

## 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	YANG YANG (やん やん)
○学位の種類	博士 (工学)
○授与番号	甲 第 1021 号
○授与年月日	2015 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	Experimental Study on Interaction Mechanics between an Active Lugged Wheel and Sandy Soil (能動ラグ型車輪と砂質土間の相互作用力学に関する実験的研究)
○審査委員	(主査) 馬 書根 (立命館大学工学部教授) 川村 貞夫 (立命館大学工学部教授) 上野 哲 (立命館大学工学部教授)

### <論文の内容の要旨>

車輪型ロボットの砂地走行性能は、ラグ (またはグローサ) と呼ばれる突起や凸状のものを車輪モジュールの表面に取り付けることによって、大きく向上させることができる。しかし、従来の固定ラグ型車輪では、個々のラグが地面を押し出す際に、駆動力と垂直抗力に不必要な変動が生じ、結果としてロボット全体の安定性が損なわれてしまう。そこで本研究では、複数の能動ラグを一般的な車輪の中に収めた能動ラグ型車輪 (Active Lugged Wheel: ALW) と呼ばれる新しい車輪機構を提案した。本 ALW は、車輪が転がりながら前進する際に、ラグ軸の位置を変えることによってラグの傾斜角度や突出長さを自由に変化させることができる。本論文では、ラグの運動軌跡がロボット全体の運動に与える影響を明らかにするため、土壌の例として砂質土を用いてラグが異なる運動軌跡を描いたときの、単一ラグと土壌の間にはたらく力、及び ALW 機構と土壌の間にはたらく力、を計測・分析した。実験結果から、ラグの傾斜角度と土壌内のラグ沈下長さが ALW と土壌の間にはたらく相互作用力に大きく影響することが判明した。また、従来の固定ラグ型車輪と比較すると、ALW はラグを早い段階で土壌へ挿入することができ、且つ長い期間土壌内に留めることができるため、より大きな土反力を広範囲に発生させられることが判明した。

### <論文審査の結果の要旨>

本論文の貢献は以下の通りである。

- 複数の能動ラグを一般的な車輪の中に収めた能動ラグ型車輪 (Active Lugged Wheel: ALW) と呼ばれる新しい車輪機構を提案した。
- ラグが異なる運動軌跡を描いたときの、単一ラグと土壌の間にはたらく力、ALW 機構

と土壌の間にはたらく力、を土壌の例として砂質土を用いて計測・分析した。実験結果から、

- ☆ ラグの傾斜角度及びその土壌内沈下長さが ALW と土壌の間にはたらく相互作用力に大きく影響すること
- ☆ 単一ラグを用いた実験では、ラグの移動速度が 10[mm/s]以下の範囲において土反力は移動速度に依存しないこと
- ☆ ラグが土壌内で水平動作を行う際に発生する土反力は、変動区間と安定区間に分けることができ、両区間で生じる土反力は土壌内のラグ沈下長さを変数とする二次関数で表現できること
- ☆ ALW 機構を用いた実験においても、最大土反力が土壌内のラグ沈下長さを変数とする二次関数で表されるという同様の結果が得られ、車輪リムの存在により、単一ラグと比べて ALW がより大きな駆動力と垂直抗力を発生させられること等々が明らかになった。

ALW は従来の固定ラグ型車輪と比較する場合、より大きな土反力を広範囲に発生させられることが判明した。

本論文の審査に関して、2015 年 1 月 30 日（金）16 時 10 分～17 時 10 分にイーストウイング 4 階機械システム系演習室において公聴会を開催し、学位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 Yang Yang 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、湿度と温度による実験結果への影響、実用時の防塵防水について、複数の能動ラグを備えた ALW の場合における運動性能、などの質問がなされたが、いずれの質問に対しても学位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、学位申請者が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。

学位申請者は、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、学位申請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。また、学位申請者は、2014 年 6 月の国際会議 IEEE CYBER2014 にて、研究発表した論文が最優秀論文賞にノミネートされており、学外からも評価されている。

以上の諸点を総合し、学位申請者に対し、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。