

修士論文概要書

Summary of Master's Thesis

Date of submission: 1 / 15 / 2015

専攻名 (専門分野) Department	機械科学	氏名 Name	野上 和晃	指導員 Advisor	川本 広行 印 Seal
研究指導名 Research guidance	精密工学研究	学籍番号 Student ID number	5113C067-1 CD		
研究題目 Title	誘電アクチュエータを利用した月土壌の振動搬送システム				

1. 研究目的

大規模な月面開発を行ううえで、必要物資を地球からの輸送に頼らず、月土壌の利用 (In-Situ Resource Utilization, ISRU) によって現地調達する手法が重要となっている。そのためには大量の月土壌を搬送するシステムが必要であるが、月面上は粉塵が漂っており装置開発にあたり問題となっている。振動搬送を考慮した場合、地上ではモーターや歯車などの機械的駆動部を有する装置を用いるが、月面の粉塵の影響が大きい環境では、機械的駆動部を有する装置は故障し易い。そのため、月面などの特殊環境で利用できる機構の開発が求められている。本研究では誘電アクチュエータを利用することで機械的駆動部を有さない搬送装置の開発を行った。

2. 実験装置と実験方法

2.1 誘電アクチュエータ

図1に誘電アクチュエータ (Dielectric Elastomer Actuator, DEA) の駆動原理を示す。高ポアソン比の薄膜エラストマーを2枚の柔軟な電極で板挟みした構造をしている。電極に電圧を印加することで、エラストマーの厚さ方向にはマクスウェル応力による圧縮力がかかり、エラストマーは厚さ方向に圧縮され、面方向に大きな変位を生じる。図2に実際に研究に用いたDEAを示す。図1に示す平板を積層して軸方向へ変位を得るものである。

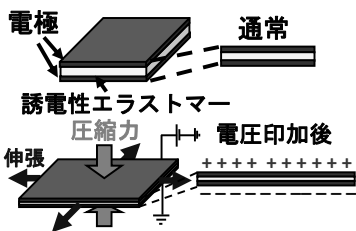


図1 DEAの原理



図2 DEAの外観図

2.2 搬送装置

図3に搬送装置の原理を示す。DEAに交流電圧を印加することで振動を発生させて粒子の搬送を行った。また、粒子の搬送量を測定するために、電磁フィーダを用いて搬送装置に常に一定量の粒子の供給を行った。実験に用いる粒子は月土壌を模擬した月模擬砂 (FJS-1) を使用した。

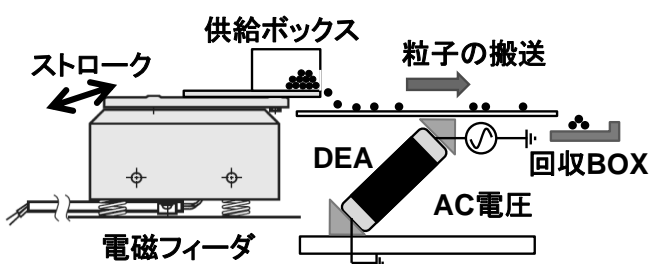


図3 搬送装置の原理

3. 研究成果

搬送装置に組み込んだDEAに交流電圧を印加したところ、AC電圧 1000 V_{p-p}、周波数 35 Hz 付近において最大の加振加速度が得られた。この条件でDEAの加振角度をパラメータとして図4に供給量と搬送量の関係を示す。各加振角度において途中までは供給量と搬送量が比例して上昇するが、その後搬送量が低下した。加振角度ごとでは 60 deg において搬送量が最大となった。加振角度 60 deg でも供給量が 2 g/s 以下では搬送量も比例して上昇し、最大 1.86 g/s となるが、供給量が 2 g/s を超えると粒子の搬送に滞りが生じ始め、搬送量の低下が確認できた。搬送量低下の要因として供給量増加により粒子同士の接触も増加し、粒子の動きが阻害されるためと考えられる。

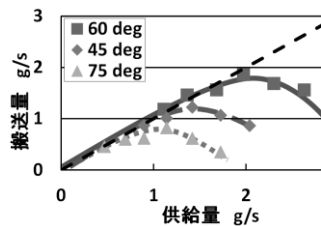


図4 供給量と搬送量の関係

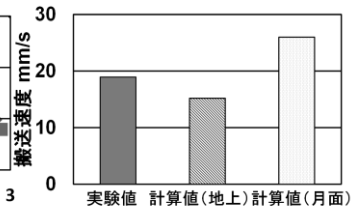


図5 粒子の搬送速度

個別要素法により粒子の挙動解析を行い実験値とシミュレーション上での粒子の速度を比較した。その結果を図5・図6に示す。速度に関しては定量的に一致しているため、搬送量に関しても実験と数値解析で近い値になると考えられる。そのため、地上実験と同じ条件で重力や空間の粘性率を月面の値に変えることで月面での搬送装置の性能評価を行った。月面での粒子の搬送速度を図5・図6に付記する。この結果から定性的に月面上での粒子の搬送の様子が予測できた。重力が地上と比較して 1/6 であることや、真空のため地上よりも搬送速度が増加し、搬送量に関しても地上よりも増加した値が得られると示唆される。

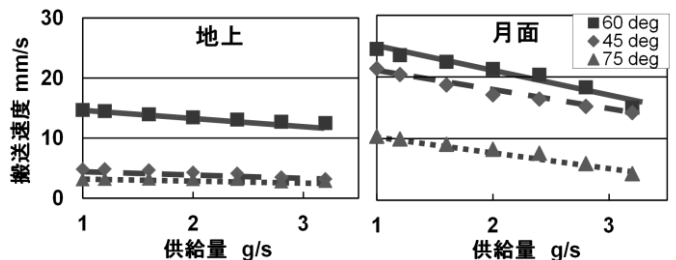


図6 供給量と搬送速度の関係

発表論文

野上, 上遠野, 三室, 安達, 川本, 誘電アクチュエータを利用した月土壌の振動搬送システム, 機械学会 第23回スペース・エンジニアリング・コンファレンス[SEC'14](2014)