

太陽電池アレイ用支持物のモニタリングによる破損検知手法の開発

(株) 構造計画研究所 正会員 ○八木 康仁
日本大学 西川 省吾

(株) 構造計画研究所 正会員 楊 克俊
(株) チノー 瀧川 隆介

1. はじめに

台風、積雪などの影響で太陽光発電施設の架台に倒壊、破損が生じる事例が発生している。一方、架台の構造に関する常時監視は行われていないのが実情である。本研究では、近年事例が多数ある橋梁の構造モニタリング技術を応用して、架台にひずみ変動の常時監視システムを実装したモニタリングを実施した。

2. 架台のモニタリング手法とシステム構成

本研究では局所的な計測と広範囲の計測の両方が可能となる光ファイバ分布センサを用いた。電気式ひずみセンサに比べ耐久性、施工性、耐雷性などにおいて優位性があり、コストの低減が可能である。さらにセンサを面的に設置することで架台の3次元挙動の把握が可能である。

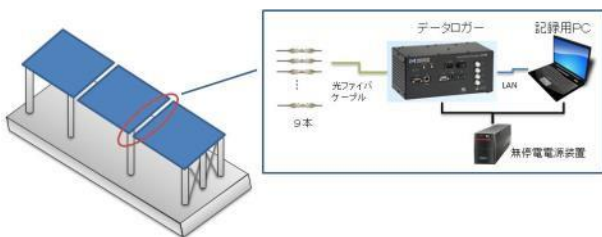


図1 架台異常検出技術の概略構成図

3. 現場実験および結果

架台の破損要因のうち、本研究では積雪に着目し、架台のひずみを測定する実験を行った。既知の荷重による結果を得る目的と積雪時の常時モニタリングの事前実験の目的で、土嚢を積雪荷重と見立てる検証を行った。

挙動を効果的に把握するため、事前に各種積雪ケースを考慮した架台の構造解析を行い、その結果判明した応力集中箇所を参考にセンサの設置位置を決定した。

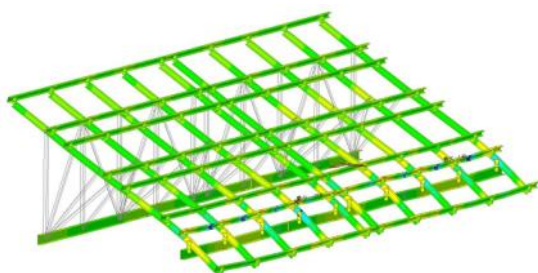


図2 構造解析結果(応力集中箇所)

現場計測実験は株式会社チノー山形事業所(山形県天童市)の太陽光発電設備において、設置角度 20°、30° の2ケースの太陽電池アレイを使用して行った。

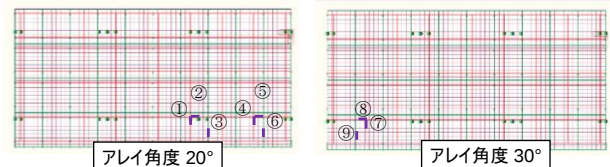


図3 センサ設置位置

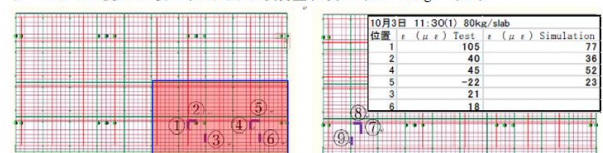
事前解析の結果から縦桁のひずみ①④⑦が積雪荷重と明確な対応関係が見えるため、各縦桁センサ①④⑦の計測ひずみ量と理論解のひずみ値が概ね一致することを確認し、本計測結果の信頼性を検証した。

積雪ケースとして、4ケースの積雪ケースを模擬した荷重(80kg/パネル、設計時積雪荷重の許容値の1/4.375、積雪約20~30cmに相当)を与え、計測結果を事前解析から得られたひずみと比較してオーダーチェックを行った。

図4~図5に示す計測結果から以下のことが言える。

- ・ 計測結果と解析結果の整合は基本的に取れている。
- ・ アレイ角度が20°のケースと30°のケースでひずみ量はほぼ同等である。
- ・ 特に着目した縦桁のセンサにおいて、ひずみ量の最小値は45 $\mu\epsilon$ となった。

ケース1: 20度の10枚パネルに共40袋荷重(4袋/パネル=80kg/パネル)



ケース2: 20度と30度両方とも5パネルに20袋荷重(4袋/パネル=80kg/パネル)共40袋



図4 載荷ケースとひずみ計測・解析結果

キーワード 太陽光発電, モニタリング, 異常検知, 光ファイバ分布センシング

連絡先 〒164-0011 東京都中野区中央 4-5-3 (株) 構造計画研究所 耐震技術部 TEL 03-5342-1138

ケース3：30度の10枚パネルに共40袋荷重(4袋/パネル=80kg/パネル)

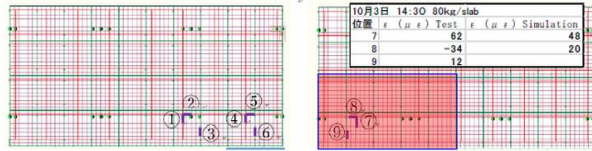


図 5 载荷ケースとひずみ計測・解析結果

4. 常時モニタリング

計測実験終了後、風荷重および積雪荷重による挙動を把握する目的で常時計測を実施した。常時計測では縦桁のセンサの閾値を、実験から得られた結果の4.375倍(実験時载荷荷重と設計時積雪荷重の許容値との比率)である197 $\mu\epsilon$ とした。

計測結果からは以下のことがわかった。

- ・ ひずみ量は1日のうちで上下する。主に日照やそれに伴う発電による温度ひずみの発生が原因と考えられる。その上下幅は最大でも30 $\mu\epsilon$ 未満である。
- ・ 積雪荷重によるひずみの閾値は197 $\mu\epsilon$ を見込んでいるため、それに比較すると大きな数値ではない。
- ・ 1分ごとの最大値と平均値で比較した結果(図6)がほぼ変わらない。ここからひずみの発生要因はほぼ静的な力によるものと考えられる。

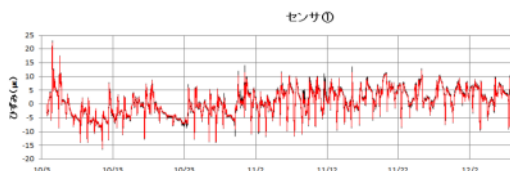


図 6 縦桁センサのひずみ時刻歴応答結果

つぎに、計測期間中に発生した台風による影響を示す。(図7)。その結果、台風の影響は温度ひずみによる影響と同等のオーダーであることがわかった。

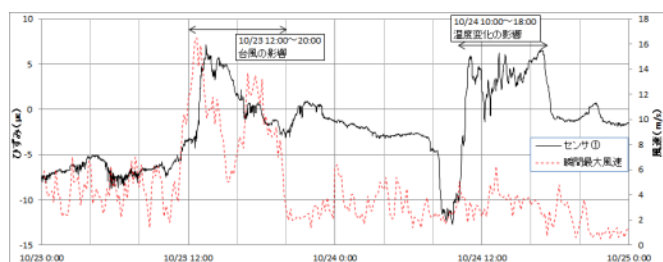


図 7 台風発生時とその翌日のひずみ時刻歴応答結果

5. 実際の積雪による影響の計測

実際の積雪状態でのひずみの計測結果を図8に示す。ひずみが急変している時刻については、パネル上に積もった雪が崩れてすべり落ちていることが原因と考えられる。

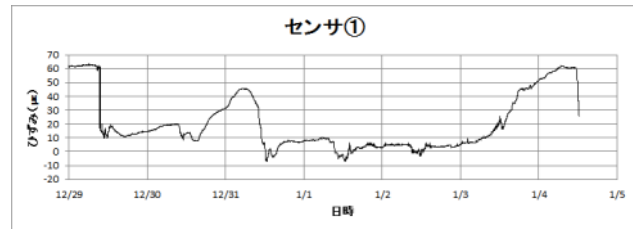


図 8 積雪時のひずみ時刻歴応答結果

12/29 昼において落ちた雪の高さは約20cm程度であり、ひずみの変化量は約50 $\mu\epsilon$ である。これは現場実験の結果と概ね整合が取れているといえる。



図 9 雪の崩落前後の現場写真

6. まとめ

本研究において提案するセンシングシステムによって、積雪荷重を模擬した荷重を载荷した場合の計測によってモニタリングシステムの有効性を示した。また、計測結果は理論解、事前の構造解析結果および実際の積雪の計測結果との整合性も取れていることにより、本計測システムの信頼性を確認した。

積雪によるひずみの閾値は、今回対象とした架台では197 $\mu\epsilon$ として架台構造の常時モニタリングを実施した。常時モニタリングの計測結果によると、温度ひずみの影響は最大でも30 $\mu\epsilon$ 未満となる。また風荷重による影響も同程度である。したがって、積雪によるひずみ量の計測は温度や風等による影響を比較的受けにくいと考えられる。

ただし、今回の台風による最大風速は16m/s程度とあまり強い風ではなかった。また、対象とした太陽電池アレイ支持物及び基礎はかなり強固な構造であるため、今後は強風による影響や、構造上問題がある架台における風の影響については今後研究を継続していく。

なお、本成果は、経済産業省の委託業務「平成29年度新エネルギー等の保安規制高度化事業(電気施設保安技術高度化の評価・検証事業)」の成果の一部である。