

## JIS 改正に伴うアレイ架台基礎への影響比較 (その2)

株大林組 正会員 ○ 三浦 国春  
正会員 三浦 桂子

## 1. はじめに

JISC8955:2004(2011)太陽電池アレイ用支持物設計標準は、2017年3月にJIS番号はそのまま、「JISC8955:2017太陽電池アレイ用支持物の設計用荷重算出方法」に改正された。電気設備技術基準への反映との時間差があったため直ぐには運用とはならなかったが、2018年10月に電気設備技術基準に反映され現在運用されている。

前稿<sup>1)</sup>では、キャストイン基礎形式のアレイ架台を対象として、JIS改正による設計条件や設計用荷重への影響を定量的に整理した。本稿では杭基礎、キャストイン基礎、直接基礎の3種類の基礎形式における影響をまとめた。

## 2. JIS 改正概要

今回の改正で架台基礎に大きく影響すると思われる項目は、①風力係数、②地表面粗度区分、③設計用水平震度の3項目となる。アレイ架台鋼材サイズに大きく影響する項目は①風力係数、②地表面粗度区分となる。基礎のサイズに影響する項目は、杭基礎は①、②、キャストイン基礎では①～③全てが影響するが、直接基礎では③設計用水平震度が付随する支持地盤の摩擦係数や基礎安定の許容安全率と伴って大きく影響を及ぼす。旧JISでは、陸屋根式の直接基礎に対する地震荷重については解説欄に設計用水平震度に関する記載があったが、地上設置式の基礎については設計用水平震度は明記されていない。すなわち、設計用水平震度は発電施設により異なっていると思われる。支持地盤の摩擦係数は、予め土質試験を行って内部摩擦角 $\Phi$ から算出していたり、指針類を参考に $\mu=0.4\sim 0.6$ を採用している例が見受けられる。摩擦係数に関しては、新JISに記載はないが、新エネルギーの技術研究開発の一翼を担う国立研究開発法人NEDOより刊行されている「地上設置型太陽光発電システムの設計ガイドライン2017年版」に、「土質試験などをしない場合 $\mu=0.3\sim 0.5$ 」が推奨されている。さらに直接基礎の滑動や転倒に対する検討時の安全率も摩擦係数と同様に、新JISに記載はなかった。これまで安全率を長期1.5、短期1.2を採用する例が多かったが、上記ガイドラインでは長期、短期共に安全率1.5を採用するよう記載されている。主な改正項目を表-1に示す。

## 3. モデル概要と架台基礎仕様比較

想定するモデルの設計条件を表-2に示す。比較的積雪が少なく、関東以西の一般的な建設地を想定し、アレイ架台基礎の試設計を行った。アレイ前面からの風を正圧、アレイ背面からの風を負圧と称し、設定した設計条件に

表-1 主なJIS改正項目

		改正前	改正後
風力係数: $C_a$ (地上設置)		$15^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$ ( $30^\circ \pm 15^\circ$ ) 正圧: $C_a=0.65+0.009\theta$ 負圧: $C_a=0.71+0.016\theta$	$5^\circ \leq \theta \leq 60^\circ$ 正圧: $C_a=0.35+0.055\theta-0.0005\theta^2$ 負圧: $C_a=0.85+0.048\theta-0.0005\theta^2$
積雪荷重 勾配係数: $C_s$		$C_s=\sqrt{\cos(1.5\theta)}$ $\theta$ : アレイ面の傾斜角度	$C_s=1.0$ とする (積雪の滑落が保証できない場合低減しない)
地表面 粗度区分		Ⅲ (市街地又はアレイの地上高が13m以下) (アレイ地上高は13m以下より多くの建設地がⅢ)	Ⅲ→Ⅱ (田畑などの平坦地) (アレイ地上高の記述がなくなる)
設計用 水平震度 : $k_H$	架台	$k_H=1.0$ 以上 (陸屋根式)のみ記載あり	架台 (地上) $k_H=0.3$ 以上
	基礎	地上式: 記載がなく $k_H=0.2\sim 0.5$ を採用	基礎 (地上) $k_H=0.3$ 以上 基礎 (地中) $k_H=0.1$ 以上
摩擦係数: $\mu$		記載がなく $\mu=0.4\sim 0.6$ を採用 または内部摩擦角 $\Phi$ より算出	$\mu=0.3\sim 0.5$ (NEDOガイドライン)
基礎の滑動 ・転倒の安全率		記載がなく長期: 1.5, 短期: 1.2などを採用	1.5 (長期, 短期とも) (NEDOガイドライン)

キーワード: 太陽光発電, 風圧荷重, 基礎

連絡先: 株大林組 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 TEL: 03-5769-1302 FAX: 03-5769-1547

より環境係数や風圧荷重などそれぞれ算出した。旧 JIS と新 JIS の比較を図-1、図-2 に示す。新旧 JIS で風圧荷重と積雪荷重をそれぞれ算出した結果、新 JIS では積雪荷重は風圧荷重（正圧）よりも小さく、積雪荷重により架台および基礎の仕様が決定されないことが分かった。環境係数は地表面粗度区分により変化する。表-1 の記載の通り、これまでアレイの地上高さが 13m 以下の条件下では、市街地と同じ区分Ⅲと評価できた建設地が、アレイの地上高さの規定がなくなり、そのほとんどが田畑や住宅が散在する平坦地という条件下に分類される区分Ⅱとなる。環境係数は旧 JIS より 1.49 倍大きくなり、風力係数は、アレイ傾斜角が  $10^\circ$  の場合、正圧で 1.08 倍、負圧で 1.35 倍大きくなる（図-1）。設計用速度圧は環境係数がパラメータとなることより環境係数と同様に旧 JIS の 1.49 倍となり、風圧荷重は、設計用速度圧と風力係数の積により算出されることより、アレイに作用する風圧荷重は正圧で 1.61 倍、負圧で 2.01 倍大きくなる（図-2）。各々の基礎は新旧 JIS で図-3 に示すような結果となった。直接基礎に作用する地震慣性力は新 JIS の方が小さいが、基礎の大きさは新旧 JIS で大きな差は現れなかった。これは、新 JIS では直接基礎安定のための許容安全率が 1.5 となっていることが大きな原因と考えられる。因みに摩擦係数を  $\mu=0.4$  とすると、旧 JIS では基礎を大幅に大きくすれば計算上成立するが、新 JIS では基礎の根入れがない限り安全率 1.5 を満足することはなかった。

表-2 想定した設計条件

設計用基準風速	34 (m/s)
地表面粗度区分	旧 JISⅢ, 新 JISⅡ
地上垂直積雪量	40 (cm)
支持地盤 (N 値)	7 (砂質土)
設計用水平震度 $k_H$	旧 JIS 1.0, 新 JIS 0.3(架台) 旧 JIS 0.5, 新 JIS 0.1(キャストイン基礎) 新/旧 JIS 0.3 (直接基礎)
摩擦係数 $\mu$	0.5
許容安全率(短期)	旧 JIS 1.2, 新 JIS 1.5

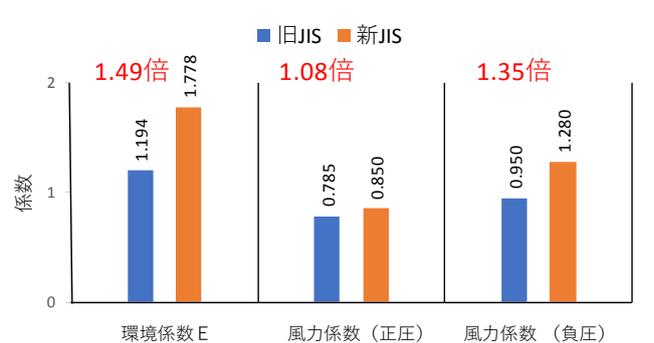


図-1 新旧 JIS 比較 (1)

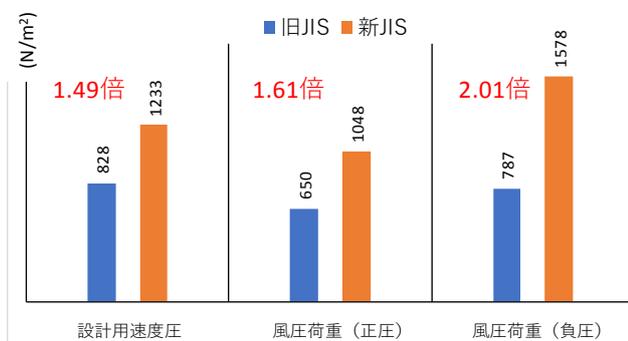


図-2 新旧 JIS 比較 (2)

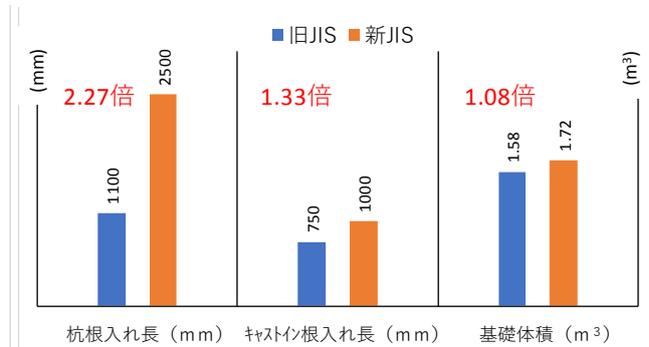


図-3 各基礎の比較

#### 4. おわりに

モデル条件下における設計用荷重および基礎仕様を比較した。風圧荷重は、旧 JIS の約 2 倍となり、鋼材重量は約 1.2 倍、基礎はそれぞれ杭基礎約 2.3 倍、キャストイン基礎約 1.3 倍、直接基礎約 1.1 倍となった。直接基礎に関しては、現地実験<sup>2)</sup>等を行い実際の地盤の摩擦係数を設定しない限り、根入れなしには、直接基礎として成り立たないと考えられる。今後新たに太陽光発電施設を計画する場合には、JIS 改正項目を良く理解し、その計画を進めなければ JIS 規格を満たさない発電施設となり得る。杭基礎およびキャストイン基礎形式に関しては、地盤の強度評価が、必要な基礎の深度に影響することから、地盤調査計画の見直しや架台材料の発注計画、施工計画を含めた全体事業計画の見直しが必要となる。一方、新 JIS の適用により既設発電施設では既存不適格となるアレイ架台および基礎が多数出てくることとなる。FIT 期間は原則 20 年であるが、発電施設改修時や増設時の明確なルールが必要となると考えられる。参考文献：1) JIS 改正に伴うアレイ架台基礎への影響比較 (第 73 回土木学会)、2) アレイ架台基礎の滑動抵抗に関する実験的検討 (第 71 回土木学会)