

修士論文概要書

Summary of Master's Thesis

Date of submission: 1 / 9 / 2020

専攻名 (専門分野) Department	機械科学	氏名 Name	荻野 雄輝	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	5118C024-9		
研究題目 Title	火星における誘電泳動力を用いた電気集塵機構の性能評価				

1. 研究目的

現在、人類の存在領域の拡大の理由で火星の有人探査が注目されている。人類が火星上で有人探査を行う上で、火星上のCO₂を吸入し電気分解することでO₂を生成する必要がある。この際、火星大気中に浮遊する微小ダストが酸素を生成する装置へ混入してしまうのを防ぐはならない。そこで我々は、ダストの粒径・火星の低気圧環境を考慮した電気集塵機構の開発を行った。本研究の目的は、既存の集塵機構の放電極（ワイヤ部）の径を変更し、集塵面積を増加させることで火星環境での集塵率を研究当初よりも向上させること、及びダストの帯電量をパラメータとした集塵率を挙動解析により算出することである。

2. 研究方法

2.1 実験装置

実験装置の概略図を図1に示す。線対平板型集塵機構は直径0.1mm(可変)の金属製ワイヤ(放電極)及び、厚さ5mm、高さ150mm、奥行き80mmの2枚の鉄製の平板(集塵極)から成り立つ。ワイヤは2枚の平板の中央に平板と平行になるように10mm間隔で2本設置し、高電圧を加えた。また、集塵極は放電極が中心となるように互いに平行かつ地面と垂直になるように配置し、アース接続した。実験装置はダストを落下させるための供給機構、製作した上記の線対平板型集塵機構、さらに、ダストの重量を測定するための電子天秤から構成されている。実験試料は実際の火星上のダストの粒度分布と土壌組成を十分考慮した試験用粉体を使用している。

2.2 実験方法

偏心モータの振動により、ダスト供給機構から集塵機構内にダストを落下させ、平板とワイヤで集塵しきれなかったダストを電子天秤により測定した。また、火星環境に近い環境を実現するため、装置内の真空引きを行い、700Paにした後二酸化炭素を充填した。電圧印加の有無による出口砂重量の時間変化より集塵率を算出し、異なるワイヤの径(φ0.1~5)をパラメータとする集塵機構の性能試験を行った。なお、ワイヤに印加する電圧は1kVで固定である。

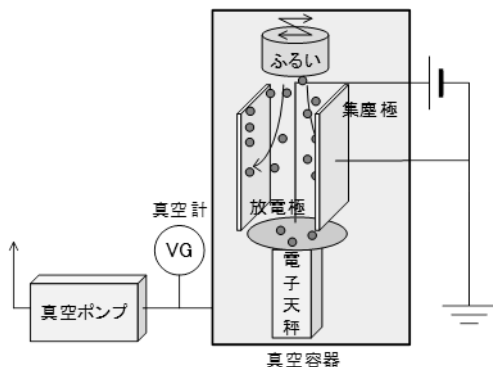


図1 実験装置概略図

3. 研究成果

3.1 ワイヤの径をパラメータとした集塵実験

図2にワイヤ径と集塵率の関係を示す。ワイヤ径をパラメータとした性能試験を行ったところ、径によって集塵率が異なることが分かった。図2より、ワイヤ径0.1mm~0.7mm間では集塵率は向上し、ワイヤ径が0.7mmの際に集塵率は最大値(87.0%)を迎えることが分かった。その後集塵率は緩やかに減少し、最大集塵率から20%程度減少してしまうことが確認された。

3.2 帯電量と集塵率の関係(粒子挙動シミュレーション)

火星大気吸入の際、大気を送り込むためのイオン風装置と集塵装置の合体を予定している。イオン風装置はコロナ放電を利用しイオン風と呼ばれる気流を発生させる。気流発生時、ダストは電荷を帯びるため、集塵率に影響を及ぼすことが予想される。したがって、本研究では異なる帯電量を持つダストにおける集塵率の変化を確認するため個別要素法を用いた数値解析を行った。本研究において、ダストに作用する力 F は、式(2)に示すとおり、クーロン力 F_q 、誘電泳動力 F_{dipole} 、付着力 $F_{adhesion}$ 、空気抵抗力 F_{air} 、重力 F_g 、以上の合力により計算される。

$$F = F_q + F_{dipole} + F_{adhesion} + F_{air} + F_g \quad (1)$$

図3にダストの帯電量と集塵率の関係を示す。集塵率は帯電量が $-0.2\mu\text{C/g}$ のときに最大となり、その後は帯電量が増加する度に集塵率は低下することが確認できた。その理由として現時点では、ダストの帯電量が増加することでダスト間の反発力も増加するためであると考えている。

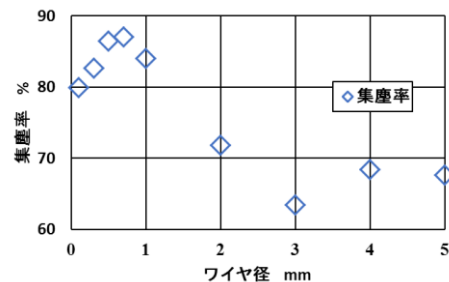


図2 ワイヤ径と集塵率の関係(実験値)

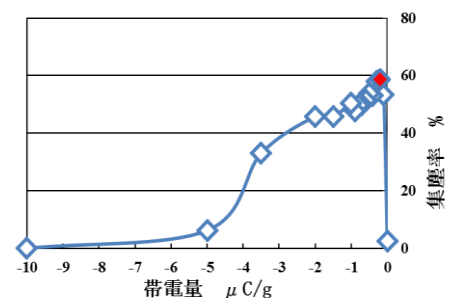


図3 ダストの帯電量と集塵率の関係(解析値)