

氏 名 川崎 元

授与した学位 博士

専攻分野の名称 環境学

学位授与番号 博甲第4440号

学位授与の日付 平成23年 9月30日

学位授与の要件 環境学研究科 資源循環学専攻

(学位規則第5条第1項該当)

学位論文の題目 不飽和土のせん断強度の実務利用を目的とした試験装置および予測法に関する研究

論文審査委員 教授 西垣 誠 教授 河原 長美 准教授 鈴木 茂之

## 学位論文内容の要旨

わが国では近年、異常降雨の発生頻度が増加しており、斜面内の飽和度上昇はこれまでにない頻度で発生することが予想される。加えて近い将来、東海、東南海、南海の3大地震は非常に高い確率でその発生が予想されている。このような気象変化による斜面内の含水変動、地震動によるせん断力の増加を考えると、国民の生命、財産を守る上で必要不可欠な斜面の安定性評価は今後ますますその精度の向上が求められていくものと思われる。豪雨と地震の同時被災に対しても安全性を確保できる法面設計、また地震によって塑性化した斜面を生活空間の一部として暮らしている住民の避難のための降雨基準の設定など防災・減災両面においてその正確性が必要になるからである。

斜面の安定性を評価する際に必要となるコア技術は斜面内への降雨の浸透予測技術ならびに土の含水状態変化にともなう土のせん断強度変化を予測する技術である。このうち前者は飽和-不飽和浸透流解析の発展にともなって予測精度は向上してきているが、後者は未だ研究途上であり、安定性評価を行う研究者が独自にその関係を設定しているのが実状である。したがって、土の含水状態とせん断強度の関係を正確に予測する方法を確立することは有意義であるといえる。

このような背景を踏まえ、本研究においては締め固めた不飽和土の湿潤過程における含水状態とせん断強度の関係を正確に予測できるようにすることを目的として、以下の2つのテーマに取り組み一定の成果を得た。

### ①実用的な不飽和土用の三軸圧縮試験機の開発

一般に用いられている飽和土用の三軸セルのキャップとベDESTALの改良ならびに2基の三軸セルの利用によって不飽和土の三軸圧縮試験が行える実用的な試験装置を開発した。そして開発した試験装置の種々の精度検定を行い、一般的に用いられている三軸圧縮試験装置を少し改良するだけで不飽和土のせん断特性が論議できることを示した。

### ②締め固めた不飽和土のせん断強度を試験によって効率的に求める方法の提案

締め固めたマサ土の湿潤過程におけるサクシオン一定排気排水せん断試験を、既往の研究で報告されている実際盛土の崩壊層厚を参考にして基底拘束圧50kPa以下の低拘束圧状態で実施した。その結果を用いて、VanapalliらやÖberg & Sällforsの予測式等の従来方法を用いる際の前提条件が今回のケースにおいても成立するかを査定した。さらにその結果を踏まえて、最少限の不飽和土の三軸圧縮試験結果から効率的にサクシオン～粘着力関係を求める新しい予測方法を提案し、従来方法との比較を行った。そして、設定した条件の範囲内でその推定精度の有効性を確認した。

## 論文審査結果の要旨

本研究は、近年、豪雨とともに地震の発生頻度が増加しており、盛土をはじめとする土構造物には複合災害に対する備えが社会的に求められている事項についての研究である。これらの安定性評価のために必要不可欠なせん断強度の予測方法の確立は極めて重要な課題である。本研究では、これらの課題に対して以下の2つの事項について探究した。

### (1) 実用的な不飽和土用三軸圧縮試験装置の開発

飽和土用の三軸圧縮試験装置の一部を改良するとともに、試験装置の体積変化などの体積測定誤差を測定結果から削除するため試験セルをもう一つ用いるという独創的なアイデアで実用的な不飽和土用三軸圧縮試験装置の開発に成功している。

### (2) 新しい不飽和土のせん断強度予測式の提案

開発した試験装置を用いて行った試験結果に対して、ダイレイタンシーのせん断強度への影響控除手法および試験結果を反映させた斜面の安定解析結果をうまく利用して、従来の研究におけるせん断強度予測式的前提条件の成立を検討している。そして検討の結果から、従来の予測式を湿潤過程の盛土表層のせん断強度予測に用いると、せん断強度の過小評価に繋がるという結論を導き出している。さらに、この問題を踏まえて、開発した実用的な不飽和土用三軸圧縮試験装置によるサクション一定排水三軸圧縮試験の実施を前提に、新しい予測法を提案し、その推定精度面での有効性を、実測の試験結果およびそれを反映した盛土の安定解析結果で評価し確認している。この予測法は試験データを蓄積していくことによって、より簡単に、高精度の値が予測できる効率的な方法であり、実務での応用が期待できる方法である。

このように、本研究の成果は従来の不飽和土のせん断強度に関する課題を解決しており、非常に意義のあるものと考えられる。よって、本研究は博士（環境学）を授与するに値すると判断した。