

通電加熱による除雪

-太陽光発電パネルの伝熱特性等評価-

齋藤研究室 1210207 川名雅広

1. 背景と目的

当研究室では、(株)吉岡からの依頼を受け、同社とともに豪雪地として知られる秋田県大仙市大曲において、2014年冬季より、太陽光パネルに通電加熱をすることで雪を滑り落とす検証実験を行ってきた。これまでの実験により、期待通り有効に除雪を行えることを実証したが、実用化のためには、まだ解決すべき課題が残されている。

本研究では、通電加熱の最適な開始・終了条件および必要な電力量をさらに削減する条件を探索すること、そのために必要となる太陽光発電パネルの伝熱特性等を評価することを目的とした。

2. 太陽光発電パネルの伝熱特性等評価

熱の伝わり方には伝導、対流、放射の3つがあるが、通電加熱による除雪時に、それぞれの寄与がどうなっているかを知ることが重要である。それを知る上で重要なパラメータは放射率であるので、太陽光発電パネルの放射率を実験的に測定した。

2.1. 実験方法

太陽光発電パネルに通電加熱し、その表面および表面に黒体テープを張り付けた部分を赤外線カメラで観測し、放射率を決定した。

2.2. 実験結果

求められた放射率は、0.9であった。1に近いため、原理上、放射による伝熱の寄与が大きいと言える。

3. 除雪実証実験

(株)吉岡製屋根一体型多結晶 Si 太陽光発電モジュール出力 130 W のフルモジュール (ETRO1SN) 2 基と 65 W のハーフモジュール (ETRO1HN) 1 基からなる加熱用パネルの 2 組を豪雪地の秋田県大仙市に、方位角 182° (ほぼ南向き)、傾斜角 13° の条件で設置し、実験した。

3.1. 実験方法

通常は両方とも発電電力利用を模擬するため、最適負荷抵抗値(最大出力電圧/最大出力電流)に近い約 6Ω の抵抗値を接続している。除雪実施時には、向かって左側の太陽光発電モジュールのみ負荷を切り離し、代わりに直流電源から定電流で通電し、効果を確認した後、再び負荷を接続する。右側は参照比較用であり、通電時以外は抵抗負荷をかけて消費させる。また、今回は電力量を探索するため、効果の前兆が見られた時点で雪が残っていても加熱を止め、負荷を再接続した。

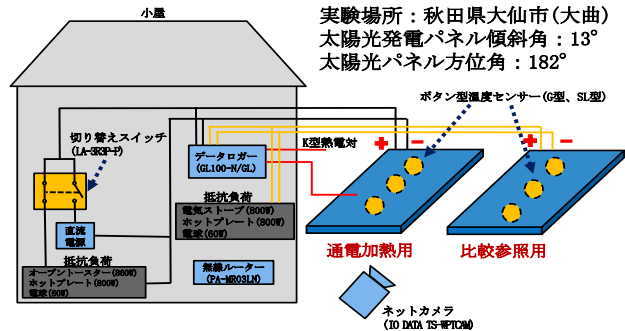


図 1 実証実験装置接続図

3.2. 結果と考察

通電加熱の条件を表 1. 結果を表 2、実際の様子を写真 1~4 に示す。

表 1. 実証実験毎の通電加熱条件

2017/12/19(曇)			
通電条件	開始 10:55	終了 12:01	平均
電流 A	8	8	8
電圧 V	61.11	69.98	65.55
抵抗 Ω	7.64	8.75	8.19
電力 W	488.9	559.8	524.4
2018/01/15(曇り)			
通電条件	開始 10:37	終了 12:41	平均
電流 A	10	10	10
電圧 V	63.96	61.83	62.90
抵抗 Ω	6.40	6.18	6.29
電力 W	639.6	618.3	629.0

表 2. 実証実験毎の滑雪所要時間、所要電力量

実施日	電流 [A]	滑雪し始めまでの時間 [h]	ほぼ全量滑までの時間 [h]	所要電力量 [KWh]	発電量何日分
12/19	8	>1.1	>3.68	>1.93	>3.5
1/15	10	>2.06	>2.53	>1.59124	>2.9

実験結果の要点は以下の通りである。

- 去年までの通電加熱実証実験時よりも今年は積雪が少なく 10 cm 未満であったため通電を行っていないパネルの雪が通電を行っているパネルよりも早く落ちた。(写真 2)しかし実際の運用を考えると、屋根の下に人がいた場合など大量の雪が落ち事故の危険性がある。通電加熱により定期的に除雪を行うことが出来れば事故を防ぐことに繋がると考えられる。



写真1. 8A 通電後 1 時間 06 分経過の様子



写真2. 8A 通電後 3 時間 41 分経過の様子



写真3. 10A 通電後 2 時間 04 分経過の様子



写真4. 10A 通電後 2 時間 32 分経過の様子

- 写真1、写真2から太陽光パネルではない屋根両側の部分の雪は融雪せず固着したと考えられる。
- 今回は積雪が少ない場合での通電実験だった。通電開始から1時間から2時間程度で変化が確認でき、融雪がはっきり確認できるまではさらに1時間程度必要であった。

4. まとめ・今後の課題

本研究のまとめ・課題は以下の通りである。

- 太陽光発電パネルの波長約 $10 \mu\text{m}$ における放射率を実験的に測定した結果、0.9 と高く、放射による伝熱の寄与が大きいことがわかった。
- 太陽光発電パネルに直接通電加熱することにより、時間当たりの積雪量が少ない場合、期待通りに降雪が生じ、容易に雪を滑り落とせることを確認した。
- 融雪の必要電力の最小化のため、様々な気象状況での実験が必要である。今年度の秋田県大曲市は例年より気温が高く、雪があまり積もらなかったため、今後も実験を続けていくことが課題である。
- 通電の開始、終了の最適化については、積雪量によっても変化すると考えられる。パネルの積雪量と通電時間の関係についても実験、データ整理の必要性がある。
- 現在、通電開始停止は手動で行っている。自動化に向け接触面での熱伝導性の改善、降雪量や気温等気象条件に応じた対策等、さまざまな観点からの最適条件を確立することが必要となる。そのため積雪感知器を導入しての融雪実験を行っていきけるようにしたい。

謝辞

本研究は、(株)吉岡、(株)タニタハウジングウェアの協力の下、実施した。関係各位に御礼申し上げます。

文献

- 平成 26 年全国消費実態調査 主要耐久消費財に関する結果 (平成 27 年 7 月 31 日 総務省統計局)
- NEDO 日射量データベース MONSOLA-11
<http://app7.infoc.nedo.go.jp/monsola.html>
- 齋藤, 柴崎, 武澤, 初谷, 湊脇, 味原, 宍戸, 杉山, “屋根一体型太陽電池の通電加熱による除雪”, 東北工業大学地域連携センター紀要 (EOS) 28 (1), 11-20 (2015).
- 齋藤, 阿部, 酢谷, 柴崎, 武澤, 湊脇, 初谷, 味原, 宍戸, 杉山: 屋根一体型太陽電池の通電加熱による除雪 II, 東北工業大学地域連携センター紀要 (EOS) 1 (1), 23-32 (2016)
- 佐々木 (平成 17 年度齋藤研究室卒論)