

# 博士学位論文 審査結果の要旨

芝浦工業大学大学院 理工学研究科 博士（後期）課程

博士学位論文審査委員会

主 査 飯塚 浩二郎

審査委員 川上 幸男

審査委員 伊藤 和寿

審査委員 高木 基樹

審査委員 山川 淳也

氏 名	渡邊 智洋
論文題目	月・惑星脚型探査ローバ のための能動的振動伝播による支持力推定モデルの構築
〔論文審査の要旨〕 本審査会・公聴会は、1月26日(水)16:00より大宮キャンパスにて開催(ハイブリッド)され、審査委員5名に加え、十名ほど出席し、発表(1時間)と質疑応答(1時間)の構成で行われ、以下のような背景および具体的な研究内容・提案・成果の報告がなされた。まず、背景および着目点・問題点について以下のような紹介があった。 1960年代に有人宇宙飛行が実現してから様々な宇宙探査が行われ、多くの興味深い知見を示してきた。宇宙探査については様々な方法が検討されており、その一つとしてロボット(ローバ)を用いて地表面を移動して探査する方法がある。昨今、このローバの研究および開発が盛んに行われ、多くの成果を残している。また、近年では移動性能の高いローバとして脚型ロボットに注目が集まり、研究が進められている。岩や崖などの障害が存在する地形では自由度の高さや足場の選択ができる点から脚機構は優れた段差乗り上げ性能を有している。その一方で、軟弱地盤では、脚部が地盤を崩してスリップが生じるという問題がある。そのため、ローバに脚機構を用いるためには移動時に生じるスリップを抑える対策が必要である。そこで、軟弱地盤に振動を与えることで地盤構成粒子の流動による沈下、粒子の再配置による締固め効果が生じることを利用した受働土圧の増加に着目し、上記の問題解決の糸口とする。 次に、以上の問題点から目的および解決策としての提案・実証に関する報告が以下のようになされた。 地盤に振動を与えた際に生じる地盤変化を利用し、月や火星などの地盤上で探査を行う脚型ローバの移動性能を向上させることを目的とし、振動を与えた際に増加する支持力について推定モデルを構築するに至った。そして、本成果は振動を与えた際の支持力を推定することで、斜度を持つ軟弱地盤における登坂の可否の判断や振動発生器を搭載した脚型ローバの設計指針とすることができる有効な内容となった。その推定モデルは、次のようなプロセスにて構築を行っている。①実際に地盤に振動を与えた際の締固め効果、脚部の沈下量および支持力の変化について実験的検証を行った。そして、②振動を利用した提案歩行方法について脚を有した小型のテストベッドを用いた実験結果から有効性を確認した。上記より振動による脚部が受ける支持力の変化が脚型ローバの移動性能に関わっていることが確認できた。そこで、③振動を与えた際に増加する支持力について推定モデルの構築を行った。④高速度カメラを利用した粒子画像流速測定法により支持力が発生する際に脚部周辺の地盤によって構成される破断ブロックの形状について振動による成長傾向を可視的に確認し、地盤のせん断強度から破断ブロックの形状を推定して支持力を算出するモデルの構築を行った。さらに、⑤振動による地盤の締固め効果と地盤のせん断強度の間の関連性を明確化させ、地盤のせん断強度をパラメータとするモデルとすることで振動による支持力の増加傾向を表現することができた。最後に、⑥提案するモデルについて精度評価を行い、実験値に対して高い一致性を示し妥当であることが確認できた。 審査では実験的検証によるモデル構築プロセスやその有効性・妥当性を的確に示されていることから高評価を得て、質疑応答では、審査委員から従来研究では存在しなかったモデル構築に対しての将来的な利用や今後の展開に関する内容が中心で出されていた。また、学術論文4件、国際会議7件という業績から、投票の結果、全員一致で「合格」とした。	