

太鼓山風力発電所事故について

1 太鼓山風力発電所の事業及び事故概要

(1) 事業の概要

太鼓山風力発電所の事業の概要及び基本諸元を以下に示す。

【事業の概要及び基本諸元】

名称（所在地）	太鼓山風力発電所（与謝郡伊根町字野村小字太鼓山地内）		
運用開始年月	平成13年11月15日		
風車	ラガウェイ社（オランダ）		
設置台数	6基（750kW/基）		
最大出力	4,500kW		
風力発電設備	性能	カットイン風速	3m/s
		カットアウト風速	25m/s
		耐風速	60m/s（ブレードは70m/s）
	ローター	直径	50.5m
		発電回転数	13～33rpm
タワー（日本製）	ブレード	枚数	3枚
	ハブ	取付高さ	50m
	高さ		46m
ナセル	材質		SM400（鋼製）
	寸法		W5.6m×L3.3m×H6.5m
備	風向制御	制御方式	強制ヨー制御
	出力制御	制御方式	ピッチ制御



図1-1 位置図

位置図を図1-1、風車配置図を図1-2、風車外形図を図1-3に示す。



図1-2 風車配置図

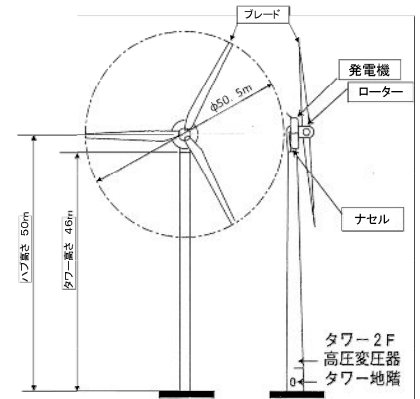


図1-3 風車外形図

(2) 事故の概要

○推定発生日時：平成25年3月12日19時32分

○事故の状況：3号機風車の発電機・ナセル・ブレードが落下（13日9時42分にナセル落下を確認）

○タワー破損状況

風車の損傷形態は、高さ約46mのタワートップと風車接続フレンジの溶接部付近でほぼ水平方向に破断している。

タワーの破断状況を写真2に示す。

また、タワートップ及びナセルの断面図を図1-4に示す。



写真1 ナセル落下とタワーの破断状況



写真2 タワーの破断状況

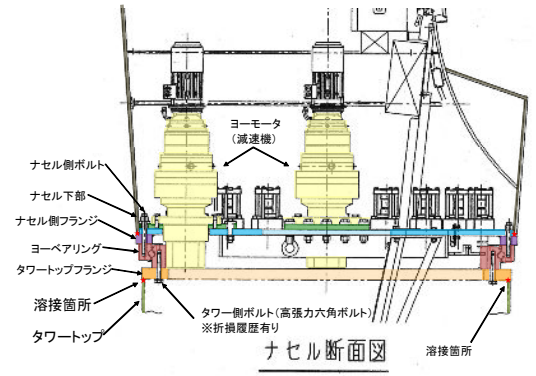


図1-4 タワートップ及びナセルの断面図

2 事故の状況

(1) 事故発生時の気象状況・風況

事故が発生した3月12日の3号機の風況観測データから、事故発生前は概ね南西の風、最大風速約15~20m/s、1分間平均風速約11~15m/sで推移しており、事故時に突風などの大きな風況の変化があったとは考えられない。

3号機の風況データ及び運転状況を図2-1に示す。

【事故発生直前の風速（1分データより）】

- ・最大風速： 南西の風 14.5m（10分平均風速 10.9m）

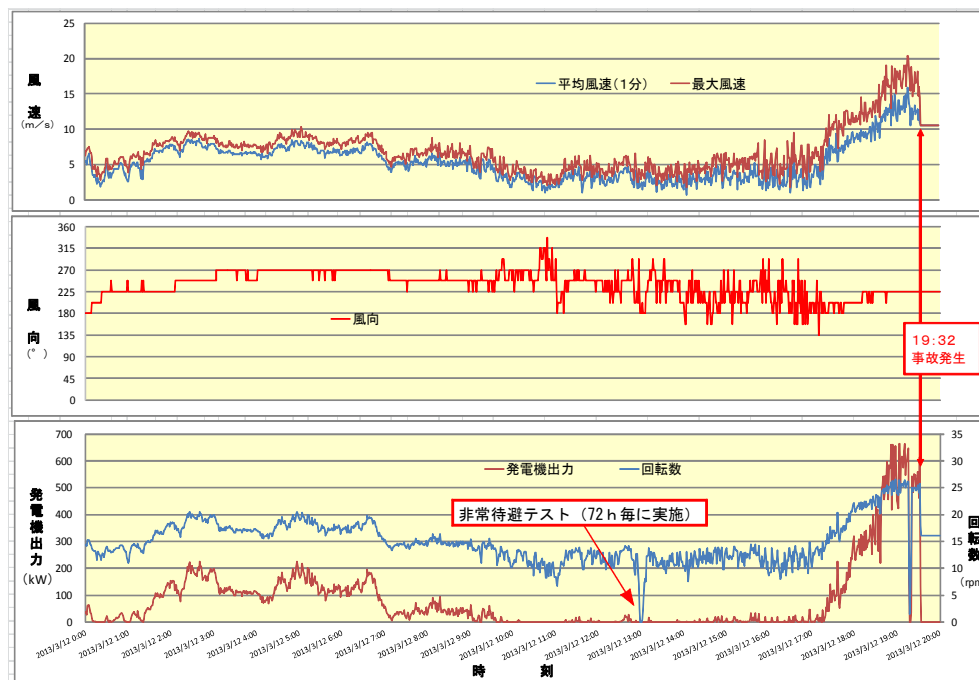


図2-1 3号機の風況データ及び運転状況

(2) 事故発生時の風車の運転状況

事故発生前の運転状態は、19時頃から概ね回転数25rpmで推移し、発電機出力は430~660kWの出力が得られていた。

3号機の運転状況(詳細)を図2-2に示す。

【事故発生直前の状態（1分データより）】

- ・回転数： 25.7rpm
- ・発電機出力： 614kW



図2-2 3号機の運転状況(詳細)

(3) ナセルとタワーの損傷状況

タワーの損傷状態は、タワートップとフランジ溶接部付近で破断しており、特に主風向の反対に位置する北から東の位置でタワートップの風車接続フランジとシェル（タワー母材）の間の溶接止端部付近で破断している。

タワーの破断位置を図2-3に示す。

また、ナセル側の破断状態を写真3に示す。



写真3 タワーとナセル側の破断状態

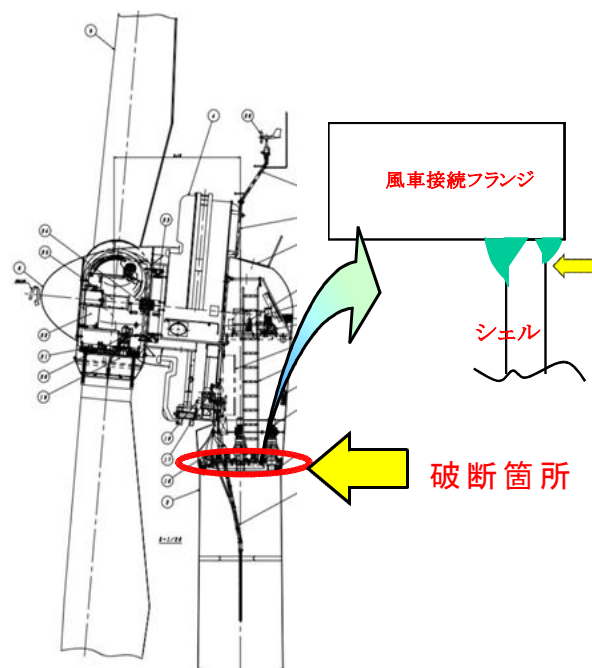


図2-3 タワーの破断位置（詳細）

3 設計内容の確認

設計・施工時の適用法規及び基準を表3-1に示す。

また、設計の考え方を表3-2に構造計算結果を表3-3に示す。

法規・基準類名称	主要な適用項目
建築基準法及び同施行令	風圧力（基準風速 V_0 、他）、適用材料、ボルトの許容応力度
鋼構造設計規程（日本建築学会）	鋼材の許容応力度一般
塔状鋼構造設計指針・同解説（日本建築学会）	タワー筒身鋼材の許容応力度
鉄筋コンクリート構造計算規程・同解説（日本建築学会）	基礎設計一般

表3-1 適用法規・基準

風車状態	荷重・強度計算の考え方
常時（定格運転時最大） ※ブレードファイン	長期荷重の最大として、カットアウト風速 25m/s を地上高 10m の 10 分間平均風速 V_0 として考慮し、その風圧力によるタワー各部応力が長期許容応力度以下であることを確認する。
暴風時（風車停止・台風時） ※ブレードフェザリング	短期荷重として、建設地基準風速 $V_0=32\text{m/s}$ を 1.5 倍した風速を地上高 10m の 10 分間平均風速として考慮し、その風圧力によるタワー各部応力が短期許容応力度以下であることを確認する。

表3-2 設計の考え方

風車状態	許容応力度比	判定
常時（定格運転時最大）	タワー筒身頂部 (GL+44.0m)	0.101 < 1.00, OK
※ブレードファイン	タワー筒身最大部 (GL+12.6m)	0.626 < 1.00, OK
暴風時（風車停止・台風時）	タワー筒身頂部 (GL+44.0m)	0.342 < 1.00, OK
※ブレードフェザリング	タワー筒身最大部 (GL+44.0m)	0.887 < 1.00, OK
	タワーボルト頂部 (GL+46.0m)	0.628 < 1.00, OK
	タワーボルト最大部 (GL+36.6m)	0.891 < 1.00, OK

表3-3 構造計算結果

※ 長期荷重において内部で発生する諸機械的荷重（アンバランス荷重、軸受反力等）、水平方向風圧変動等に関しては、設計時に風車メーカーに確認した内容の記録を調査確認中

4 3号機事故原因の調査について

(1) 調査状況

- 平成25年3月12日 19時32分 事故発生（推定）
- 3月20日 専門家による現地調査
- 3月26～29日 他号機の緊急点検（超音波探傷試験等）（別紙参照）
- 4月26日 損傷部（タワー上端部、ナセル）の回収
- ※ 大型クレーンが必要なため、道路の特殊車両通行許可に時間を要した。
- 5月12日 「太鼓山風力発電所事故に関する専門家会議」第1回会議を開催し、回収した損傷部の破断面を確認し、今後の原因究明に調査に向けた調査内容及び調査方法等について、助言をいただいた。

(2) 損傷原因の究明

①方 針

破断面調査で、疲労破壊の進展的な断面が見られ、ここから疲労破壊が進んだと考えられるため、タワー等の材料強度試験等を実施し、検証を行う。

[調査項目]: 外観検査、非破壊検査、SEM観察、組織観察、硬さ測定、成分分析、締付け状態確認等

また、疲労破壊は、常時運転中の荷重が予想を超えて大きかったと考えられ、気象等による突発的な変動要因はみられないため、次の各種解析を行うことにより、タワー破断のメカニズムを解明し原因を特定する。検討フローを図4-1に示す。

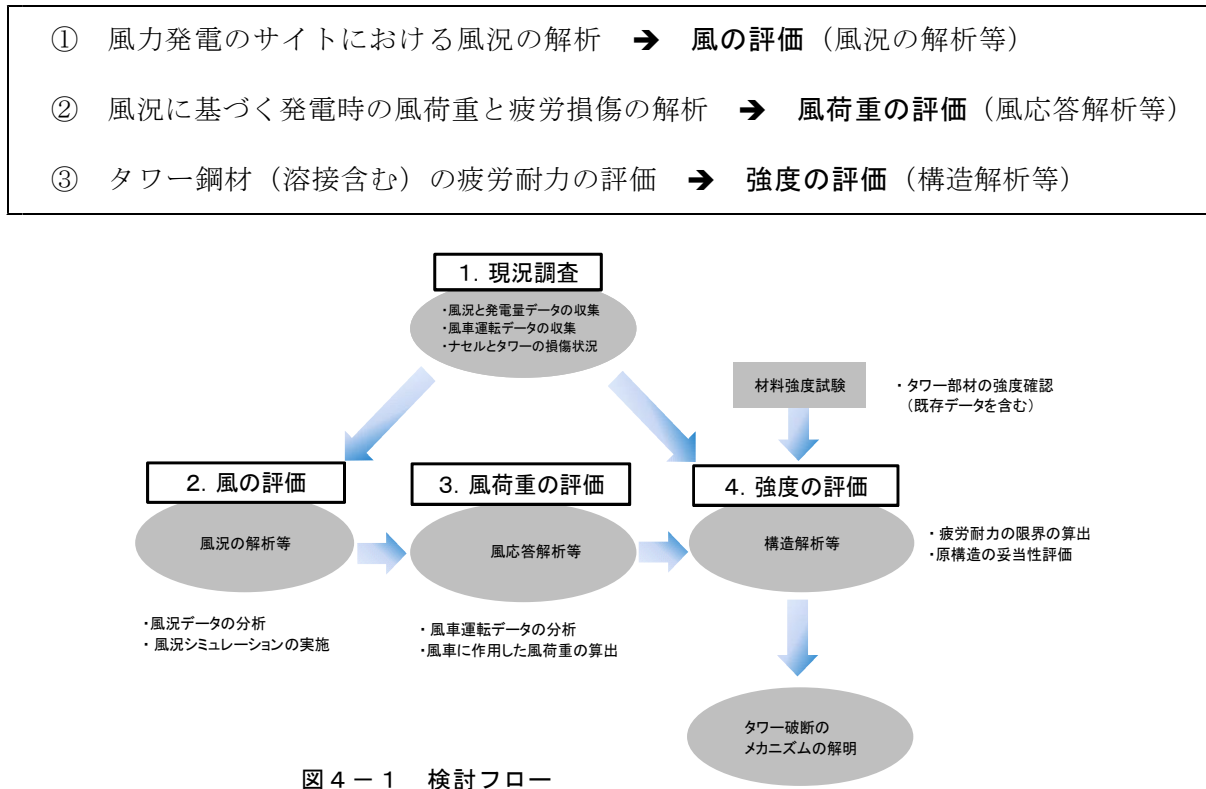


図4-1 検討フロー

(3) 今後の検討

今後、表4-1に示す検討項目をまとめ、次の検討を行う。

- 発電時の荷重設計、疲労設計をどのように設計していたかを検証する。

データ収集及びその分析状況を踏まえ、専門家会議を開催し、専門家から意見をいただきながら、事故原因究明を行う。

- 疲労破壊を解明するため、既存の風況観測データと風車の運転データを活用し、風の評価、荷重の評価、強度の評価の順で段階を踏んで評価を行うとともに再発防止策を検討する。

- 原因究明等の予定時期

6月 タワートップフランジ部の破断原因の特定
年内 破断のメカニズムの解明、他号機の調査結果及び再発防止対策のまとめ

検討項目(案)	
1 太鼓山風力発電所の事業及び事故概要	今後の調査
(1) 事業の概要	
(2) 事故の概要	
2 事故の状況	
(1) 事故発生時の気象状況・風況	
(2) 事故発生時の風車の運転状況	
(3) ナセルとタワーの損傷状況	
(4) 事故風車以外の風車の状況	
3 設計・施工結果の調査・確認	今後の調査
(1) タワー設計の概要	
(2) 施工結果の確認	
4 タワー破断原因の究明	
5 再発防止対策	今後の調査
6 今後の対応について	

表4-1 検討項目

(4) 安全対策

3号機以外にも4基に亀裂の確認されたため、3号機同様に亀裂の原因究明を行った上で、安全性の確認ができるまでの間については、できる限り風荷重の影響を受けないよう全号機の運転を停止している。

更に、3号機と同様の事故につながるおそれがあるため、安全確認ができるまでの間は、定期的に超音波探傷試験等を実施し、亀裂の進行の状況等を監視し、安全確認に努める。

- 点検(経過観察) 6月上旬 超音波探傷試験の実施予定(亀裂の進行の有無の確認)
- 他号機の亀裂に対する安全性については、3号機の構造計算等の解析結果を用いて安全性及び対策方法等の検討を行う。

超音波探傷試験による亀裂等の確認箇所

〔タワー上端部のフランジ溶接部〕

