

修士論文概要書

Summary of Master's Thesis

Date of submission: 01/14/2016

専攻名 (専門分野) Department	機械科学	氏名 Name	稲荷 秀太	指導 教員 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	CD 5114C011-4		
研究題目 Title	火星環境における電気集塵				

1. 研究目的

火星探査において、宇宙飛行士の生命維持活動や、帰還時の燃料に利用する酸素を、火星大気の 95% を占める二酸化炭素から生成する装置が研究されている。しかし、火星大気には塵旋風などの影響で砂が浮遊しており、装置へ火星大気を吸引する際に、様々な悪影響を及ぼす。そこで、吸引時にあらかじめ砂を集塵し、除去する必要がある。火星のような低圧環境では、集塵方式の中でも圧力損失の低い電気集塵が適している。しかし、火星は気圧が 500~1000 Pa と地球に比べ非常に低く、火花放電が起こりやすいなど、電気的な制約が大きい。本研究では、真空容器内での試作機を用いた集塵性能の評価、集塵機内での単粒子の挙動計算から、火星のような低圧環境に適した電極形状や使用条件を模索した。

2. 研究方法

2.1 実験装置

図 1 に試作した電気集塵機の構造を示す。集塵機は、放電極と集塵極という 2 種類の電極を同軸に配置したものであり、放電極に電圧を印加し、集塵極をアースすることで、電極間に形成される電界により、静電力で粒子を収集する。放電極は、一定の電圧を印加するとコロナ放電し、付近の粒子を帯電させることができる。また、集塵対象として、火星で浮遊する砂と組成や形状の似た JIS 試験用粉体 I-11 種を用いた。

2.2 実験方法

真空容器内に試作した電気集塵機を設置し、集塵機上部から砂をふるいから自由落下させることで、集塵性能を評価した。図 1 に試作した電気集塵機の構成と集塵時の砂の動きを示す。また、集塵性能の評価指標として、電圧印加の有無による出口砂流量の差から、集塵率を定義した。

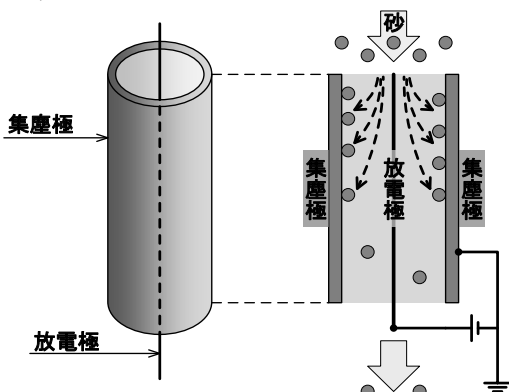


図 1 電気集塵機の構造と集塵時の砂の挙動

3. 研究結果

3.1 大気圧下と減圧下における集塵性能

図 2 に、大気圧下と減圧下 (700 Pa) における集塵率の印加電圧特性を示す。集塵極はアルミパイプ (内径 50 mm, 長さ 150 mm)、放電極はタングステンワイヤ (直径 0.1 mm) を用いた。図 2 より、大気圧下では、印加電圧が上昇すると、集塵率も上昇した。また、コロナ放電開始後に集塵率が大幅に上昇した。これに対して、減圧下では、コロナ放電開始までは 50 wt% 程度の集塵率を示したが、コロナ放電開始後は集塵が全く行えなかった。これらの点から、減圧下 (700 Pa) における電気集塵では、コロナ放電は有効ではなく、むしろ集塵率の低下につながる事が確認された。

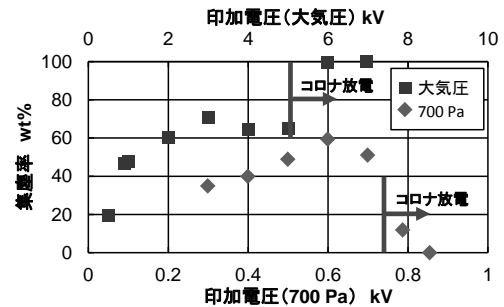


図 2 大気圧下と減圧下における集塵率 (正電圧印加)

3.2 減圧下における集塵性能の向上

減圧下における集塵では、コロナ放電は有効ではなかったため、放電極径を太くすることで、不平等電界を平等電界に近づけた。これにより、コロナ放電開始電圧や火花電圧の上昇を実現した。放電極は、0.1 mm のタングステンワイヤに加え、5 mm, 10 mm の真鍮丸棒を用いた。図 3 に、各放電極径における電界の計算値を示す。図 3 より、放電極径を太くすることで、放電極近傍の電界はなだらかになるものの、広範囲に強い電界が形成されている。また、図 4 に各放電極径における集塵率の印加電圧特性を示す。図 4 より、放電極径を太くすることで、火花電圧が上昇し、広い電圧範囲で集塵率も向上した。したがって、火星のような低圧環境では、コロナ放電を起こさずに、平等電界に近い形で電気集塵を行うべきである。

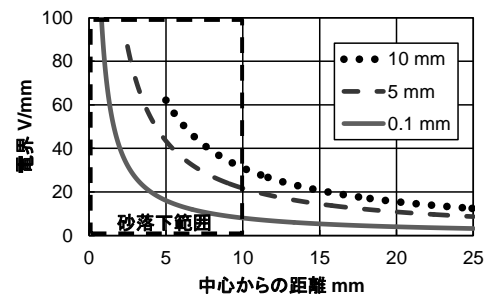


図 3 放電極径を変化させた場合の電界 (印加電圧 0.5 kV)

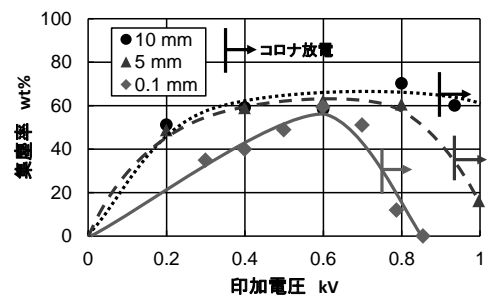


図 4 放電極径を変化させた場合の集塵率 (700 Pa, 正電圧印加)

発表論文

- (1) 星野, 田島, 稲荷, 川本, 月面探査機器の隙間へのルナダスト侵入を防止する静電シールド機構, SEC'13 (2013) B07.
- (2) 田島, 沢井, 稲荷, 西山, 安達, 川本, 帯電したルナレゴリスに対する静電防塵機構の性能評価, SEC'14 (2014).