

平成 28 年度 風工学研究拠点 共同研究成果報告書

研究分野：強風防災 or 室内環境 or 屋外環境
研究期間：平成 26 年度～平成 28 年度
課題番号：143005
研究課題名（和文）：太陽光発電システム風荷重評価に関する研究
研究課題名（英文）：Research on the wind load acting on the solar array
研究代表者：植松 康（東北大学）
交付決定額（当該年度）：370,000 円

※ページ数の制限はありません。

※成果等の説明に図表を使用させていただいて構いません。（カラーも可）

※提出して頂いた成果報告書をホームページでの公開を予定しております。

1. 研究の目的

近年のエネルギー不足を解消するため、枯渇する心配が無く、かつ二酸化炭素を排出しないクリーンエネルギーとして太陽光発電が注目されており、日本における太陽電池出荷量も 2001 年から 2011 年の 10 年間で 188,590kW から 2,685,573kW へ約 14 倍になるなど、需要も急激に増加している。日本国内では日本工業標準調査会が「太陽電池アレイ用支持物設計標準」(JIS C 8955, 以下 JIS と略す。)を定めており、それに基づいて設計されることが多い。JIS で規定されている設計用風荷重は風力係数に設計用速度圧とモジュールの受風面積を乗じることで算定できる。なお、風力係数は風洞実験により定めるとしているが、地上設置(単独)、勾配屋根設置型、陸屋根設置型の設置形態については、モジュールの設置勾配で表わされる式により定められる風力係数を用いても良いとしている。しかしながら、JIS の基となった実験はかなり以前に行われたものであり、当時は現在急増しているメガソーラーや大規模工場の屋上に設置される太陽光発電システムなどは想定していなかった。

本研究の目的は、国内で需要が急増しているメガソーラーや工場などの大規模建築物の屋上に設置される屋上設置型太陽光発電システムなど、多様化する設置条件下での太陽電池アレイに作用する風荷重の特性を明らかにすることにある。また、太陽光発電アレイの設置架台の設計に用いられている現行の JIS 規格における問題点を明らかにするとともに、種々の風洞実験結果を基に実情に即した風荷重を算定するための風力係数を提案する。さらに、太陽光発電システムの風荷重を想定した载荷試験を実施し、耐風性能評価のため载荷試験の手法の確立を目指す。この研究は今後更に設置の増加が予想されるメガソーラーや屋上設置型太陽光発電システムの経済的かつ合理的な耐風設計を行う上で必要不可欠かつ喫緊に取り組むべき重要な課題である。

2. 研究の方法

本研究は、平成 26 年度から進められており、初年度の平成 26 年は、太陽光発電の普及状況と今後の展望、強風被害の実態の把握、太陽光発電システムの風荷重・耐風性能評価に関する文献調査、耐風設計上の問題点の抽出、今後の課題等の整理を行った。平成 27 年度は、平成 26 年度と同様の活動をさらに進めるとともに、「太陽光発電システム耐風設計マニュアル」の策定を最終目標とした資料整理および記載内容の検討を行った。平成 28 年度は、過去 2 年間の成果をもとに「太陽光発電システム耐風設計マニュアル」を作成した。

3. 研究成果

3.1 耐風設計マニュアルの概要

研究成果として取りまとめた「太陽光発電システム耐風設計マニュアル」の各章の概要を以下に示す。

「1 章：概説」では、わが国における太陽光発電システム (PV システム) の開発と普及の経緯、PV システムに求められる耐風性能、本マニュアルにおける対象範囲と構成について述べている。

「2 章：太陽光発電システムの構造安全に関する主な関連法規」では、経済産業省が管轄す

る「電気事業法」およびその関連法令と「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法」、国土交通省が管轄する「建築基準法」およびその関連法令を概説している。さらに、PV システムの支持物の構造設計に関して電気事業法関連法令が呼び出している日本工業規格についても言及している。

「3 章：太陽光発電システムの設置工法と構造」では、地上や建物の屋根、外壁、庇など、さまざまな場所に設置されている PV システムの構造について、太陽電池アレイの設置工法ごとに設置イメージのイラストや施工例の写真などを用いて解説している。

「4 章：風荷重算定の基本と留意点」では、太陽光発電設備の耐風設計を行う際の風荷重算定について述べている。また、太陽電池アレイやその架台に作用する風荷重がどのような理由で生じるのか、どのように考えて算定すべきかといった点を、用語の説明を交えて概説し、さらに風荷重に影響を与える要素についても過去の研究論文なども交えて紹介している。

「5 章：耐風設計」では、許容応力度設計を基本とした PV システムの基礎および架台の耐風設計について、構造計画から部材の応力度検定まで詳細に解説している。

「6 章：風洞実験等による風荷重評価」では、モジュールに作用する風力評価に用いられる風洞装置や測定手法、評価手法の例を示している。

「7 章：載荷試験による耐力評価」では、PV システムの架台や基礎を対象とした載荷試験方法や、載荷試験結果からの耐力評価方法についての要点・注意点について解説している。

「8 章：太陽電池アレイの風力係数に関する文献とその活用方法」では、風力係数に関する代表的な文献を紹介し、地上設置型 PV アレイの設計用風力係数の提案を行っている。

「9 章：今後の課題」では、PV システムの風荷重、耐風設計、社会システムの各カテゴリーについて、今後解決すべき課題を示している。

「付録：構造計算例」では、地上設置型太陽電池アレイ架台を対象に、詳細な構造計算した事例を示している。

3.2 公開研究会の開催

平成 29 年 2 月 21 日に公開研究会「太陽光発電システムの耐風設計－耐風設計マニュアルの解説－」を開催し、「太陽光発電システム耐風設計マニュアル」の頒布を行った。公開研究会では、同設計マニュアルの各章の内容について執筆者が解説したのち、参加者との総合討議(意見交換)を行った。公開研究会の参加者は、太陽電池モジュールメーカー、太陽光発電システムの設計者、建築物の設計者、施工者等の約 150 名であった。

4. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者には下線)

[雑誌論文] (計 2 件)

1. 植松 康：太陽光発電システムの風荷重と耐風性能評価，太陽エネルギー，Vol.42，No.4，2016，pp.23-36.

2.

[学会発表] (計 2 件)

1. Akihito Yoshida et al., Activities of research group for PV systems in Japan to reduce wind-induced damage, International Workshop on Gusty Wind, Thermal Environment and Energy Saving, pp.127-137, March, 2017

2. 染川，高森，植松，太陽電池モジュールの耐力評価に関する研究 その 1 載荷方法によるモジュールの応答の違い，日本建築学会学術講演梗概集，2017 年 8 月(投稿中)

3. 高森，染川，植松，太陽電池モジュールの耐力評価に関する研究 その 2 耐力評価，日本建築学会学術講演梗概集，2017 年 8 月(投稿中)

[図書] (計 1 件)

1. 太陽光発電システム耐風設計マニュアル

2.

[その他，産業財産権，ホームページ等]

1.

2.

5. 研究組織

(1) 研究代表者

植松 康 (東北大学大学院工学研究科都市・建築学専攻 教授)

(2) 研究分担者

1. 吉田 昭仁 (東京工芸大学 工学部 教授)
2. 高森 浩治 (日本建築総合試験所)
3. 山本 学 (鹿島建設 技術研究所)
4. 相原 知子 (大成建設 技術研究センター)
5. 染川 大輔 (大林組 技術研究所)
6. 菊池 浩利 (清水建設 技術研究所)
7. 大竹 和夫 (竹中工務店 技術研究所)
8. 田村 良介 (NTTファシリティーズ)
9. 奥地 誠 (奥地建産)
10. 西川 省吾 (日本大学理工学部)
11. 長尾 岳彦 (太陽光発電協会)
12. 澤田 英夫 (東北大学流体科学研究所)
13. 松田 一俊 (九州工業大学大学院 工学研究院)
14. 木村 吉郎 (東京理科大学理工学部)
15. 安永 隼平 (JFEスチール)
16. 井上 浩男 (海事協会)