

ホイールベース可変機構を搭載した 軟弱地盤移動用ローバに関する研究

Study on Rovers with wheel base variable mechanism to traverse loose soil

○正 飯塚 浩二郎(信州大) 学 小山 創(信州大) 学 北島 一輝(信州大)
正 藤原 大佑(信州大) 正 河村 隆(信州大) 正 鈴木 智(信州大)

Kojiro IIZUKA, Shinshu University, iizuka@shinshu-u.ac.jp
So KOYAMA, Shinshu University
Kazuki KITAJIMA, Shinshu University
Daisuke FUJIWARA, Shinshu University
Takashi KAWAMURA, Shinshu University
Satoshi, SUZUKI, Shinshu University

Planetary rovers are required a high performance to traverse rough terrain like loose soil with steeps. Our proposed robot has high mobility performance, especially; it can traverse loose soil with steep slopes. The proposed rover has a wheelbase variable. If a wheel sinks into soil, the wheelbase of the rover changes. When the wheelbase is changed, this rover can move because of the residence given from the sinking behavior becomes supporting force. This paper reports the experimental results.

Key Words: Loose soil, sinkage, slip

1. 緒言

月・惑星は、表面が軟弱な地盤で覆われており、スリップ・沈下しやすく走行不能となる危険性がある。車輪下の応力分布が車輪前方に集中するため、走行抵抗が増えることが一因としてあげられる。特に、斜面を走行する際にはスリップ・沈下が発生しやすく、本来車輪が走行している地盤角度よりも車輪と地盤が接する角度が大きくなっていくため、さらに走行抵抗が増大する。これを繰り返す、車輪は前に進みづらくなる。さらにスリップした際に車輪がかき出す砂が車輪後方にたまり、後ろへも下がりづらくなる(1)(2)。

そこで、本研究では前にも進みづらいが後ろにも下がりづらいという軟弱地盤走行時に起きる沈下の性質に着目し、探査ローバで主流となっている車輪型を用いて、高い性能をもつ移動手段を提案する。

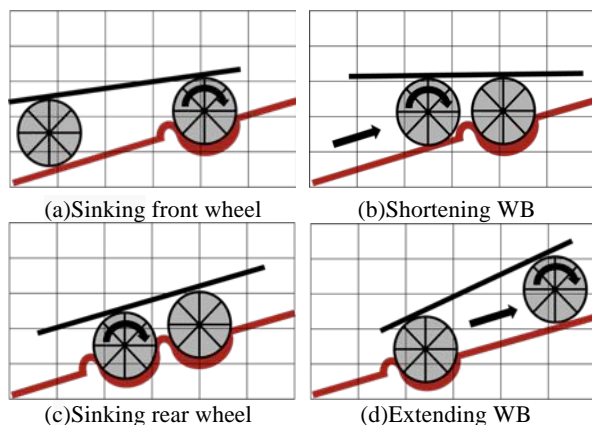


Fig. 1 Proposal of moving method

2. 提案手法

本研究で提案する軟弱地盤走行時の沈下（特に斜面走行時）に着目した移動手段を図1に示す。本提案手法では、前後車輪間（ホイールベース：WB）を変更させ

軟弱地盤で覆われた斜面を移動させる。

2.1 WB可変機構を搭載した車両

製作した車両を図2、仕様を表1に示す。車両は、WB可変部と駆動部で構成されている。

2.2 本提案を用いた走行試験

製作した車両が本提案の移動手段(Fig.1)を満たせるのか検証を行った。(a)(c)(d)は、動作したが、(b)WBを縮める動作では、車両中心が初期位置よりも斜面後方へ下がってしまう結果となった。図3に(b)WBを縮める動作の様子を示す。

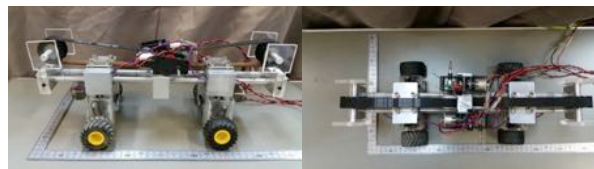


Fig. 2 Vehicle with WB variable changed unit

Tab. 1 Dimension & Specification

Weight	1.9kg
Dimension	160.0 (H) × 390.0 (L) × 170.0 (W) mm WB(max.): 250.0mm, (min.): 100.0mm
Motor	TAMIYA Motor × 6

2.3 移動手段の問題点と解決策について

動作できなかった(b)WBを縮める動作について考察する。登坂する斜面の斜度が大きくなるほど、後輪荷重 > 前輪荷重となる。前輪荷重が小さいと車両を斜面前方へ引き寄せるための十分な前輪の支持力を得ることができない。(d)では、後輪を支点に前輪を前に送り出すので動作をできたが、(b)では前輪を支点として後輪を前に、移動させるため、動作できなかったのではないかと考えた。

そこで、前輪の支持力を増加させるために、車両前方におもり 2.0kg を置き、(b)WBを縮める動作の試験を行

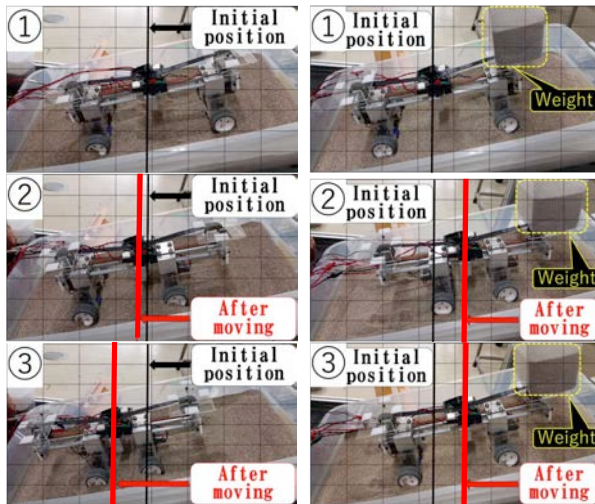


Fig. 3 Test1

Fig.4 Test2

った。その様子を図 4 に示す。初期位置よりも斜面前方へ移動できていることがわかる。つまり沈下現象を効果的に利用するためには重心の位置が重要な要素と言える。

3. 重心移動機構+WB 可変機構を搭載した車両

走行試験より得られた結果をもとに重心移動機構を搭載した車両を製作した(図 5)。



Fig. 5 Vehicle with WB variable changed unit and center of gravity moving unit

Tab. 2 Specification of proposal vehicle(ii)

Weight	10. 6kg
Dimension	266 .0(H)×505. 0(L)×355. 0(W)mm WB(max.) :365. 0mm, (min.) :135. 0mm
Motor	TAMIYA Geared Motor × 6

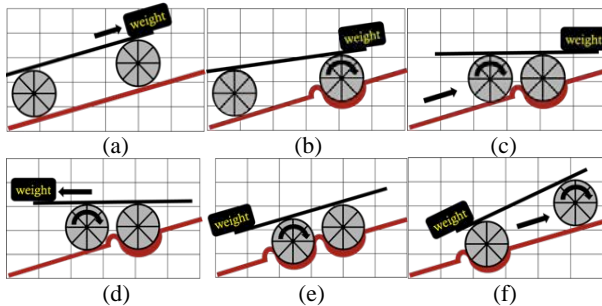


Fig. 6 Moving method of moving center of gravity

3.1 走行性能評価試験

評価指標は、(1)式より求められるスリップ率を用いる。重心移動をしない場合とする場合で比較を行う。重心移

動をしない場合の移動手段は、図 1 に示したが、重心移動をする場合の移動手段を図 6 に示す。おもり 2.0kg を車両上部に搭載し車両中央から 200mm(前輪上)まで移動させる。

$$S = D/T \quad \dots (1)$$

S: スリップ率, D: 走行距離, T: ストローク長さ

前輪, 本体, 後輪の変位をモーションキャプチャシステムにて測定し, ストローク長さ, 走行距離を算出する。ストローク長さは, WB を変更させることで移動できる最大距離となる。斜度は, 5°, 10°, 15°, 20° とし, 3 ストローク移動させる。各角度 3 回ずつ測定を行い, 1 ストロークごとのスリップ率を算出する。

3.2 結果・考察

図 7 に重心移動ありとなしで平均スリップ率を比較した結果を示す。

斜度 10° まではスリップ率にそれほど差がないが, 斜度 15° を超えると重心移動なしの場合, スリップ率は平均 0.75 程度であり, 重心移動ありの場合, スリップ率は 0 に近い値となった。斜度 20° において, 重心移動なしの場合, スリップ率は平均 0.75 程度であったが, 重心移動ありの場合, スリップ率は平均 0.4 程度であった。重心移動をすることでスリップ率を大幅に低減できることが確認できた。

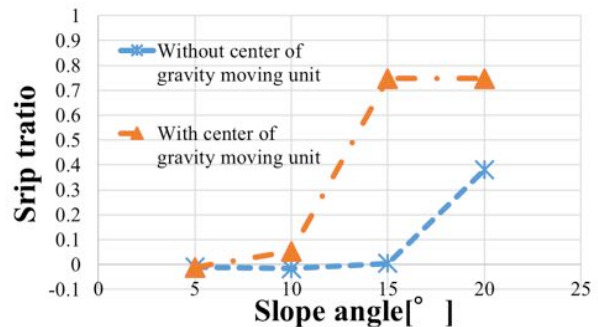


Fig. 7 Performance evaluation test

4. 結言

本研究では, 沈下を利用した車輪型探査ローバの移動手段を提案するために, 車両を製作し, 提案動作について検証を行った。斜度が上がるにつれて後輪の荷重>前輪の荷重となるため, 前輪の支持力が十分に得られず, 車両を斜面前方へ移動させることができなかった。そこで, WB を変更する機構に加え, 重心移動機構を搭載し, 走行実験を行った。その結果, 重心移動をすることによって, 大幅にスリップ率を低減することを可能とした。

参考文献

- (1) 三輪, 石上, 永谷, 吉田, “テラメカニクスに基づく月・惑星探査ローバの登坂性能解析”, 第 11 回ロボティクスシンポジウム論文集, PP.514-519, 2006 .
- (2) Tastuya Sasaki, Kojiro Iizuka, Yuichi Suzukawa, Mitsuhiro Yamano (2011) Development of Wheels with Tactile Sensors for Lunar Rovers. Proc. of The Robotics and Mechatronics Conference (in Japanese): 1A2-K11(CD-ROM)