

氏 名 野原 慎太郎

主論文審査の要旨

(1) 学位論文の内容説明

ひずみの局所化を伴う地盤のせん断破壊現象は、土粒子群の局所性や不均質性の影響が大きいため、せん断に伴う微視的な構造変化を考慮し、応力とひずみの関係をモデル化し地盤の支持力を正確に評価することが重要である。また、地盤のせん断破壊は進行性破壊であるため、せん断帯が形成される過程も含めて、粒子構造の変化を3次元で定量的に評価することが必要である。これらの課題に対し、砂の内部構造を非破壊で可視化し、高解像度のCT画像が取得可能なマイクロフォーカスX線CTの適用が有効である。実験とCT撮影を連動して行い、デジタル画像相関法(Digital Image Correlation; DIC)に代表される画像解析を行うことで、載荷に伴う変位やひずみを定量化できるようになっている。しかし、せん断帯内部では、粒子回転が高頻度で起きている可能性が指摘されており、ひずみの局所化に応じた粒子構造の変化を評価可能な画像解析技術を開発しなければならない。

本学位論文では、まず粒子の形状や方向を3次元で評価可能な画像解析手法として粒子ファブリック解析手法を開発した。さらに、砂を対象とした一面せん断試験とリングせん断実験を行い、せん断帯の形成過程をマイクロフォーカスX線CTで可視化し、DICおよびPIV(Particle Image Velocimetry)解析と3次元粒子ファブリック解析により、断帯の微視構造を総合的に評価した。第1章では、研究の背景と目的を示し、本論文の構成について述べている。第2章では、X線発生メカニズムやX線CTの撮影原理を説明している。また、本研究で使用するマイクロフォーカスX線CTの機器仕様が示されている。第3章では、地盤のせん断帯内部の微視構造に着目し行われた先行研究内容がレビューされている。第4章では、本研究で開発された粒子の3次元形状や方向を評価可能な画像解析手法として3次元粒子ファブリック解析手法について詳述されている。第5章では、一面せん断過程にある砂供試体の内部構造についてマイクロフォーカスX線CTを使って可視化し、画像解析を行って間隙率、接触面率(代表体積要素に占める粒子間の接触面に相当する画素の割合)を評価されている。また、DIC解析を行って、体積ひずみとせん断ひずみを評価している。さらに、本研究で開発した3次元粒子ファブリック解析を適用し、全ての砂粒子の方向を評価し、粒子構造の変化がひずみに及ぼす影響を明らかにした。第6章では、本血球で独自に開発したX線CT用のリングせん断実験装置について説明されている。第7章では、第6章で開発したX線CT用リングせん断実験装置を使って実験を行い、大変形を与えた場合におけるせん断帯の微視構造の変化について、画像解析を行い砂の大変形挙動を定量的に評価されている。第8章では、各章で得られた成果をまとめて本論文の結論を述べ、今後の展望を示している。

(2) 出願者の総合理解力についての説明

学位申請者は、載荷に伴う土粒子の回転・角度を求める画像解析アルゴリズムを独自に構築し、実装している。また、マイクロ X 線 CT 用のリングせん断実験装置も独自に開発している。学位申請者の独創性は極めて優れており、広域環境保全工学に関する高度な理解力と研究遂行能力を有していることが確認された。論文目録に示されているように、研究内容は客観的な評価を受けていることから、本論文は博士論文審査の対象に値するものと判断したこのことから、指導委員会は本申請者を博士の学位授与に値するものと認めた。

(3) 結果に至った客観的評価内容

論文目録に示されているように、国際ジャーナルが 1 編（第一著者 (IF=3.806)）、国際会議論文が 1 編（第一著者）を修めており、本専攻講座における学位授与基準（査読付き学術誌への筆頭著者としての掲載論文が 2 編以上うち一編は英文）を満足している。業績にも示す通り、国際会議での口頭発表経験が 1 回あるに加えて、英語の能力に関しては全く問題ない。以上より、審査委員会は論文提出者に対し、研究者として十分なレベルの能力を備えていると認めた。

(4) 最終試験の結果の要旨

審査委員会は、論文提出者に対して提出論文に関する内容及び関連の専門分野に関する諮問を行った。その結果、該当する研究分野に関して十分な知識と理解力、また高度な研究遂行能力を有していると評価した。本研究の成果は工学分野における高度な学術的内容を含み、高い貢献度を有することから、博士（工学）の学位名称が妥当であると判断した。

(5) 学位論文のインターネット公表

本学位論文は、全文公開する。

(6) 剽窃チェックソフトによる確認

本学の剽窃チェックソフトを適用し、剽窃がないことを確認した。

審査委員	工学専攻広域環境保全工学教育プログラム	教授	椋木	俊文
審査委員	工学専攻広域環境保全工学教育プログラム	教授	大谷	順
審査委員	工学専攻広域環境保全工学教育プログラム	教授	佐藤	晃
審査委員	工学専攻広域環境保全工学教育プログラム	教授	辻本	剛三