用いて、エチオピアの2地点での斜面災害リスク評価の試みが示されている。最後の第7章においては、論文全体のまとめと今後の課題が述べられている。

審 査 の 要 旨

【批評】

広域斜面災害のリスク評価は、我が国では土砂災害防止法(2001)によって、急傾斜地崩壊、土石流、地滑りなどに分類され、それぞれの警戒区域および特別警戒区域を各自治体が指定することになっている。しかしながら、その指定根拠は傾斜角や過去の災害事例などによっており、科学的な根拠に乏しく、区域指定時の土地所有者とのトラブルのもととなっている。特に長距離流動する土石流などでは、影響範囲の評価は難しく、地盤工学における大きな課題のひとつとなっている。この難しさの要因は、複雑な地形を有する広範囲な領域の崩壊・流動解析を扱わなければならないという、数値解析上の難しさに加え、固体から流体へ変化し、また固体化する地盤材料の、材料物性の複雑さも大きな要因のひとつである。地盤材料は土砂粒子と間隙流体(水や空気)の集合体であり、土砂粒子の粒度分布や形状、破碎性、土砂・水・空気の割合のほか、その堆積または流動構造の影響を受ける。そのダイナミクスを理論的に明らかにするのは極めて困難である一方、摩擦則など、比較的単純なマクロモデルに従うことも知られている。本研究では、地盤材料の詳細な情報をあらゆる斜面で取得するのは難しい、という工学上の前提に立ち、なるべく少なく、しかし物理的な意味の明確なマクロパラメータで、斜面の崩壊・流動現象を再現する、という目的に立って開発された深さ方向積分粒子法(DIPM)を用いて、その有効性を検証したものである。

また、本研究のもうひとつの特徴は、詳細な国土基盤情報が整備されていない発展途上国において甚大な斜面災害が発生している現実を踏まえて、そのような地域でも利用可能な無償全球数値標高モデル(最小 12.5m メッシュ)を用いて DIPM 解析を行う場合に考慮しなければならないモデル精度の影響を検討している点である。比較対象として航空測量による 1m メッシュなどを用い、特に崩壊箇所を斜面勾配から推定する場合に、モデル精度の影響が大きいこと、一方、崩壊箇所が適切に評価されれば、その後の流動範囲は、2つの流動パラメータを妥当に設定することにより精度良く評価できること、等を示している。また本研究では、日本の災害2事例、エチオピアの災害2事例の計4事例の検討を行っており、それらの解析により得られた適切な流動パラメータの値に、それほど大きな違いはないことから、他の地域においても同様の値を用いればよいことなどの結果も得られている。

以上より本論文は、発展途上国において無償 DTM を用いて DIPM 解析を行い、斜面災害リスク評価を行う際の、多くの重要な知見を得ており、工学的に高く評価できる。

【最終試験の結果】

令和2年2月12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。