

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 | 若松 寿明 | 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 5118C101-4 | | |
| 研究題目 Title | 静電力を用いた太陽電池パネル上に堆積する砂の除去機構 | | | | |

1 研究背景

近年、風力や水力、太陽光などのエネルギーが注目されている。中でも太陽光発電は他の発電と比較しメンテナンスの必要性も少なく、発電コストが低い。そのため、太陽光発電所は世界的に年々増加している。そして「高い日射量」と「広大な土地」を有する砂漠地帯は太陽光発電に適していることから、砂漠地帯での大規模な発電が行われている。しかし、風などにより巻き上げられた砂が太陽電池パネル上に堆積することで発電量が低下する問題が生じている。そのような環境では、発電量を維持するために定期的に太陽電池パネルのクリーニングを行う必要がある。そこで現在は人為での清掃が行われているが、人件費や作業環境にも問題がある。

これらの問題を解決する手法として、静電力を用いて太陽電池パネル上の砂を除去する機構を提案する。本研究では除去機構の性能評価を行った。

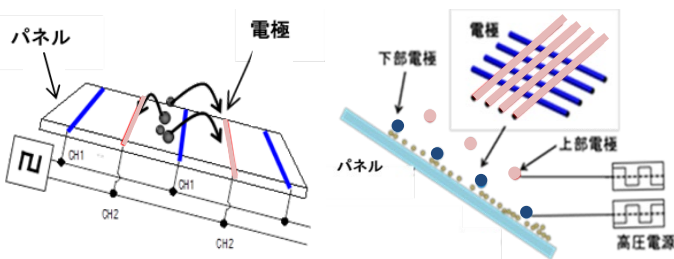
2 除去機構の原理

除去機構の概略図を図1に示す。除去機構には電極が配置されている。それらに位相が π ずれた2相交流電圧を印加すると、異なる位相の電極間に電位差が生じ電界が発生する。そして、パネル上に堆積している砂が静電力や誘電泳動力を受けることで飛翔する。この過程を地面と水平な状態で行うと砂は除去機構に対して水平方向、もしくはその場で上下方向に移動するだけで除去されない。しかし、稼働している太陽電池パネルは通常 $10 \sim 40 \text{ deg}$ の傾斜をつけて設置されている。それにより除去機構から力を受けた粒子はパネルが傾いている方向に飛翔し落下する。パネル上に再度落下した後、機構から再度力を受け飛翔する。この過程を繰り返すことで、パネル外まで搬送されるように除去される。以上が静電除去の原理である。なお、(a)は太陽電池パネル表面に除去機構を埋め込むことを想定した機構であり、(b)は除去機構が太陽電池パネル上を移動することを想定した機構である。

3 研究結果

3.1 基礎性能評価

太陽電池パネルを模したガラス板上にドーハの砂漠の砂を堆積させて除去機構に電圧を一定時間印加させて性能を評価した。除去されずにガラス板上に残留した砂の重さを測定することで除去機構の除去効率を測定した。堆積させた砂量特性を調査した結果を図2に示す。実験結果より、どちらの除去機構においても堆積した砂を約8~9割除去可能であることが確認できた。



(a)埋め込み型 (b)可動型
図1 静電力を用いた除去機構の概略図

3.2 実際の環境下を想定した性能評価

海が近いなどの要因により湿度が高い砂漠では、昼夜の寒暖差の影響から夜に霧が発生し、太陽電池パネル表面に露が付着する。その露を堆積している砂が吸収し再び乾燥することで、砂が凝集する。そして、砂とパネル表面間の付着力が増加する現象が確認されている。以降、この現象をセメント化と呼称する。セメント化を考慮した場合の、堆積させた砂量特性を調査した結果を図3に示す。実験結果より、どちらの除去機構においても砂がセメント化することで除去率が約3割低下することが確認できた。本除去機構の実用化を想定した場合、セメント化によって除去効率が低下する問題を解決する必要があると考えられる。

3.3 セメント化への対策及び性能評価

セメント化によりパネル表面との付着力が増加した砂に対する1つ目の対策として、パネル表面にコーティング処理を施すことでセメント化した粒子とパネル表面との付着力の軽減を図った。パネル表面にコーティング処理を施した場合の、堆積させた砂量特性を調査した結果を図4に示す。実験結果より、埋め込み型除去機構においては除去率が低下した。これはパネル表面をコーティングしたことで導電性が増加し、電位差の低下により電界が弱まったことが原因であると考えられる。また、電位差の低下が生じていない可動型でも除去率がほぼ変化していないことから、パネル表面へのコーティングは砂のセメント化に対して効果がないと考えられる。

2つ目の対策として、パネル表面に送風し堆積した粒子に外力を与えることで粒子とパネル表面との付着力の軽減を図った。パネル表面に送風を行った場合の、堆積させた砂量特性を調査した結果を図5に示す。実験結果より、どちらの除去機構においても除去率が1~2割向上することが確認できた。これにより、送風によるパネル表面と砂との付着力軽減は有用であると考えられる。

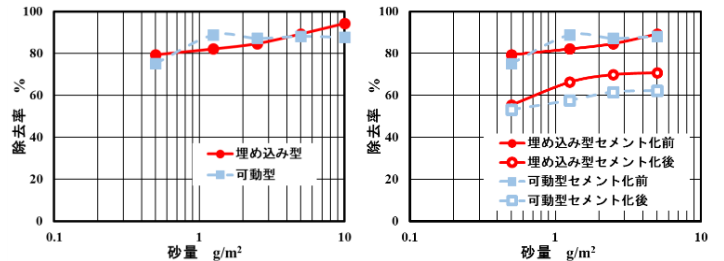


図2 砂量特性

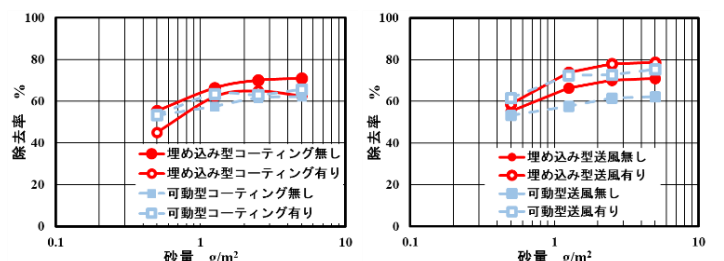


図3 砂量特性(セメント化)

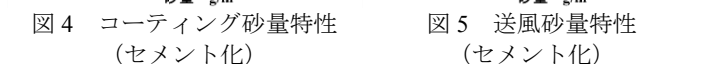


図4 コーティング砂量特性(セメント化)



図5 送風砂量特性(セメント化)