

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	中島 聡（なかじま さとし）
○学位の種類	博士（工学）
○授与番号	甲 第 805 号
○授与年月日	2012 年 3 月 31 日
○学位授与の要件	本学学位規程第 18 条第 1 項 学位規則第 4 条第 1 項
○学位論文の題名	土質特性に応じた建設機械の最適制御による消費エネルギー 低減技術に関する研究
○審査委員	（主査）建山 和由（立命館大学理工学部教授） 深川 良一（立命館大学理工学部教授） 里深 好文（立命館大学理工学部教授）

<論文の内容の要旨>

物体に外力を加えて変形や破壊を生じさせる場合、対象物が完全弾性体であればその際の仕事量は変位速度や載荷過程に依存しないが、対象物が土などの土質材料で、応力～ひずみ関係に時間依存性を有し、かつ塑性を示す材料の場合には、変位速度・載荷パターンにより仕事量が異なる。このため、土質材料に所定の変形や破壊を生じさせる場合、変位速度・載荷パターンを制御することにより消費エネルギーを最小に抑えることができると考えられる。当論文は土質材料を作業対象とする土木工事において、対象土の物性情報を活用し、建設機械等による載荷方法を工夫することにより、より少ない消費エネルギーで所定の作業を行い得るシステムの開発を目指し、その基礎研究を行った結果をまとめたものである。

論文では、不飽和土の 1 次元圧縮問題、飽和粘性土の圧密問題、岩を模擬したセメント固化体の圧縮破壊問題、ならびに建設機械による掘削を模したクサビの土供試体への貫入問題の 4 種類の問題を取り上げ、変位速度・載荷パターンと消費エネルギーの関係について検討を行っている。それらの検討では、変分法を用いた理論的検討による最適変位速度パターンの導出、土質材料の変形・破壊過程の数値シミュレーションによる変位速度・載荷パターンと消費エネルギーとの関係に関する分析、ならびに実際の土質供試体を用いた室内試験による検証が行われた。その結果、前述の 4 種類のいずれの問題においても変位速度・載荷パターンにより所定の変形や破壊を生じさせるのに要する消費エネルギーが異なること、理論的考察、ならびに数値シミュレーションから導かれた最適な変位速度・載

荷パターンの有効性が実験でも確認できることが明らかになった。

論文では、これらの成果に基づき、実施工への展開として、建設機械による地盤掘削の最適化、土の締固め施工における転圧方法の最適化、フィルタープレスによる超軟弱粘性土の脱水過程の最適制御などの可能性を論じている。

<論文審査の結果の要旨>

日本のあらゆる分野でCO₂削減に向けた取り組みが求められる中、建設分野においても積極的な貢献が求められている。建設施工におけるCO₂削減策としてはこれまで省エネ型の建設機械の導入等に留まってきたが、近年は情報通信機器を利用して収集した建設施工に関わる様々な情報から現場の状況を精緻に把握し、それに応じて施工法等を柔軟に見直すことにより、環境負荷を抑えながら所定の工事を行う情報化施工の手法が徐々にではあるが、導入されるようになってきた。申請者の研究は、この取り組みの一環であり、作業対象である土質材料の特性を把握し、それに応じて建設機械等の操作法を制御することにより、最小のエネルギーで所定の仕事をを行い得るシステムの開発を目指すもので、研究テーマに高い新規性と独創性が認められる。

また、変分法を利用した理論的考察と数値計算を利用したシミュレーションで最適な載荷方法を導出し、その妥当性を実際の土質供試体への載荷試験により検証する研究手法は、合理的であり、結果も十分信頼し得る内容と判断した。

本研究は、基礎研究の段階に留まっているが、論文の最後で実施工における活用法について論じている。それらは、今回の研究成果を利用することにより実現することが十分可能な内容であり、今後、土質材料を扱う建設工事の様々な場面においてこの研究の成果が活かされることが期待できる。

本論文の審査に関して、2012年2月8日（水）15時00分～16時45分に防災システムリサーチセンター第2会議室において公聴会を開催し、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中島聡氏に対する口頭試問を行った。各審査委員および公聴会参加者より、載荷ステップをより細分化することによる最適化精度向上の可能性、地盤の不均一性が顕著な場合に対する拡張の可能性、建設機械の遠隔操作技術による無人化施工への適用可能性、熟練オペレータによる操作などこれまでの経験則に基づく既存技術との整合性他、多くの質問がなされたが、いずれの質問に対しても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>

本論文の主査は、本論文提出者と本学大学院理工学研究科総合理工学専攻博士課程後期課程在学期間中に、研究指導を通じ、日常的に研究討論を行ってきた。また、本論文提出後、主査および副査はそれぞれの立場から論文の内容について評価を行った。

本論文提出者は、本学学位規程第 18 条第 1 項該当者であり、論文内容および公聴会での質疑応答を通して、本論文提出者が十分な学識を有し、博士学位に相応しい学力を有していることを確認した。

以上の諸点を総合し、本論文提出者に対し、本学学位規程第 18 条第 1 項に基づいて「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する。