

論文の内容の要旨及び論文審査の結果の要旨の公表

学位規則第 8 条に基づき、論文の内容の要旨及び論文審査の結果の要旨を公表する。

○氏名	NGUYEN Tien Cuong (ぐえん ていえん くおん)	
○学位の種類	博士 (工学)	
○授与番号	乙 第 547 号	
○授与年月日	2016 年 7 月 15 日	
○学位授与の要件	本学学位規程第 18 条第 2 項 学位規則第 4 条第 2 項	
○学位論文の題名	An Improvement of the SPH Method for Landslide Hazard Prediction and Mitigation (斜面崩壊の予知と減災のための SPH 法の改善)	
○審査委員	(主査) 深川 良一 (立命館大学工学部教授)	伊津野 和行 (立命館大学工学部教授)
	WELLS JOHN CRAIG (立命館大学工学部教授)	

<論文の内容の要旨>

本論文は、斜面崩壊による自然災害の軽減を目的として、室内モデル斜面の崩壊実験および粒子法の一つである SPH (Smoothed Particle Hydrodynamics) 法に基づく数値シミュレーションによって斜面崩壊現象の解明を目指したものである。

まず、第 2 章では、アルミ棒積層体を用いた一連の 2 次元条件下でのモデル斜面崩壊実験がなされ、高速度カメラによってその詳細が記録された。本章での考察は主として実験結果に基づいてなされたが、モデル斜面の初期形状と崩壊過程および崩壊後形状との関係について詳細な考察を加え、最終的に両者の関係を表わすモデル式を提案している。ここでの実験データは粒状材料の崩壊現象を検証する際のベースになるものである。

第 3 章では、SPH 法の概要およびその改善の詳細について説明している。現在、SPH 法を用いた地盤工学関連の問題の数値シミュレーションでは、対象モデルの応答を安定させるために人工粘性を用いている。しかし、その人工粘性を規定する 2 つの未知パラメータを合理的に決定することが困難であるという課題があった。ここでは、力学的により明瞭な粘性減衰を用いる方法と、さらに応力や歪の振動、発散を抑えるために移動最小二乗法 (MLS) を適用する方法とを組み合わせることで応答を安定させる新たな方法を提案している。数値シミュレーションの結果は、改善された手法が斜面崩壊の良好な動的シミュレーション結果を与えることだけでなく、斜面崩壊の際の応力分布の予測もまた正確であることを示した。

第 4 章では、上記の SPH 法の改善効果をさらに検証するため、箱形擁壁をイメージし

た直方体ブロックとアルミ棒積層体を用いた 2 次元モデルによる実験がなされ、実験結果と SPH シミュレーションの結果が比較されている。その結果、SPH 法による数値シミュレーションは箱形擁壁の破壊メカニズムを良好に再現できることが明らかになった。

<論文審査の結果の要旨>

本論文は、斜面崩壊現象を実験および数値シミュレーションにより明らかにしようとしたものであるが、研究条件をより明瞭にするために 2 次元条件下での実験および数値シミュレーションを行い、そのような基礎的な条件下での挙動を検証したものである。

本論文は、以下の点において特に評価できる。

まず、アルミ棒積層体を用いた一連の 2 次元条件下でのモデル斜面崩壊実験がなされ、モデル斜面の初期形状と崩壊過程および崩壊後形状との関係についてそれぞれの関係を表わすモデル式を提案した。これらの関係式は粒状材料の 2 次元条件下での崩壊現象を検証する際のベースになるものとなった。

次に、SPH 法に基づく数値シミュレーションにおいて、対象地盤モデルの応答を安定させるために、力学的により明瞭な粘性減衰を用いる方法と、応力や歪の振動、発散を抑えるために移動最小二乗法 (MLSI) を適用する方法とを組み合わせる新たな方法を提案した。人工粘性を用いる従来法に比べて、改善された手法が斜面崩壊の良好な動的シミュレーション結果を与え、斜面崩壊の際の応力分布の予測もまた正確であることを示した。これらの結果は著名な国際ジャーナルに掲載され関心を集めた。

さらに、箱形擁壁をイメージした直方体ブロックとアルミ棒積層体を用いた 2 次元モデルによる一連の実験に関しては、実験結果と SPH シミュレーションの結果が比較され、SPH 法による数値シミュレーションは箱形擁壁の破壊メカニズムを良好に再現できることを明らかにした。今回の SPH シミュレーションにおける、ブロック間、あるいはブロックとモデル地盤間の相互作用の表現は、SPH に関する研究分野では初めての試みだった。

本論文の審査に関して、2016 年 5 月 9 日 (月) 10 時 30 分～12 時 00 分トリシア I1 階環境都市系第 2 会議室において公聴会を開催し、学位申請者による論文要旨の説明の後、審査委員は学位申請者に対する口頭試問を行った。各審査委員より、SPH シミュレーションにおけるモデルパラメータ決定法、2 次元条件下での研究成果の 3 次元環境への適用性などに関する質問がなされたが、いずれの質問に対しても学位申請者の回答は適切なものであった。よって、以上の論文審査と公聴会での口頭試問結果を踏まえ、本論文は博士の学位に値する論文であると判断した。

<試験または学力確認の結果の要旨>

本学学位規定第 23 条および第 24 条に基づき、学位申請者に対して学力確認のために専門科目 (土質力学、土木施工学、構造工学) および外国語 (英語) の試験を行った。試験結果を主査、副査で検討した結果、本学大学院博士課程後期課程修了者と同等以上の学力

を有することが確認された。

以上により総合的に判断して、本学学位規程第 18 条第 2 項により、「博士（工学 立命館大学）」の学位を授与することが適当であると判断した。