

風荷重が増幅する地形におけるアレイ架台基礎設計事例

(株)ユーラスエナジーホールディングス

山並 真也

(株)大林組

正会員 ○ 三浦 国春

正会員

玉井 礼子

染川 大輔

正会員

岡崎 清徳

1. はじめに

太陽光発電施設におけるアレイ架台および基礎は、JIS C 8955¹⁾に準拠して設計を行うことが多く、その構造・仕様に大きく影響する風荷重に関しても上記 JIS で規定されている。風荷重は、構造物の形状、風の向きによりその分布が異なり、周辺の構造物や地形にも大きく影響を受ける。本稿では、海岸近くに建設される太陽光発電施設において、地形の影響を大きく受け、風荷重が増幅したエリアにおけるアレイ架台基礎の設計事例について報告する。

2. 建設ヤード概要

発電施設は、敷地面積約 23ha、発電容量は 10.50MW である。アレイ架台数は 2130 基で、アレイ架台の設計条件は表－1 となる。設計用基準風速は JIS より、設計積雪量は都道府県条例より設定した。設計を開始する前に現地踏査を行い、現地状況の確認を行った。建設ヤードは西側約 300m に海岸、東側約 1km 付近に標高約 200m の山が存在する所に位置している。建設ヤードは海岸から内陸に向かい 3～7%程度のなだらかな勾配を持っており、南南東方向に向かって標高が高くなっている。海岸との標高差は 30m 程度である。これら建設ヤード周辺の地形状況から、建設ヤード内での風速の増幅が懸念された。そこで当該地形が及ぼす風速分布への影響を評価するため、スーパーコンピュータを用いて風況解析を実施した。

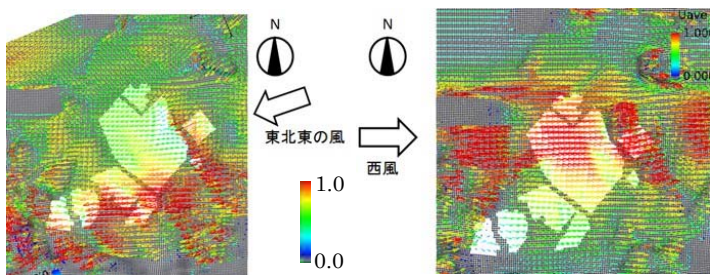
3. 風況解析概要

風況解析は、(株)大林組開発ソフト「エアロダイナ[®]」を用いて実施した。建設ヤードを含む約 10km の領域を風況解析対象領域とした。解析においては建設ヤード付近の格子解像度を向上させ、最大 50m、

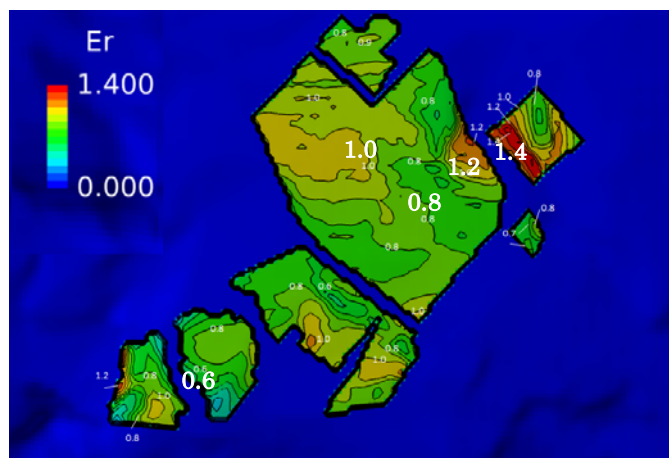
最小 7m、風向ケースは 16 風向とした。図－1 に北東および西風における建設ヤードの風速ベクトル図を示す。ベクトルの色は、赤色ほど風速が大きく、青色ほど風速が小さいことを表している。白抜きされたエリアが建設ヤードとなる。当該建設ヤードでは、16 風向中の最大風速を示す風向のほとんどが、

表－1 設計条件

アレイ架台設計条件	
設計用基準風速(m/s)	34
地表面粗度区分	III
設計積雪量(cm)	30
用途係数	1.0
地盤 N 値	5



図－1 平均風速ベクトル図



図－2 風速の鉛直分布係数コンター図

キーワード：太陽光発電，風況解析，防風柵

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：03-5769-1322 FAX：03-5769-1978

西風および北北東～東北東の風であり、建設ヤード周辺の地形が影響しているものと考えられる。建設ヤードでは南南東方向に向かって標高が高くなっており、東北東の風では標高の高い地形を乗り越えた風が、地形に沿って増速していると考えられる。さらに西からの海風は、西から東に向かって標高が高くなるため縮流したと考えられる。16 風向における風速から、全風向中の最大風速を求め、風速の鉛直分布係数 E_r を算出した。図-2 にコンター図を示す。西側区域では $E_r=0.8\sim 1.0$ 、北東側では局所的に最大 $E_r=1.4$ となった。標準設計時における E_r の値は $E_r=0.691$ であることより、建設ヤードほぼ全域で風速が増幅され架台基礎への影響が極めて大きいことが判明した。

4. 架台・基礎設計および暴風対策

風況解析結果より得られた E_r を基に、4 つのグループに分け架台・基礎の設計を行った。表-2 にそのグループでの E_r と設計風速を示す。局所的に暴風域が発生する風速増幅エリア③では、設計用基準風速の約 2 倍となる 69m/s と予測された。架台は防食性能が高いプレメッキ鋼板を使用し、基礎は地盤状況からキャストイン基礎とした。キャストイン基礎とは、地盤をオーガ等で削孔して支柱を建て込んだ後、コンクリートを充填する基礎形式である。架台・基礎に関しては架台部材のランクアップ、キャストイン基礎の根入れ長の延長により対応した。表-3 に各エリアで発生が予測される設計風荷重を示す。JIS によるアレイ架台の風荷重は、太陽光パネル前面に作用する南からの風（順風）と太陽光パネル背面に作用する北からの風（逆風）に分類される。風速増幅エリア③の設計風荷重は、順風 2.67kN/m^2 、逆風 3.23kN/m^2 となり、太陽光パネルの設計耐荷重 2.40kN/m^2 を超える結果となった。このため、太陽光パネルのフレームに補強材を入れて設計耐荷重を 3.00kN/m^2 までアップさせることとした。ただし、上記補強は太陽光パネル前面からの順風にのみ有効であり、逆風に対しては補強効果が無い。したがって、架台・基礎および太陽光パネルの補強での対策ではなく、風荷重そのものの低減を図ることとした。具体的には、逆風の発生源となる方向に防風柵を設置し、風荷重の低減を図った。防風柵の仕様は、鋼

表-2 エリア別設計風速

エリア	鉛直分布係数 E_r	設計風速 (m/s)
一般部エリア	～0.691	34
風速増幅エリア①	～1.000	49
風速増幅エリア②	～1.200	59
風速増幅エリア③	～1.400	69

表-3 エリア別風荷重

エリア	設計風速 (m/s)	風方向	設計風荷重 (kN/m^2)
一般部エリア	34	順風	0.65
		逆風	0.79
風速増幅エリア①	49	順風	1.36
		逆風	1.65
風速増幅エリア②	59	順風	1.96
		逆風	2.37
風速増幅エリア③	69	順風	2.67
		逆風	3.23

製で遮へい率 75%、高さ 2.5m、設置延長約 92m とした。この防風柵設置により、 $E_r=1.4$ を 1.0 まで低減できた。防風柵は風荷重を低減でき且つ太陽光パネルへの日陰など発電量に影響がない最小限の範囲とするため、以下のような対策を講じることとした。順風で $E_r=1.4$ となるエリアは、太陽光パネルのフレーム補強で対処し、逆風で $E_r=1.4$ となるエリアのみ防風柵を設置し対処した。

5. おわりに

平成 24 年 7 月から始まった再生可能エネルギーの固定価格買取制度により、太陽光発電施設が急速に普及した。しかし近年の異常気象も相まって、発電施設自体の被害だけでなく、第三者災害までも発生している状況にある。発電施設の周辺地形によっては、設計風荷重を過小評価することも十分考えられ、設計前に現地踏査を行って風況解析等の追加検討の可否を判断し、太陽光発電施設の強風被害を低減する必要がある。本報告が今後のメガソーラー発電施設建設工事、あるいは同様の環境条件下における工事の参考になれば幸いである。

【参考文献】 1)JIS C 8955 : 2011 太陽電池アレイ用支持物設計標準