

学位論文及び審査結果の要旨

横浜国立大学

氏名	中村圭太
学位の種類	博士（工学）
学位記番号	都市博甲第2005号
学位授与年月日	2018年3月23日
学位授与の根拠	学位規則（昭和28年4月1日文部省令第9号）第4条第1項及び横浜国立大学学位規則第5条第1項
学府・専攻名	都市イノベーション学府 都市イノベーション専攻
学位論文題目	熱力学的制約条件を考慮した土の回転硬化型超弾性塑性モデルの開発
論文審査委員	主査 横浜国立大学 准教授 菊本統 横浜国立大学 教授 小長井 一男 横浜国立大学 教授 早野公敏 横浜国立大学 准教授 尾崎 伸吾 横浜国立大学 准教授 雀瑛

論文及び審査結果の要旨

本論文は、地盤の変形と破壊の予測技術の高度化を目的として、熱力学的制約条件を満足しつつ、大変形時まで追従できる有限変形論の枠組みでも定式化可能な回転硬化型弾塑性モデルを定式化するとともに、提案モデルによるシミュレーション結果をとりまとめたものである。

第1章では、研究の背景と目的を説明するとともに、地盤材料の応力ひずみ関係を表現する上で応力誘導異方性の記述が極めて重要であり、そのためには回転硬化型のモデルが有効であることを指摘している。また、既往研究のレビューに基づいて、変形勾配テンソルの乗算分解に基づく有限変形理論にも拡張可能で、かつ熱力学的制約条件を満足した土の回転硬化型弾塑性モデルはまだないことを指摘している。

第2章では、超弾性構成則に基づく塑性論（超弾性塑性論）の概要を解説した後、塑性散逸最大の原理、弾塑性係数、リターンマッピング、整合接線係数について説明している。また、一次元の構成則を例として、弾完全塑性モデル、等方硬化型弾塑性モデル、移動硬化型弾塑性モデルの概要を説明している。

第3章では、これまで広く用いられてきた亜弾性構成則の概要と課題を指摘した後、その課題を克服できる超弾性構成則の概要と既存の超弾性構成モデルについて説明し、より整合性が高い土の超弾性構成則を新たに提案している。

第4章では、既存の等方硬化モデルと回転硬化モデルについて紹介した後、等方・回転硬化を同時に考慮できる背応力を定義し、第3章で説明した超弾性構成則も用いながら回転硬化型の超弾性塑性構成則を提案している。また、定式化した構成則に対して応力積分アルゴリズムに整合した整合接線係数の導出方法や下負荷面の概念の適用方法について説明するとともに、数値計算例を示している。

第5章では、本研究で得られた知見をまとめるとともに、今後の課題について説明している。

以上のように、本論文は地盤材料の大変形挙動の解析にも適用可能な枠組みで、熱力学的制約条件を満足しつつ、誘導異方性を考慮できる回転硬化型の超弾性塑性モデルを提案し、その有効性を示したものであり、地盤の変形と破壊の予測技術の高度化に寄与があると考えられる。

提出された論文に対して、iThenticateにより既往文献との重複の有無を確認したが、専門用語や一般的な事項の定義、参考文献の表題を除いて既往文献との重複は無く、剽窃、盗用の不正行為は無いことを確認した。

以上のことから、本論文は学術的価値や新規性を十分に含んでおり、博士（工学）の学位にふさわしいと判断された。

平成 30 年 2 月 6 日（火）13 時 00 分より土木工学棟 2 階セミナー室において、審査委員全員の出席のもとに約 1 時間にわたり中村圭太氏の学位論文の公聴会を開催し、学位論文の内容の発表と質疑応答を行った。その後、午後 14 時 00 分より、同室において学位論文の審査を行った。その結果、本論文は学位論文に相応しい内容を有しており、質疑にも的確に対応していると判断された。また各審査員により、関連する土木工学の科目に関する口頭試問を行い、博士（工学）にふさわしい学力を有することを確認した。また、修了に必要な単位も取得済みである。

外国語については、英語による査読付き論文の執筆や国際学会への論文投稿・口頭発表実績から、十分な英語力を有していると判定した。

対外発表論文としては下記の対外発表論文を確認した。

Nakamura, K. and Kikumoto, M. : A finite strain elastoplastic constitutive model for unsaturated soils incorporating mechanisms of compaction and hydraulic collapse, E3S Web of Conferences Volume 9, Proc. of the 3rd European Conf. on unsaturated soils (E-UNSAT 2016), 査読有, Article number 17001, Paris, France, Sep. 2016.

以上より、当該学生は土木工学の分野において博士（工学）の学位を得るにふさわしい学識を有するものと認められるため、審査委員会として最終試験に合格であると判定した。

注 論文及び審査結果の要旨欄に不足が生じる場合には、同欄の様式に準じ裏面又は別紙によること。