Research Center for Photovoltaics

太陽光発電の積雪荷重設計に関する研究

大関 崇[1]・加藤 和彦[1]・宇野 史睦[1]・千葉 隆弘[2]・伊高 健治[3]・小杉 健二[4]・安達 聖[4]
[1]産業技術総合研究所　太陽光発電研究センター　システムチーム・
[2]北海道科学大学・[3]弘前大学・[4]防災科学技術研究所

研究の目的

- 積雪荷重については、JISC8955[1]において設計指針は存在するが、これまでにも事故は発生しているのが現状。
- 特にモジュールフレームにかかる荷重への対応、沈降圧の影響への対応が課題となっている。
- 事故発生しているが、そのメカニズム解明に必要な実フィールドでの荷重データが測定されていないため、ベースにある設計指針の改良、対策の検討が進んでいない。
- 本プロジェクトでは、国内の複数の積雪地域に屋外積雪荷重測定装置を設置し、冬期間における上記荷重データを収集し、分析を実施する。
- これにより、既存の設計指針につなげることができる。分析の主な視点は次のとおりである。
  - ➢ アレイに堆積する積雪の性状や深度などと、太陽電池モジュールや太陽電池アレイ用支持物に及ぼす荷重との間にどのような関係性があるのか。
  - ➢ 現在の太陽電池モジュールの機械的荷重試験は、わが国の積雪地域に設置する太陽電池モジュールの機械強度の適合性の判断基準として適切であるのか。
  - ➢ 建築基準法における「屋根形状係数」（すなわち、JISC8955[1]における「勾配係数」）は、太陽電池用アレイ支持物にも適用可能であるのか。

実験方法

- 積雪による加重をロードセルにより観測する装置を作製。
- 3地点に設置：札幌、青森、新庄、傾斜角を3種類：10、20、30度。

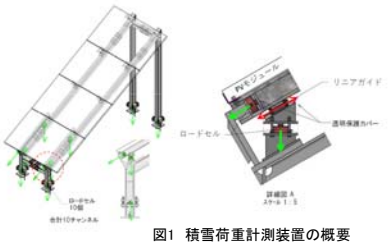


図1　積雪荷重計測装置の概要

図2　積雪荷重計測装置の概観

【新庄の追加観測】
観測露場にて10日毎に断面観測を行い，雪質の判別および積雪深の計測。
観測露場にて5日毎に神室式スノーサンプラーを用い積雪重量の計測。

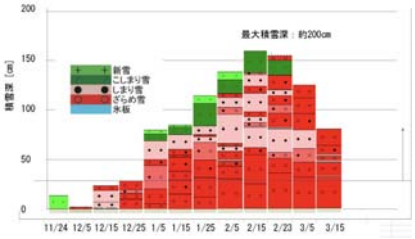


図3　新庄における雪質の変化図例

【青森の追加観測】
- 気象計およびモジュール裏面に温度センサーの設置。
- （4箇所×3パネル）。

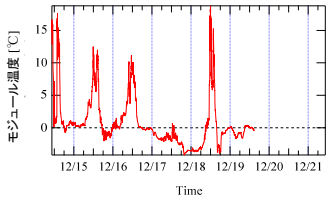


図4　太陽電池モジュールの裏面温度の推移例

実験結果・考察

- 北海道、青森、山形に導入した測定装置により、積雪加重の測定が可能なことを確認。
- 軒側に大きな荷重が作用することを実測し、設計用荷重モデルの素案を作成した。

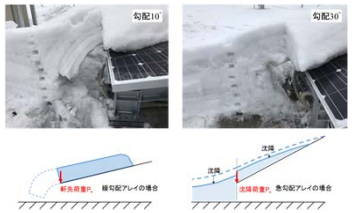


図5　軒先積雪状況と軒先荷重との関係

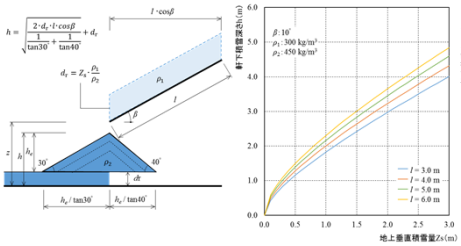


図6　軒高算定モデルと地上垂直積雪量と軒高との関係

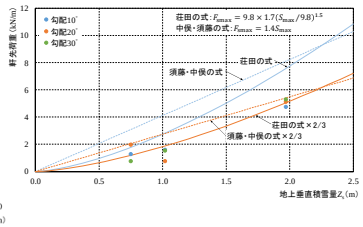


図7　軒先荷重の設定方法

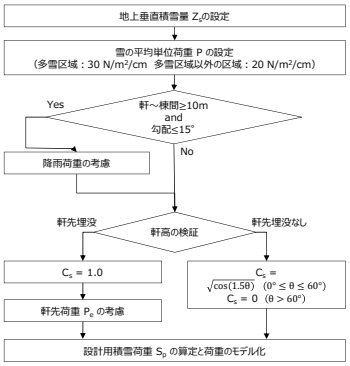
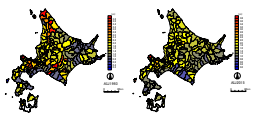


図8　積雪荷重の評価フロー

設計支援ツールの作成

- 設計用垂直積雪量のデータベース表示ソフトの作成、公開。
- QGIS（フリーソフト）上で動作するアプリを開発。地図上をクリックすることで、緯度経度・標高（250 mメッシュデータ）・海率を取得し、垂直積雪量を計算・表示する。緯度経度・標高は利用者が直接入力することも可能。
- https://unit.aist.go.jp/rcpv/ci/service/PV_Electrical_Safety/index.html



【AIJ1993】　【AIJ2015】

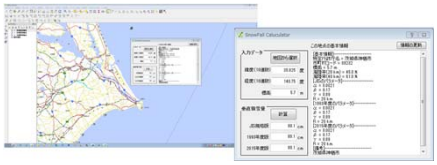


図9　設計用垂直積雪量のデータベース表示ソフトイメージ

結論

- 太陽電池アレイの架台にかかる積雪荷重の実測を行い、沈降圧による軒先にかかる荷重を観測。積雪荷重の設計方法を提案した。
- 本事業の成果を反映：「太陽光発電の直流電気安全のための手引きと技術情報（第2版）:2019年7月掲載
  https://unit.aist.go.jp/rcpv/ci/service/PV_Electrical_Safety/index.html

参考文献

[1] JIS C 8955 :2017 太陽電池アレイ用支持物の設計用荷重算出方法.
[2] 千葉 隆弘 他,「積雪地域における太陽電池アレイの軒先に作用する積雪荷重」, 平成30年度日本太陽エネルギー学会／日本風力エネルギー学会合同研究発表会講演論文集, 2018.

謝辞：この成果は，国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の委託業務の結果得られた。関係者に感謝する。