

# 平成 26 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：H26 ～ H27 [平成 27 年度も研究継続 or 平成 26 年度で終了]  
課題番号：  
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）： 400,000 円

※平成 26 年度で終了となる研究課題は最終成果報告書となりますので、下記項目について詳細な報告をお願いします。

※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し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設置型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 年度から平成 27 年度の 2 年間の計画で進められており、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。

## 3. 研究成果

平成 26 年度の成果は次のとおりである。

### 3.1 太陽光発電システムの普及の現状と今後見通し

再生可能エネルギーの固定価格買取制度の申請物件(50GW)に対して、施工済物件は約 1/5(10GW)であり、今後、施工物件は急増する見込みである。また、傾斜地を積極的に利用するケースや農地の上空を利用するケースも増えつつあり、太陽光発電システムの耐風設計を更に困難にさせる物件が増加傾向にある。

### 3.2 強風被害の事例と問題点

強風被害の事例は比較的多いが(図1), 所轄官庁に報告されている事例は少ない。被害原因の多くは, 構造設計の問題であり, 風荷重に対する設計者の知識不足や見込みの甘さに起因している。また, それらをチェックする社会システムがない(あるいは機能していない)ことが大きな問題である。耐風設計に関する情報が少ないことも被害発生の一因となっている。



図1 強風により飛散した太陽電池アレイ

### 3.3 設計用風力係数に関する文献調査

近年になって, 太陽電池アレイの風力係数に関する研究事例が増加している。地上設置型太陽電池については, メガソーラーを想定した多数のアレイを設置した場合, 建物上形太陽電池については, 大型工場, 住宅, 高層建築物などの屋根に設置した場合も報告されている。また, 地上設置形アレイや屋根上設置形アレイの風力係数について, 系統的にまとめられた研究結果も報告されており(図2, 図3)<sup>1), 2)</sup>, それらをもとに JIS C8955 の改定に向けての動きもある。

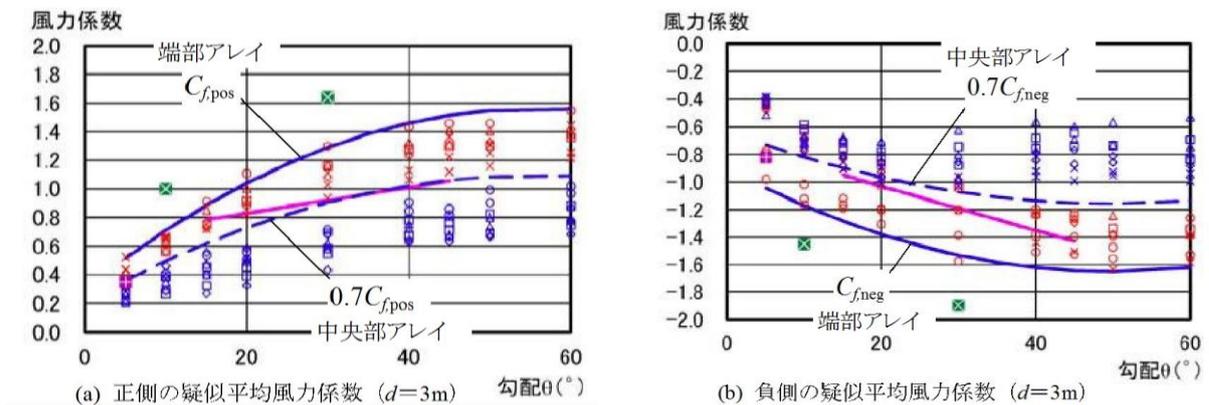


図2 地上設置形太陽電池アレイの風力係数<sup>1)</sup>

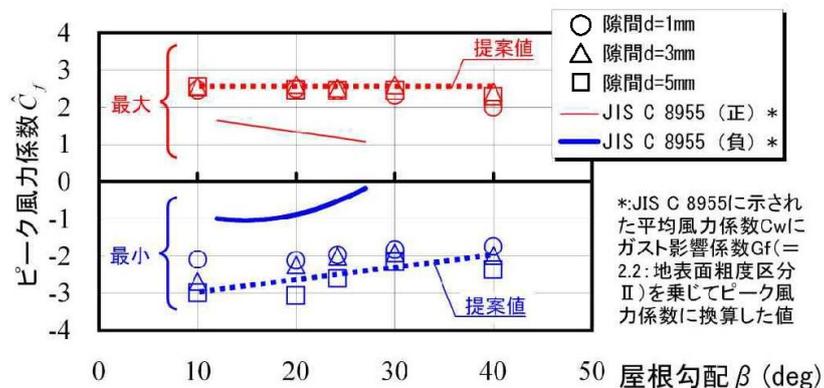


図3 切妻屋根に設置された太陽電池モジュールの風力係数<sup>2)</sup>

### 3.4 耐風設計上の問題点と今後の課題

#### (1) 風荷重算定用の風力係数

太陽電池の支持架台の設計風荷重の算定に広く用いられている JIS C8955 は、モジュールの勾配の範囲や設置高さなど、その適用範囲が比較的狭く、多様化する太陽電池の設置条件に適用できない事例が増加している。前節で述べたように、太陽電池モジュールの風力係数に関する研究成果も増えつつあるが、それらを系統的に整理し、設計者に有用なデータとして提供する必要がある。

#### (2) 太陽電池が取り付けられる屋根の耐風設計

近年の研究成果<sup>3)</sup>によると、金属屋根に設置される太陽電池アレイに作用する風荷重が屋根の構造骨組と屋根葺き材との固定部に作用する荷重を増大させることを示す結果が報告されており、太陽電池アレイが金属屋根に設置される場合にはアレイやその支持物だけでなく、それらが取付けられる建築物への影響も考慮する必要があるとの新たな問題が指摘されている。ところが、屋根の耐風設計においては、太陽電池に作用する風荷重を考慮されていないことがほとんどであり、金属屋根に設置された太陽電池が屋根葺き材ごと飛散する強風被害も発生している。そのため、建築物上に太陽電池を設置する場合には、屋根葺き材固定部に作用する風荷重設定の方法を明確にしておく必要がある。

#### (3) 農地利用の太陽光発電システム（営農型発電設備）

営農型発電設備は、耕作以外で農地を使用する状況を例外的に認めるものであるため、支柱を簡易に撤去できることが要求されており、コンクリート基礎等の設置を認められていない。そのため、十分な強度を有する架台を設計することが困難であり、設置期間中に起こりえる強風によって被害を受ける可能性が非常に高い。今後、増加する営農型発電システムの耐風性能を確保するための方法や風荷重の低減方法について早急に検討する必要がある。

引用文献：

- 1) 高森ほか、地上設置形太陽電池パネルの設計用風力係数（その1）、（その2）、日本建築学会大会梗概集、構造 I、pp. 167-170, 2013. 8
- 2) 中川ほか、低層住宅の切妻屋根に設置される太陽光発電パネルの風力係数、日本建築学会大会梗概集、構造 I、pp. 35-36, 2011. 8
- 3) 染川ほか、陸屋根に設置された太陽電池パネルの風力係数、第 23 回風工学シンポジウム論文集、pp. 271-276, 2014. 12

### 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 件）

〔学会発表〕（計 件）

〔図書〕（計 件）

〔その他〕

### 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

吉田 昭仁（東京工芸大学 工学部 准教授）

高森 浩治（日本建築総合試験所）

山本 学（鹿島建設 技術研究所）

相原 知子（大成建設 技術研究センター）

染川 大輔（大林組 技術研究所）

菊池 浩利（清水建設 技術研究所）

大竹 和夫（竹中工務店 技術研究所）

吉富 政宣（吉富電気）

加藤 和彦（産業技術総合研究所）

田村 良介（N T T ファシリティーズ）

奥地 誠（奥地建産）

西川 省吾（日本大学理工学部）

長尾 岳彦（太陽光発電協会）

澤田	英夫	(東北大学流体科学研究所)
松田	一俊	(九州工業大学大学院 工学研究院)
木村	吉郎	(東京理科大学理工学部)
安永	隼平	(JFEスチール)
井上	浩男	(海事協会)
梶山	泰幸	(システック・エンジニアリング)