

細谷風力発電所 風車ブレード破損事故について その1

1. 発電所と事故の概要

(1) 細谷風力発電所の概要

事業者名: ミツウロコグリーンエネルギー株式会社
 発電所名: 細谷風力発電所
 所在地: 愛知県豊橋市細谷町臈ノ谷23-12 * 図1
 定格出力: 1,500kW (1,500kW x 1基)
 運転開始: 2007年1月

(2) 風力発電機の概要

風車メーカー: GE Wind Energy
 機種: GE 1.5s 定格出力: 1,500kW
 カットイン: 3.0m/s 定格風速: 12.0m/s カットアウト: 25.0m/s
 ローター直径: 70.5m ハブ高さ: 64.7m * 図2 風車概要
 回転数: 11~20rpm

(3) 事故の概要

発生日時: 2014年2月15日(土) 午後12時02分

事故状況:

2月15日午後12:02

風車エラーログにピッチの異常が記録されている。

通常は電話回線を使用し携帯電話に警告通報されるが、このときは通信トラブルがあり通報されなかった。

同12:08

地元住民からブレードが破損している旨連絡あり。

同13:30

当社社員現場到着。3本のブレードのうち、1本が破損していることを確認した。

図3 事故直後の風車状況



図1 所在地

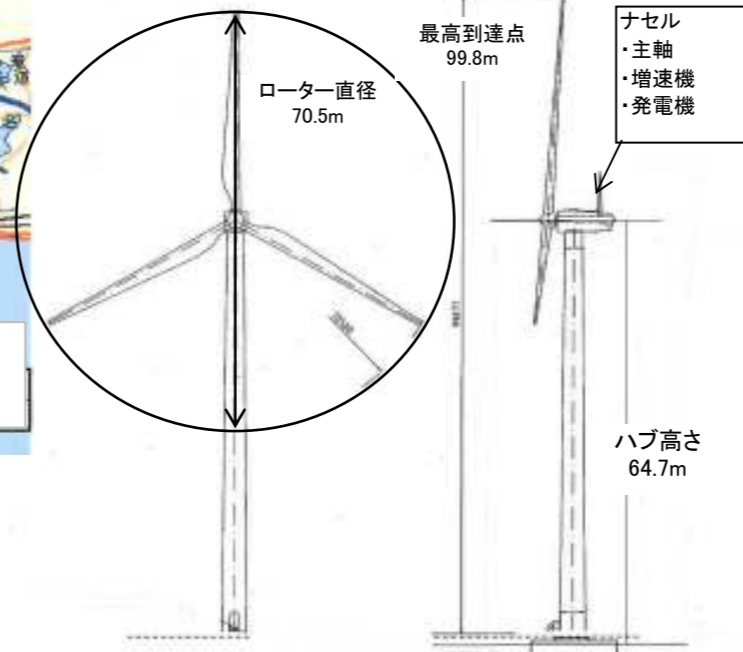


図2 風車概要

図3 事故直後の風車現状



2. 事故状況

(1) 事故発生時の気象状況・風況

愛知県豊橋地域では、12日昼頃より関東にも大雪をもたらした南岸低気圧の通過に伴い、風車観測値10分平均で10m/sを超える風を記録。この風は低気圧通過後の17日まで続いた。また事故発生時刻付近では1秒値最大20m/sを記録している。当日の主風向は北西の風であった。

(2) 事故発生時の風車の運転状況

12:02:19 正常に運転している
 12:02:20 風速19.0m/sあるにも関わらず、出力は1329kwとなる

(エラー発生)

12:02:22 ピッチ角異常発生→緊急停止
 12:02:24 タワーの異常振動発生
 12:02:25 ピッチコントロール異常発生

風車記録は * 表1

(風速・回転数・ピッチ角等の時系列グラフは本紙その2に記載)

(3) ブレードの損傷状況 図4

事故発生直後、現場を確認したところ事故ブレード(ブレードNo2)を上に向けた状態で停止していた。事故ブレードは重ね合わせた2枚のブレード層がはがれた、バナナピール現象と言われている状態でナセル上に垂れ下がっていた。

図4 損傷状況



(4) ブレードの飛散状況

破損ブレードの飛散状況については風車から南東方向に向け、直線距離およそ170mの扇形に広がるように破片が散乱している。人的、物的被害は2/27現在報告されていない。



上 図5 破片飛散状況
下 図6 同写真

表1 風車記録

日付	時刻	出力	発電機回転数	ローター回転数	風速	風向偏差	ブレード1角度	ブレード2角度	ブレード3角度	ブレード1セット角	ブレード2セット角	ブレード3セット角
2/15/2014	12:02:19	1526	1420	19.7	19.1	-9	20.32	20.16	20.26	20.12	20.12	20.12
2/15/2014	12:02:20	1329	1331	18.9	19	-24	19.09	18.61	19.08	16.07	16.07	16.07
2/15/2014	12:02:21	1057	1223	17.4	16.6	-8	11.65	11.64	11.71	8.3	8.3	8.3
2/15/2014	12:02:22	757	1166	16.3	18.3	-9	3.18	1.26	3.24	2	2	2
2/15/2014	12:02:23	1027	1275	17.2	19.7	-2	3.26	-3.06	3.13	6.23	6.23	6.23
2/15/2014	12:02:24	982	1240	17.6	19.4	-1	12.28	8.93	12.34	16.23	16.23	16.23
2/15/2014	12:02:25	770	1148	16.4	20.1	-11	18.98	17.98	19.02	22.23	22.23	22.23

細谷風力発電所 風車ブレード破損事故について その2

図8タワー状況



図9フェンス設置 (現場立入禁止措置状況)

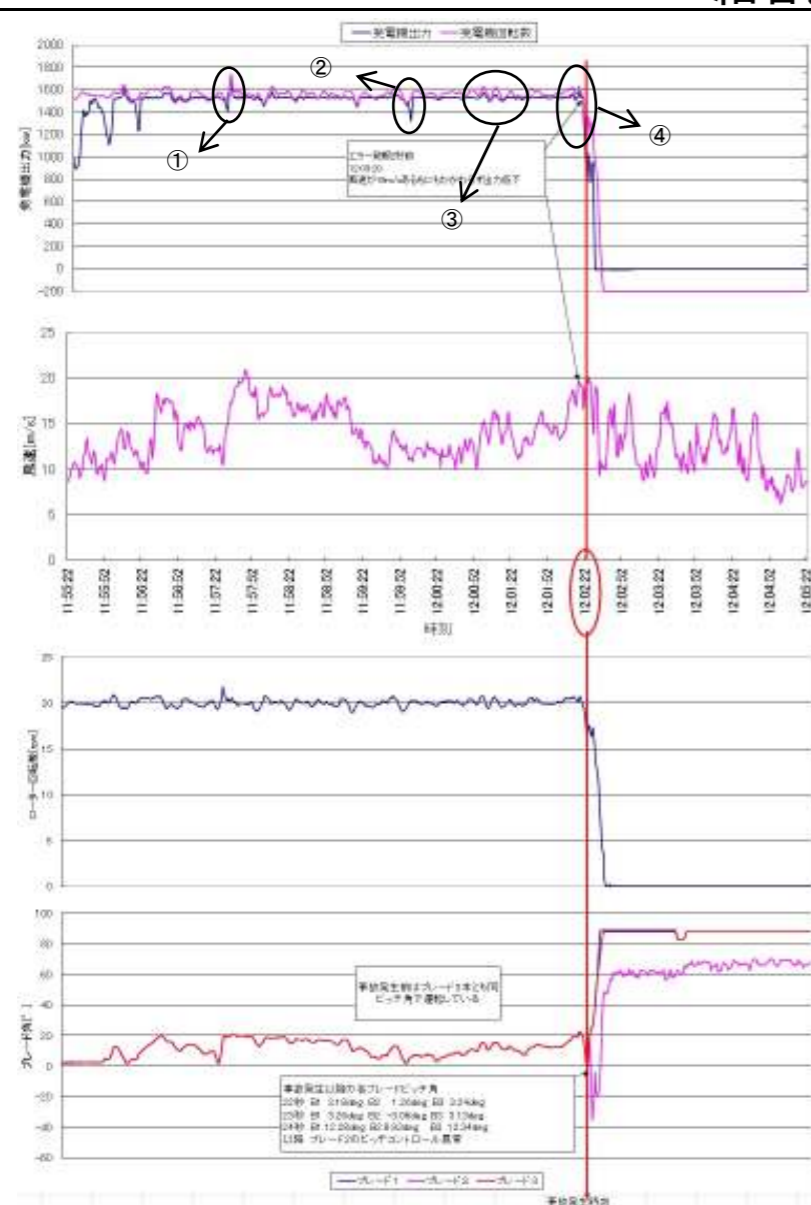


図7 風車1秒値
 上から・発電機の出力と回転数・風速
 ・ローター回転数・ブレードピッチ角
 *添付資料1「風車1秒値」
 *事故付近のみ拡大 別添①「事故付近風車1秒値」
(5) 風車記録データ
 風車内に残されていた1秒値を参照し起こったであろう事象について解析した。
 (通常運転中の特筆事項)
 ①11:57:31 風速14.4m/s この時、出力が最大値の1738kWを記録。前後10秒ほどの風速は10m~17m/sへ急変しているが、ローター回転数やピッチ角、その後の出力は正常通り追従し制御範囲内である。
 ②11:59:58 定格運転を続けていたところ、出力が1319kWに急落している。しかし前後の風速やピッチ角移行状態を見る限り正常通りで、制御の範囲内である。
 ③事故1分前の12:01:22
 風速14m/s 出力1532kW 発電機回転数1440rpm
 ローター回転数20rpm
 ピッチ角度
 B1 12.27 B2 12.26 B3 12.33
 事故前は安定して運転していた。
 ④エラー発報3秒前(12:02:19)を見ると風速19.1m/sで出力は1,526kWの定格運転、2秒前では風速19.0m/sもありながら出力1329kWに急落している。ピッチ角に大きな異常は見られないが、通常は起こり得ない現象であり、異常と認められる。更にエラー記録時間の12:02:22では、ブレード2の角度だけ他の2枚(記録値3.18~3.24度)より2度程度(記録値1.26度)違っており、この時点でピッチ角不均衡のエラーを事故の第一報として記録していた。事故2秒以降ブレード2の角度が明らかに他のブレードと違っており、またタワー異常振動エラーも発生。この時点では完全にブレードが破壊されていたといえる。

3. 事故後の対応
 ①風車の停止処置
 ・15日細谷風力は安全の為遮断器解放。
 ・16日風車データ吸出しの為中部電力へ連絡し復電。
 ②現状確認
 ・タワー双眼鏡による目視点検。大きなキズへコミ等は確認できなかったが追って重機を使用し詳細な点検を行う。
 図8 タワー状況
 ・メーカーによるナセル内外目視点検。
 ナセルに一部キズがあり、23日仮補修。
 主軸・増速機・発電機等には異常なし。
 ・16日 風車データの保存。
 ③公衆立入禁止措置
 ・15日通常の立ち入り禁止措置に加え
 現場での注意喚起と立入禁止テープ取り付け
 図9フェンス設置
 ・18日A型バリケードと単管パイプで立入禁止措置
 ・23日常設フェンス設置
 ④ブレード破片回収
 ・破片についてはほぼ回収済み。
 ⑤事故報告等
 ・中部近畿産業保安監督部へ事故速報提出。
 15日夜 第1報提出 17日朝 第2報提出
 ・16日近隣住民へ事故のお詫びならびに豊橋警察署にて近隣住民に被害のないことも双方確認
 ・地元自治体へ事故の報告。
 ⑥ブレード撤去計画
 24日現在の予定
 24日~3/2 土地借用手配及び重機搬入路構築
 3/5~3/8 ブレード撤去
 ⑦復旧計画
 未定
 ⑧同型風車である久美原風力も安全の為15日に停止とした。
 19日ローブアクセスによるブレード全面を精密点検。
 異常なし。同日19時30分運転再開。
4. ブレードについて
 ・別添②「ブレードについて」
 (以下 委員のみ配布)
 *添付資料1「風車記録1秒値」 1ページ
 *添付資料2「落雷証明」 3ページ
 *添付資料3「巡視点検記録」 4ページ
 *添付資料4「2月3日~15日風速データ」 1ページ

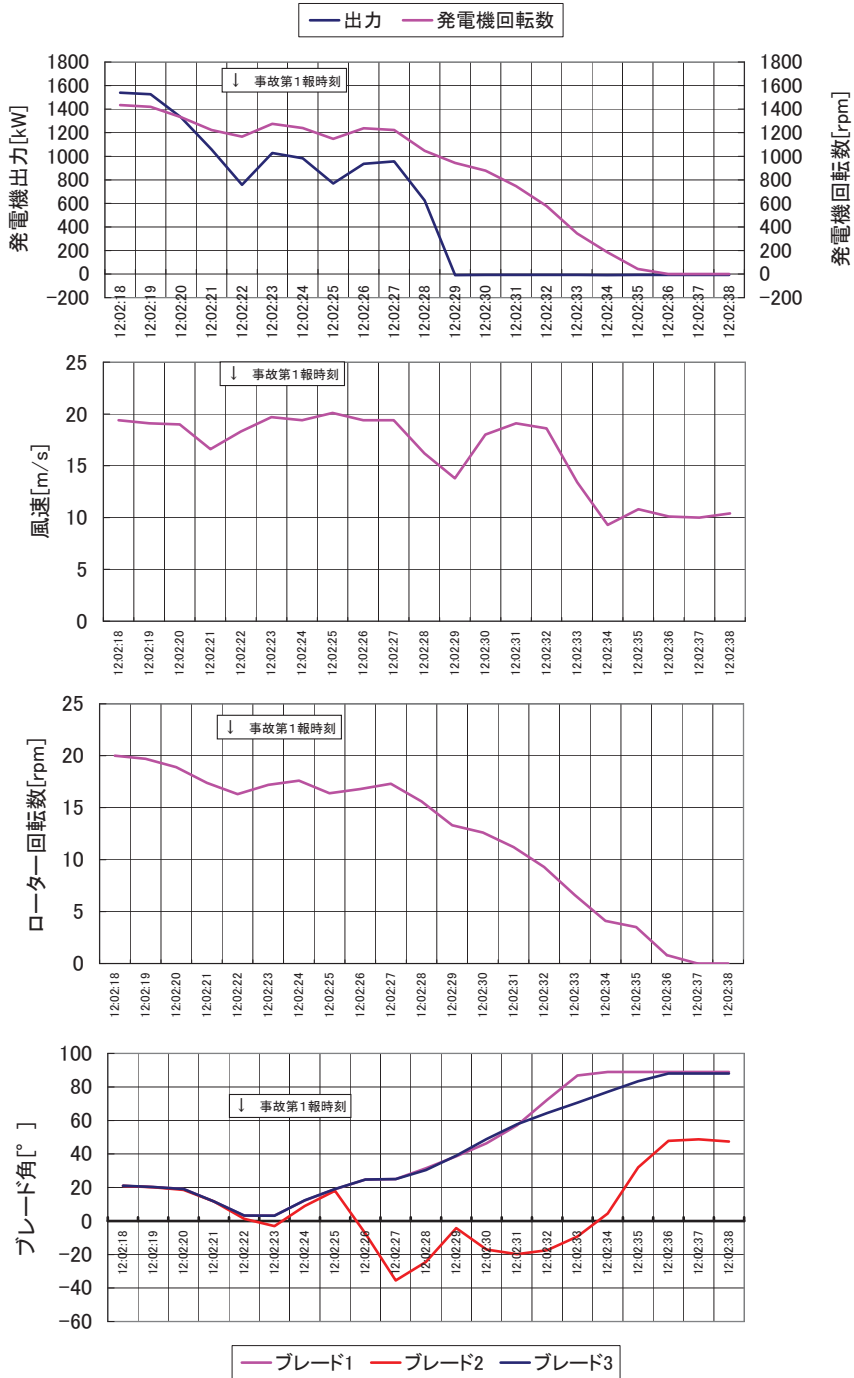
5. 原因

エラー履歴を見ると2月15日(土)PM12:02:22にトラブルの1報目が記録されていた。当時の風速は16m/s~20m/s。事故以前のログデータを見る限り通常通り発電していた模様である。1報目から1秒前の12:02:21時点までの3枚のブレードピッチ角度は概ね同角度で推移しており制御の範囲内であったが、12:02:20の時点で風速が19.0m/sもありながら出力が1329kWに急落している。風車コンピュータ上では検知できなかったが、このときブレード2の破損が急激に進行していたと推定される。近隣住民からの通報で「12時05分頃に異常な音が聞こえたので外を見たらブレードが破損していた」との証言をいただいたことを考慮すると、このときブレード2が完全に損傷したと思われる。12:02:22のエラーはBlade angle asymmetryであり、3枚のブレード角度の不均衡を表している。ブレード2が物理的損傷を起こした為、正常に角度移行が出来なくなりエラー発報したと推定される。1報目から2秒後の12:02:24にはTower Vibrationが発生。ブレード2の損傷でローターの回転バランスが崩れタワーが大きく揺らされたか、あるいは損傷したブレード2がタワーに当たりエラー発報したと推定される。1報目から3秒後の12:02:25にはAxis2 fault pitch controllerおよびPitch control deviation axis2が記録されており、この時点で風車コンピュータ上でもブレード2のピッチ制御に異常があると検知した。事故1報目のエラーにより、緊急停止ブレーキは作動したものの慣性でローターは回転、3枚のブレードのバランスは崩れており、軽くなったブレード2を上に向けた形で完全に停止した。

巡視点検等でブレードの風切音もチェックしているが14日までは異音は認められていない。また細谷近隣の田原市に電気主任技術者が常駐しており、雷鳴があれば風車を遠隔監視装置から手動停止措置をする事を社内規程で定めている。事故直近の細谷周辺の落雷状況を調べてみると、2月3日に18回落雷している事がわかった。しかし、電気主任技術者が居る田原市では雷鳴は聞こえなかった為、風車手動停止に至っていない。

以上のことから事故原因を考察すると、2月3日にブレード2が落雷により軽微な損傷を受けた。その後、14日からの低気圧通過に伴う強風で損傷が徐々に広がり、15日12時02分に一気に損傷しバナーナビル現象と呼ばれる状態に陥ったと推定される。飛散したブレードの破片はほぼ回収済みであるが、他の2枚の健全ブレードも地上に下ろし次第精密点検を実施する。

別添①「事故付近風車1秒値」(拡大図)



別添②
4. ブレードについて

