

修士論文概要書

Summary of Master's Thesis

Date of submission: 1/10/2019

専攻名 (専門分野) Department	機械科学	氏名 Name	鈴木 周哉	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	CD 5117C053-1		
研究題目 Title	太陽電池パネル上に堆積した砂の静電クリーニング				

1. 研究背景

今日、太陽光発電は世界で最も普及している再生可能エネルギーの一つとして地球上のみならず宇宙でも利用されている。特に砂漠地帯では長い日照時間と広い設置面積が有利となるため、大規模なメガソーラーの建設が中東諸国を始めとして各国で進められている。しかし砂漠地帯では強い風により砂が舞い上がり、Fig. 1 のようにソーラーパネルに降り積もることによって発電の効率が落ちてしまうことが指摘されている。現状では人の手によって清掃するか、散水することで砂を除去している。そこで新たなクリーニング手段として自動静電クリーニングシステムを設計した。

2. 原理

この装置は電極によってソーラーパネルを模したクリーニング装置 (以下基板) 上に電界を形成して、砂にクーロン力を発生させることで砂を除去している。電極の模式図を Fig. 2 に、砂を載せた基板の状態を Fig. 3 に示す。一方の電極を正極に、もう一方の電極を負極にして電圧を印加させると、電界が正負交互に形成され、正極から負極にかけてクーロン力が発生する。基板に散布された砂粒はこのクーロン力を受けて正極から負極、または負極から正極へと飛翔する。電極に印加する電圧の極性を周期的に入れ替えることで、砂を継続的に飛翔させて基板から砂を取り除くことができる。砂は中東諸国の一つであるカタール国で採取された砂を使用している。粒径分布を Fig. 4 に示す。

3. 研究内容

3.1 性能評価

砂漠地帯のソーラーパネルに砂が降り注ぎ、表面に堆積した状態を硝子板において擬似的に再現して実験を行った。硝子板に砂を一定量、均等に散布させた状態でクリーニング装置に電圧を印加させ、一定時間作動させて性能を評価した。除去され

た砂の量を散布した砂の量で除し、百分率で表した値をクリーニング効率と定義し、この値をもとに装置の性能を評価した。

クリーニング装置に印加する電圧を 1 kV から 6 kV まで調整してクリーニング効率の関係を調べた。Fig. 5 ではクリーニング装置の電極の形状を平行型と波型の 2 種類を用いて比較した。この実験から印加電圧とクリーニング効率は正の相関にあり、5 kV 程度で 80-90% のクリーニング効率を得られ、十分にソーラーパネルがクリーニングされることを確認した。電極の形状は波型のほうが高効率を得られたものの、十分にクリーニングされる 5 kV 以上においては大きな差はない。波型電極は製作が難しく、実用面においては平行型の方が優れている。

3.2 砂のセメント化による影響及びその対策

砂漠地帯でメガソーラーを運用している機関によれば、海岸沿いなど比較的湿度が高い砂漠地帯では、堆積した砂が夜間帯に露を帯び、硬化することがあると報告されている。以下この現象をセメント化と称する。セメント化が発生した状態でのクリーニング効率を Fig. 6 に示した。これより、セメント化によってクリーニング効率が 30-40% 低下してしまうことがわかる。セメント化によって砂と基板の間に生じる付着力が大きくなり、飛翔力が小さくなってしまふことが考えられる。基板の加振とロールブラシを基板上で回転させる方法と 2 つの方法でセメント化対策を講じた。それぞれの結果を Fig. 7 と Fig. 8 に示した。

基板を加振ロールブラシによって表面を磨くことで物理的な方法で砂を除去したとき、クリーニング効率は上昇し非セメント化状態近くまでクリーニング効率が回復した。加振とロールブラシどちらの方法においても物理的手段によるクリーニングは有効であり、砂がセメント化状態にあっても非セメント化状態と遜色ないクリーニング性能を発揮できるようになることを確かめた。



Fig. 1 Solar panel covered with desert sand (at Qatar)

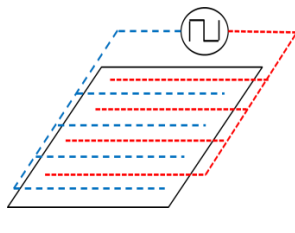


Fig. 2 Patterning of parallel comb-shaped electrode

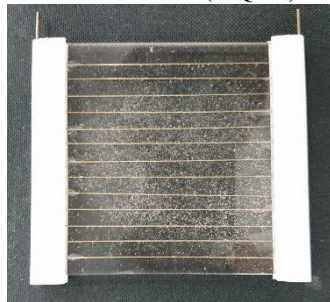


Fig. 3 Sand-covered panel used for experiment

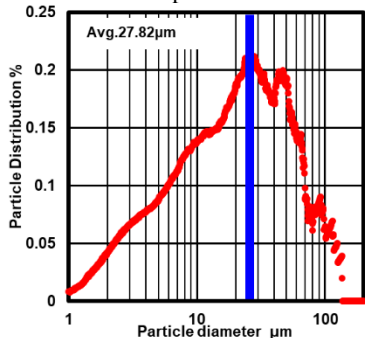


Fig. 4 Particle size distribution of Qatar sand

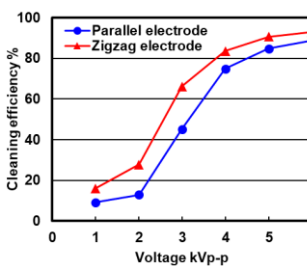


Fig. 5 Voltage & electrode pattern characteristic

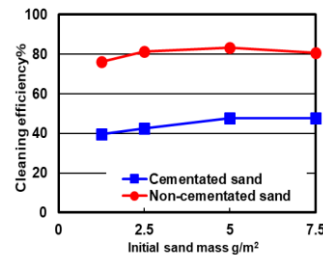


Fig. 6 Cementation characteristic

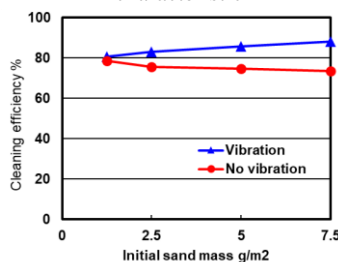


Fig. 7 Vibration characteristic

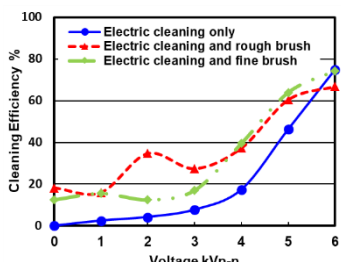


Fig. 8 Cylinder brush characteristic