

### 洋上風況観測タワーの観測性能

鹿島建設(株) 正会員 ○大窪 一正 山中 徹 林田 宏二  
 東京電力(株) 正会員 福本 幸成  
 東京大学 正会員 石原 孟

#### 1. はじめに

日本における洋上風力発電の導入促進を目的とした独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構と東京電力(株)による実証研究プロジェクトにおいて、千葉県銚子沖約3.1kmの洋上に、国内初の本格的着床式洋上風車と風況観測タワーが完成(2013年1月)し、各種研究が実施されている。本報では、得られた観測データをもとに本観測タワーの観測性能について検討した結果を述べる。

#### 2. 観測システム概要

風況観測タワーの外観と観測機器の配置・仕様を図-1に示す。本観測システムでは、タワー本体が周囲の風況に与える影響を除去するため、三角形断面トラスのタワー本体各辺からそれぞれ張り出したブームの先端に、三杯式風速計と矢羽根式風向計を設置している。なお、ブームの張り出し長さについては、IEC 61400-12-1<sup>1)</sup>を参照し、観測に与える影響を極力小さくするように配慮して設計した。

また、高高度までの風況プロファイルの観測を目的として、プラットフォーム上にドップラーライダーを設置した。ドップラーライダーとは、レーザー光を照射し、大気中の浮遊粒子によって生じる後方散乱光を計測してその周波数シフトから風速(浮遊粒子の速度)を観測するリモートセンシング装置である。本観測で使用したLEOSPHERE社製のWINDCUBEは、鉛直方向から30°の角度で1秒おきに4方位にレーザー光を順次照射し、4方位の計測値を合成して各高度の風速データを出力する(図-2)。高度40~200mの範囲で、任意の10レベルの高度の風速を同時に観測可能で、測定風速範囲は0~60m/sである。

以下、2013年7月~2014年6月の1年間のデータを対象として本システムの観測性能の評価を行う。

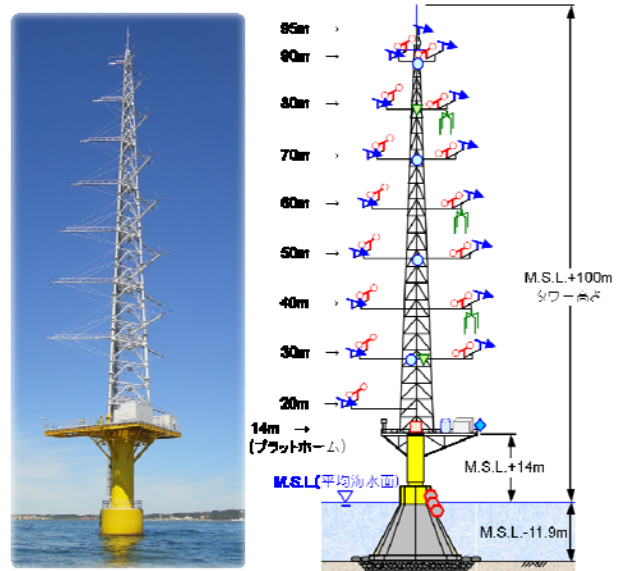
#### 3. 風速データに対する観測タワー本体の影響の除去

観測タワーに設置されたブーム1~3は、方位N=0deg.に対してそれぞれ187.5deg., 307.5deg., 67.5deg.の方角に向いており、各ブームに設置された観測機器は設置高さ

とブーム番号で表記する(例えば[80m-1], [80m-2], [80m-3])。三杯式風速計の観測データは、オランダのEgmond aan Zee洋上風力発電所における風況観測例<sup>2)</sup>を

キーワード 洋上風力発電, 洋上風況観測, ドップラーライダー

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL042-485-1111



観測機器	機種名	サンプリング	台数
三杯式風速計	ソニック社製 SOW21-1	4Hz	22
矢羽根式風向計	ソニック社製 SOD24-3	4Hz	23
超音波式風向風速計	ソニック社製 SAT-600A	20Hz	3
ドップラーライダー	LEOSPHERE社製 WINDCUBE Ver.1	1Hz	1
気圧計	横河電子機器社製 TB-330	4Hz	1
温湿度計	ヴァイテック社製 HMP155	4Hz	2
温度差計	ソニック社製 SODMT-624	4Hz	4
雨量計	ソニック社製 SOR1-502	パルスカウント	1
視程計	ヴァイテック社製 PWD12	4Hz	1
水温計	ソニック社製 SOKET-04	4Hz	3

図-1 観測タワー外観と観測機器の配置・仕様

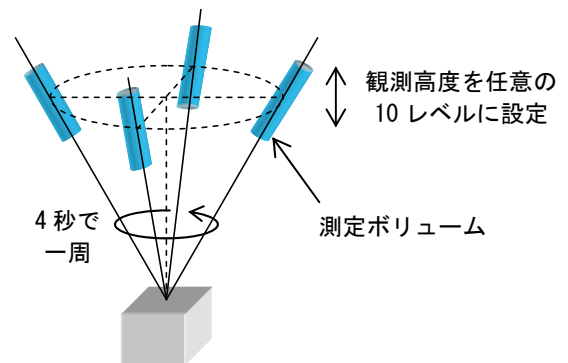


図-2 ドップラーライダーによる計測イメージ

参照し、図-3 に示すように各レベル・各時刻における 10 分間平均風向に基づき、採用する風速計を選択した。このデータ処理方法の妥当性を検証するため、M.S.L.+80m 高さでのデータを用いて整理を行った。

80m 高さでの平均風向が 7.5~127.5deg. (風速計[80m-3]が採用される範囲)で、平均風速 10m/s 以上のデータを抽出し、同高さでの 3 台の三杯式風速計で計測された平均風速・乱れ強さについて、[80m-3]を基準として比較したものを図-4 に示す。グラフ横軸は平均風向である。[80m-1]および[80m-2]風速計が観測タワー本体の後流域となる風向範囲 (7.5~37.5deg.および 97.5~127.5deg.) では、それぞれ観測タワー本体のウェイクの影響を受けて風速は低く、乱れ強さは大きくなっていることがわかる。一方、[80m-3]風速計が観測タワー本体に対して風上側正面に位置する風向範囲 (37.5~97.5deg.) では、[80m-1]および[80m-2]の風速計の方が高い風速を示している。この原因として、タワー本体にぶつかった風の回り込みにより、タワー側面で流れが加速していることが考えられる。

4. ドップラーライダーの観測性能

ドップラーライダーは、レーザー光を用いたリモートセンシング装置であるため、降雨や霧等の影響によりレーザー光が減衰されると欠測となることがある。そこで、ドップラーライダーのデータ取得率 (1 秒ごとにサンプリングされる 10 分間 600 個のデータの内、有効なデータが 80%未滿となる場合を欠測と定義) を、プラットフォーム上に設置した雨量計で計測された降雨の有無によって整理した結果を表-1 に示す。また、降雨時(10 分間降水量 0.5mm 以上)のデータを対象に、ドップラーライダーと三杯式風速計それぞれで観測された平均風速の比較を図-5 に示す。なお、ドップラーライダーのデータ有効率 80%以上となったデータのみを抽出している。表-1 には両者の相関係数を併せて示すが、これらより、降雨時にはドップラーライダーのデータ取得率が著しく低下するが、観測されたデータ自体は、三杯式風速計の観測値と良く一致することが確認された。

5. まとめ

三杯式風速計を 3 方向に配置し、適切にデータを選択することで、タワー本体の影響を排除した、信頼性の高い洋上風況データを取得できることが明らかとなった。また、ドップラーライダーは、降雨時にはデータ取得率が低下するが、観測されたデータ自体は、降雨時においても十分な精度であることが確認された。

参考文献

- 1) IEC 61400-12-1, Annex G (2005)
- 2) P.J.Eecen,L. A.H.Machielse, A.P.W.M.Curvers : Meteorological Measurements OWEZ Half year report 01-07-2005 - 31-12-2005, (2007).

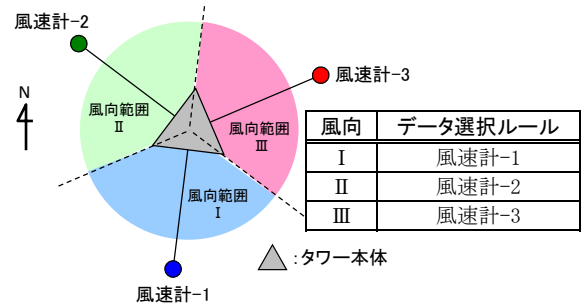


図-3 風速計データの選択ルール

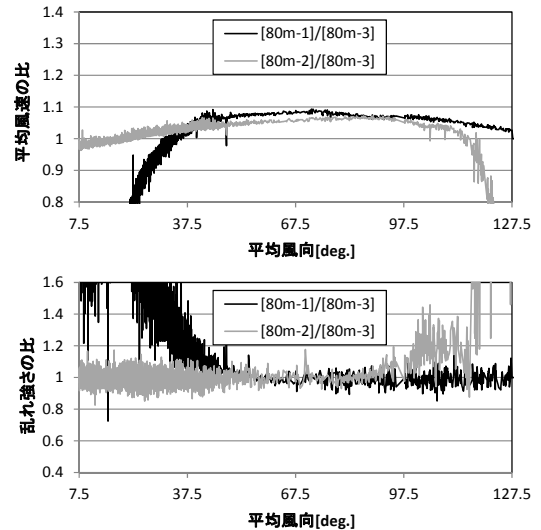


図-4 平均風向ごとの風速データの比較

表-1 ドップラーライダーの観測性能 (M.S.L.+80m 高さ)

10 分間降水量	ドップラーライダーのデータ取得率 (%)	平均風速の相関係数 (ドップラーライダーと三杯式風速計)
0mm	93.1	0.996
0.5mm 以上	46.4	0.992

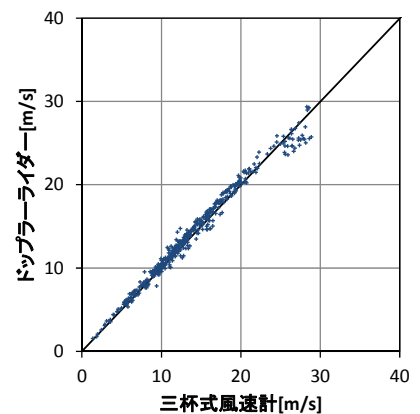


図-5 降雨時の平均風速の比較 (M.S.L.+80m 高さ)