

2003年台風14号による風車の被害調査と強風の推定 その1 被害調査

Damages of Wind Turbines Due to Typhoon 0314 and Estimation of Strong Winds

Part 1 Summary of Field Surveys

○石原 孟¹⁾

山口 敦²⁾

藤野 陽三³⁾

Takeshi ISHIHARA¹⁾

Atsushi YAMAGUCHI²⁾

Yozo FUJINO³⁾

1. はじめに

2003年9月11日未明、台風14号は沖縄県宮古地方を直撃し、大きな被害をもたらした¹⁾。象徴的な被害としては宮古島にある7基の風力発電用風車のうち3基が倒壊し、残る4基もブレードの折損などの被害を受けた。近年日本各地で風力発電所の建設が急速に進んでおり、大型風車ではブレードの先端までの高さが100mにも達することを考えると、台風14号による風車の被害原因の究明は急務と言える。

災害発生後、筆者らは現地へ赴き、風車の被害調査並びに宮古島地域における風観測データの収集などを行った。それに平行して、シミュレーションによる災害発生時の強風の推定を行った。本論文その1では台風14号による風車の被害状況を紹介します。その2では台風シミュレーション及び気流解析による災害発生時の風向・風速の推定結果について報告する。

2. 調査概要

宮古島には、島の北端の平良市狩俣に4基、南東部の城辺町七又に2基、南部の上野村新里に1基の計7基の風力発電機が設置されている。これらの風車は台風14号により倒壊または損害を受け、全て運転不能の状態となった。今回の調査では風車のブレード、ナセル、タワー、基礎、制御機構について調べ、被害状況を表1にまとめた。図1には調査した風車の位置を示す。

3. 風車被害の調査結果

図2には、各風車設置場所付近の地図、風車の倒壊方向、風車ローターの方向を示す。各風車の被害状況(写真)の詳細は文献2を参照されたい。風車の倒壊方向は南から南西を向いており、風車倒壊時の風向が北であったと推測される。実際、宮古地方気象台の風観測記録によると、最大瞬間風速を記録するまでの風向は北であり、風車の倒壊方向は風向きに対応している。一方、風車ロ

ーターの方向は必ずしも風向きに対応しておらず、風車のヨー・ブレーキがすべった可能性を示唆している。以下各風車の被害状況を詳しく説明する。

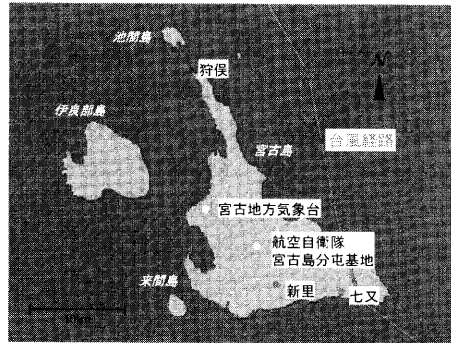


図1 調査した風車と風観測地点の位置

まず狩俣の風車は図2(a)に示すように、北北西に突き出した半島上に建設されており、北から6号機、3号機、4号機、5号機となっている。3号から5号機は本体・タワー・基礎全て同じ設計のストール制御の風車であるが、破壊形態が異なる。3号機と5号機はタワーの出入口付近(基礎から約2mの高さ)から座屈し倒壊している。両者の倒壊方向はほぼ同じ(南南西)であるが、ローターの向きが異なる。3号機は倒壊後のローターが上向きになっていることから倒壊前に3号機のローターは北北東を向いていたと推定される。一方、5号機のローターは下向きになっていることから、5号機は倒壊前にローターが南南西を向いていたと思われる。当日台風接近時の風向がほぼ北であったことを考えると、ストール制御である3号と5号機のローターは東の方向を向いて、風を逃がす状態が自然である。3号~5号機のローターは北北東または南南西を向いていることから、これらの風車のヨー・ブレーキがすべった可能性がある。また4号機の被害としてはナセルを覆うカバーが開いて垂れ下がっていることが確認された。目視の範囲ではブレードの損傷は認めら

1) 東京大学大学院工学系研究科総合研究機構 助教
Associate Professor, Institute of Eng. Innovation, Univ. Tokyo
2) 東京大学大学院工学系研究科総合研究機構 助手
Research Assistant, Institute of Eng. Innovation, Univ. Tokyo

3) 東京大学大学院工学系研究科社会基盤学専攻 教授
Professor, Dept. Civil Eng. Univ. Tokyo

表1 宮古島における風車の被害状況

	名称	狩俣風力発電				七又風力発電		宮古島土地改良事業
		3号機	4号機	5号機	6号機	1号機	2号機	
被害状況*1	ブレード	—	○	—	折損/飛散	折損/飛散	折損/飛散	折損/飛散
	ヨー制御機構	△	△	△	—	—	△	△
	ナセル	—	カバー破損	—	○	—	○	○
	タワー	座屈/倒壊	—	座屈/倒壊	—	倒壊	—	—
	基礎	クラック	クラック	クラック	○	コーン破壊	○	○
	ローター/倒壊方向*2	44°/224°	55°/—	207°/207°	19°/—	7°/187°	159°/—	229°/—

*1 被害状況の凡例 ○: 目視の範囲で異常が認められない △: 異常の疑いがある —: 不明 *2 角度の定義: 北を0°とし、時計周り

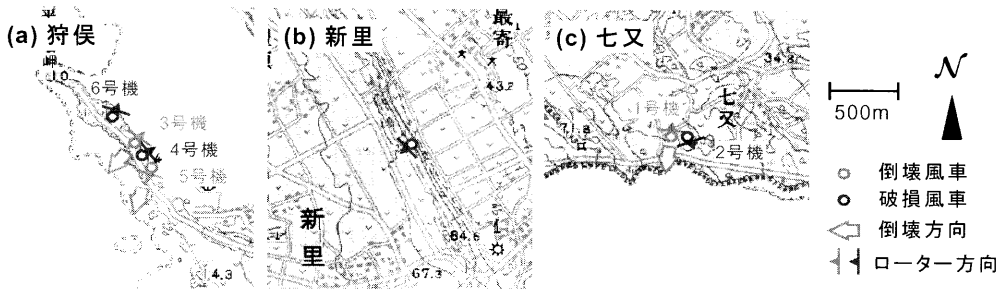


図2 各風車の位置、倒壊方向、ローターの方向

れなかった。4号機が倒壊しなかった理由はローターの向きと北風との間の角度が最も大きいため、受けた風荷重は3、5号機より小さかったと推測される。

一方、6号機は2003年3月に運転開始した最新型のピッチ制御風車で、ナセル、タワー、基礎については目視した範囲では異常が認められなかったが、3本のブレードのうち2本が根本付近から折損しており、残る1本のブレードも中程で折損している。6号機はピッチ制御の風車であり、停止時にブレードが風から受ける抗力を最小とするように制御されているにも関わらず、ブレードが破損している。実際風車のブレードは抗力以外に揚力も受ける。迎え角が0~15度の範囲においては抗力が最小となるが、反対に揚力が最大となる。しかも、揚力の最大値は抗力の最大値よりも大きい。また台風接近時に宮古島が停電になっていることから風車の制御が出来なかったことも一因と思われる。

次に、上野村新里にある宮古土地改良事業のピッチ制御の風車(図2(b))は全てのブレードが中程で折損した²⁾。この風車は1枚のブレードが正常なピッチ角と正反対のピッチ角となっていた。また、狩俣の5号機と同様に、風車のローターが南よりの方向で停止していることから、ヨー・ブレーキがすべった可能性がある。

最後に、城辺町七又の風車は図2(c)に示すように海岸沿いに2基が並んで設置されている。東側の2号機は新

里の風車と同じタイプのピッチ制御の風車であり、ブレードが折損している。この風車も南よりの方向で停止しており、ヨー・ブレーキがすべった可能性がある。一方、1号機はコーンが破壊し、タワーが倒壊している。タワーを基礎に固定するためのアンカー部分は丸ごと基礎から引き抜けた。上部基礎は台風のような転倒モーメントの大きい風荷重に対して十分な耐力がなかった可能性がある。

4. まとめ

宮古島を直撃した台風14号の強風により島内にある7基の風車が全て大きな被害を受けた。今回の調査では台風14号による風車の被害が風車のブレード、ナセル、タワー、基礎、制御機構などと多岐にわたっていることを明らかにした。また現地調査により風車の倒壊または破損の原因がある程度明らかにされたが、不明な点も残されており、今後より詳細な調査と解析を行っていきたいと考えている。

参考文献

- 1) 平成15年台風第14号による被害状況について(第9報)、内閣府、<http://www.bousai.go.jp/kinkyu/>。2) 石原孟、山口敦、藤野陽三、2003年台風14号による風力発電設備の被害とシミュレーションによる強風の推定、土木学会誌、vol. 88, 12月号, pp. 45-48, 2003。