

大型風車による台風時の暴風の観測例について

三菱重工業 正会員 平井 滋登 正会員 本田 明弘
 三菱重工業 上田 悦紀, 柴田 昌明, 刈込 界
 瀬戸ウィンドヒル 牧野 和道

1. 目的 風力発電の世界的な導入にあわせて、日本国内でも大型風車の建設が進んでおり、最近では大型化により最大地上高 100mクラスの機種が建設の中心になりつつある。しかしながら、耐風設計においては、機械としての特性を有するため風荷重が制御や運転状態に大きく依存するだけでなく、建設地点が風が相対的に強い地点に偏り、周囲より標高の高い尾根や丘陵上に位置する例が多いという特徴がある。今後、設計風速の想定においてもこの立地地点の特徴を考慮しつつ合理的に定めることが必要であるが、このような地点での暴風の観測例は多くない。ここでは、2004年に相次いで襲来した台風において、既設の大型風車で観測された暴風の記録について報告する。

2. 対象地点とその状況 対象地点は、愛媛県佐田岬半島にて2003年より稼働開始した瀬戸ウィンドヒル¹⁾であり、東西に直線上に伸びる尾根上に11台の1MW風車が配置されている（図1）。ロータ中心高さは地上50m、ロータ直径は57m（1号機のみは61.4m）である。ロータ中心の背後に位置するナセル（発電機等を格納する箱）の上部には三杯式風速計が設置されている。海面から見た風速計の高さは、およそ標高350～430m程度の範囲にある。なお、風速計は風車本体の影響を受けており、その影響は風車の状態にも依存すると考えられるが、厳密な補正は困難なためここでは個別の補正までは実施していない。また、サイトには風車上以外に常設の風速計はないが、東側数kmにはアメダスの「瀬戸」観測地点がある。

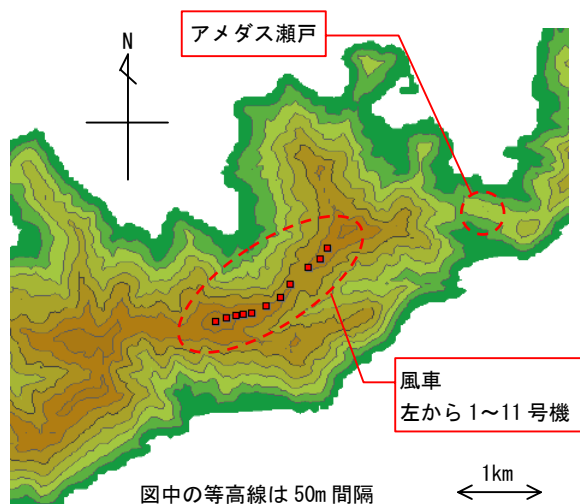


図1 対象地点の状況

3. 観測結果 2004年の8月から1ヶ月間の風速の推移を図2に示す。3回大きく突出した風速のピークがあり、これはそれぞれ台風0415、0416、0418号に対応した強風である。この台風時の各1日分の風速と風向を拡大したものを図3、4に示す。平均風速の最大値は0416号の63m/sであり、0418号も

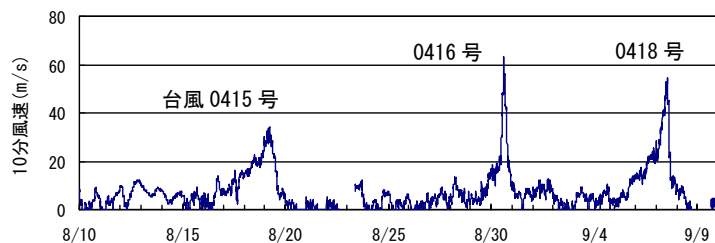


図2 1号機10分平均風速の推移

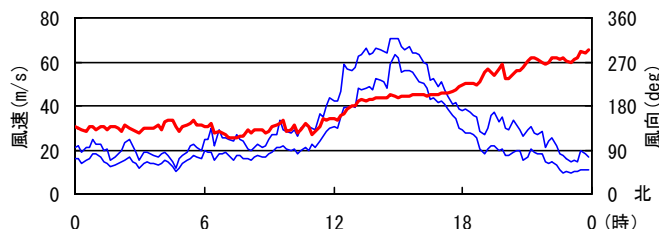


図3 1号機の風向風速（0416号、8月30日）

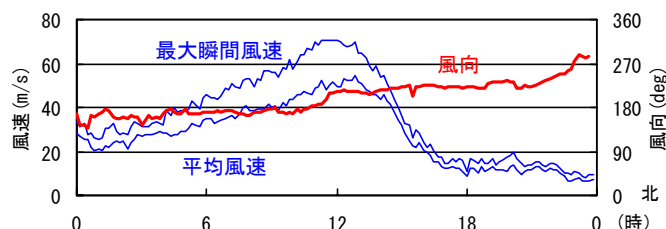


図4 1号機の風向風速（0418号、9月7日）

※最大瞬間風速のピークは、オーバーフローにより頭打ちとなっている箇所がある。

キーワード 風車、台風、耐風設計、設計風速

連絡先 〒851-0392 長崎県長崎市深堀町 5-717-1 三菱重工業㈱長崎研究所 TEL:095-834-2842

これに近い。しかし、台風 0418 号では特にピーク前の風速増加が時間を要しているなど、強風の継続時間の傾向には差がある。また、これらの台風はともに対象地点の西側を通過しており、風向はともに時計回りに変化している。なお、これら 3 回の台風時のアメダス瀬戸における最大風速は、それぞれ 26, 39, 43m/s であり、観測値よりは低い値であった。

次に台風 0416 号時の風速を 3 台の風車で比較した（図 5）。周囲の地形も異なるため風車間では風速の差があるが、平均風速に比べ最大瞬間風速では相対的に差が縮まっている傾向がみられる。このため、ガストファクターの風向への依存性を調べた結果を図 6 に示す。平均風速が全体的に低めである 6 号機でガストファクターが逆に大きいだけでなく、風向とも大きな相関があることが分かる、このように、平均風速とガストファクターには負の相関がみられることは、両者をペアとして扱うことがより合理的な設計になるものと思われる。

4. 国内規格による設計風速との比較

表 1 には構造物を対象とした既存国内規格による設計風速（10 分平均風速）の例を示す。これらの規格を用いて複雑地形の影響を考慮せず地上高 50m だけで求めた風速は低く、今回の観測値は対象風車の海面からの高さでみた風速に近い。したがって、このような地点で精度ある設定を行うには、複雑地形の影響を何らかの形で考慮することが必要になると思われる。

また風車を対象とした規格としては、欧州を中心として制定された国際規格²⁾が世界的に使われており、その中ではカテゴリー別にいくつかの規定された設計風速の値が示されている³⁾。今のところ文献 2) 中での最大の風速（10 分平均値）は 50m/s（Class I）であり、今回の台風による強風はこの風速を超えた厳しい値となっている。

5. まとめ 本稿では、大型風車で観測された台風による風の記録を示した。これによれば、相対的に風の強い地点に立地する風車では、台風において極めて高い風速を観測する事例があることが示された。その値は、周辺の気象官署における値に比べ、地形あるいは高度等の違いがある場合、両者の差が大きくなる場合がある。また、構造物を対象とした国内規格のよる地域別の設計風速や、海外で制定された規格の値に比べても高い風速に相当する。

今後、国内の風力発電の導入促進にあたっては、台風に対する耐風設計の考え方を明確にすることが不可欠であり、今回観測されたような暴風も合理的に考慮していく必要がある。

参考文献

1)井上他,「瀬戸ウィンドヒルにおける MWT-1000A の運転状況」,第 26 回風力エネルギーシンポジウム,2004.
2)JIS C 1400-1:2001(IEC 61400-1:1999),「風力発電システムー第 1 部:安全要件」.
3)本田他,「風力発電における風のモデル化及び荷重」,土木学会第 60 回年次学術講演会(投稿予定),2005.

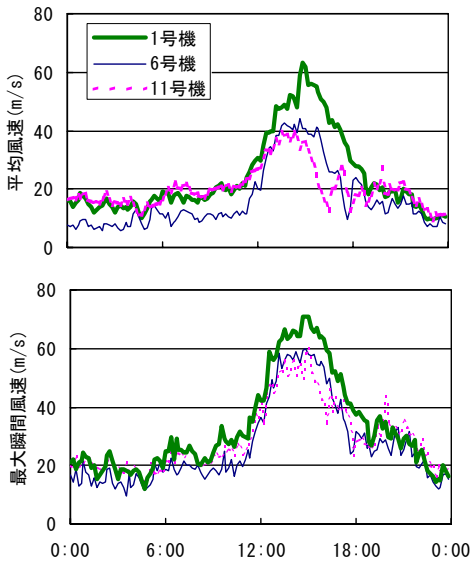


図 5 風車による風速の違い（0416 号）

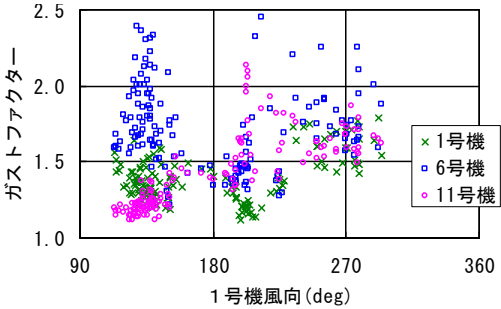


図 6 ガストファクターと風向（0416 号）

表 1 既存規格による設計風速の例

規格	単に地上 50m とみた場合*2	海上 420m とみた場合*3	備考*1
道路橋耐風設計便覧 (平成 3 年)	26.9m/s 粗度区分Ⅳ	56.6m/s 粗度区分Ⅰ	再現期間 50 年 基本風速 30m/s
建築基準法 (平成 12 年)	43.2m/s 粗度区分Ⅱ	60.9m/s 粗度区分Ⅰ	基本風速 34m/s
建築物荷重指針 (平成 16 年)	35.1m/s 粗度区分Ⅲ	54.4m/s 粗度区分Ⅰ	再現期間 100 年 基本風速 32m/s

*1：基本風速は粗度区分Ⅱ，高度 10m における値を差す。
*2：粗度区分は各基準の規定による（風車周囲は起伏ある林である）。
*3：上空風速の適用は各基準の規定による。