

淡路市北淡震災記念公園風力発電設備における倒壊事故について

1. 設備概要と事故概要

1-1. 設備概要

- 所在地：兵庫県淡路市小倉
- 運転開始：平成14年4月

1-2. 風力発電設備概要（単機）

- 型式：三菱重工業製 MWT-S600
- 出力：600kW
- 回転数：10-34rpm
- ロータ直径：45m（取付位置：地上37.0m）

1-3. 事故概要

- 推定時刻：2018年8月23日 夜中～未明
（現時点で事故発生時刻の特定は出来ていない）
- 発見時刻：2018年8月24日 6:15頃
付近を散歩している住民が発見。
- 倒壊状況：北北東（真北から約14度東寄り）に向けてタワー全体が倒伏、ローターヘッドが地面に激突。2枚のブレードは先端付近が折損し飛散、1枚のブレードはシェルが桁部分から分離し飛散。基礎は、ペDESTAL部・フーチング部が分離し、主鉄筋が破断。



図1-1 サイト位置図



図1-2 倒壊状況



図1-4 基礎部
（ペDESTAL底面）



図1-5 鉄筋破断
（フーチング上面）



図1-6

鉄筋破断面（ペDESTAL底面）

- 鉄筋に腐食は確認されなかった。

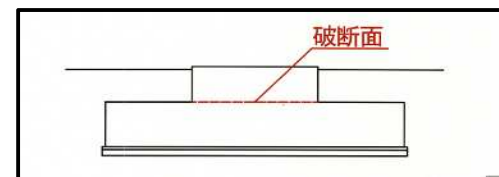


図1-7 基礎図（破断面）



図1-8 ローターヘッドが地面に激突

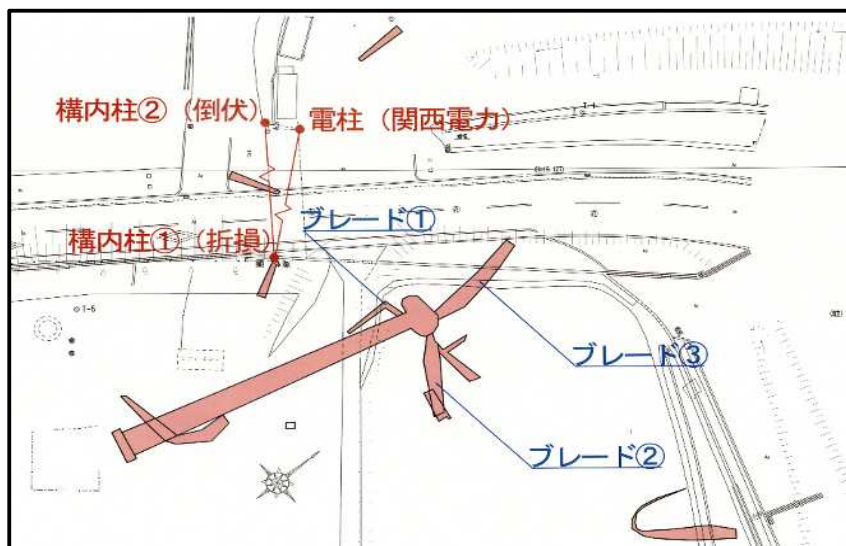


図1-3 ブレードの飛散と周囲の状況



図1-9 構内柱（折損）



図1-10 構内柱（倒伏）

- 周辺の事象：8月23日 22:57～22:58に関西電力からの配電が停止。
8月23日 23:36にケイ・オプティコムに光ケーブルLANアラーム通信の発報。

1-4. 事故発生時の運転状況

- 稼働状況：平成29年5月21日に電力変換装置（IGBT）が故障。運転停止。
平成29年9月に風車を廃止する方向で市は決定、運転を再開することなく、事故が発生。
- 制御データ等：風車倒壊時には、データ保存用のサーバパソコンが起動されておらず、事故当時における風車の制御、風況に関するデータがない。

2018年11月26日
淡路市・（株）ほくだん

- 周辺の被害：施設の構内柱が1本ブレードにより切断され、別の構内柱が1本倒伏した。

2. 事故調査状況

2-1. 基礎部の使用材料の調査

- 強度確認のため、9/18～9/19に試験材を採取し、9/27に試験実施。
- コンクリートについては、ペDESTAL部・フーチング部で、各々3本づつを圧縮試験。
- 鉄筋については、3本を引張試験。



9/18～9/19



圧縮試験状況

試験結果 （一軸圧縮試験）	
ペDESTAL	46.8 N/mm ²
	47.1 N/mm ²
	43.0 N/mm ²
フーチング	30.8 N/mm ²
	28.3 N/mm ²
	25.8 N/mm ²
設計基準強度 21N/mm ²	



引張試験状況

試験結果	
降伏点	引張強さ
370N/mm ²	551N/mm ²
371N/mm ²	549N/mm ²
372N/mm ²	551N/mm ²
JIS規格値（SD345）	
降伏点	345N/mm ²
引張強さ	490N/mm ²

図2-1 使用材料の調査と結果

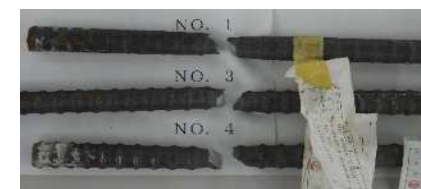


図2-2 試験による鉄筋の破断面

- 試験の結果、使用材料は所定の強度を有していることが確認された。また、現地調査においても、露出した鉄筋に、せん断力が働いた様子や、腐食と疲労破壊の痕跡もなかった。鉄筋はタワー基部の最大耐力を超える荷重がタワーに作用したため、破断したと推察される。

淡路市北淡震災記念公園風力発電設備における倒壊事故について

2-2. ナセル・ブレードの調査

- 10/29～10/30に事故風車のナセル・ブレードの現地調査を実施。



図2-3 ナセルとタワーの分離



図2-4 破壊ブレードの復元

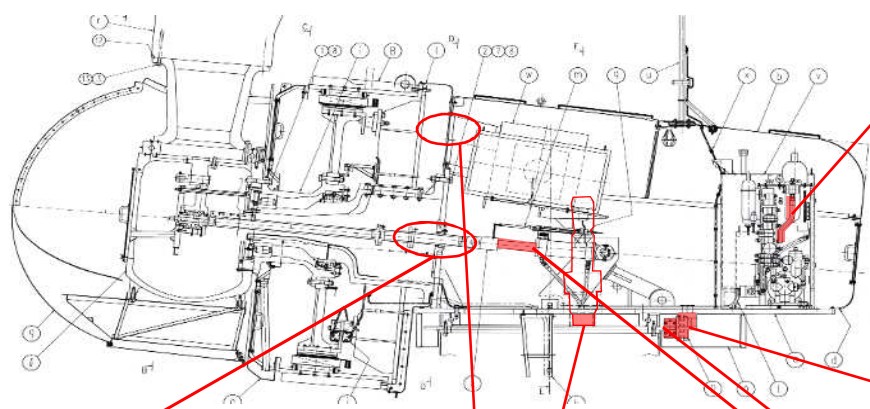


図2-5 ナセル断面図

- 油圧シリンダーの出代計測 (ピッチ制御は油圧ブレード式)



油圧出代の計測により、調査時点では、ファインに近い角度であった。
(シリンダ出代 ファイン角:50mm、フェザー角:344mm)
地面との衝突により、油圧シリンダは座屈し、支持構造物は変形していた。計測された出代は地面との衝突で縮んでいるため、風車倒壊前の値については不明である。

- YAW駆動装置の状態



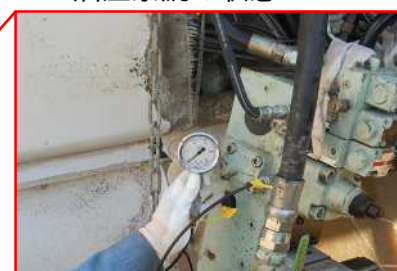
2台のヨーモータに内蔵されている機械ブレーキは各々ブレーキ拘束の状態が保たれており、モータブレーキは正常な状態であった。ヨーピニオンの歯欠けがあり、欠けた歯は相手側のギアに噛込んで

回転(歯車ギア比より東側に18.1～21.7度のずれ)していた。ナセルと地面との衝突による衝撃力で歯が欠け、ナセルが停止角度まで回転したものと推定される。

- ナセル方位角

YAWポテンションメーターからの信号をナセル方位角に換算した結果は、真北から、24.6度東寄りであった。ピニオンの欠けを考慮するとナセルが向いていた方位角は、真北から、2.9～6.5度東寄り。[右図 - 線]

- 油圧系統の状態



制御油ユニットは本体の転倒、配管外れがあり、系統内の残圧は0.0MPaであった。

- YAW(駆動)ブレーキの状態



YAWブレーキ本体(ブレーキパッド)、YAWブレーキに滑った痕跡はなかった。

倒壊直前のナセル方位角は、真北から2.9～6.5度東寄り

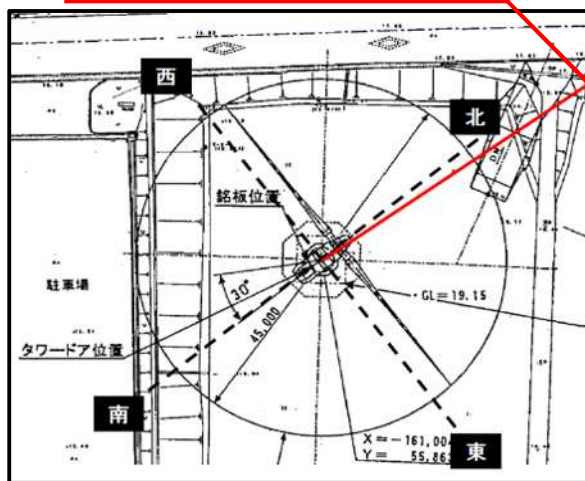


図2-6 倒壊直前のナセルの方位角

2-3. 風向・風速の調査

- 当サイトにおける風向・風速のデータは残されていない。当サイト近傍には図2-7に示す通り4か所で風況の計測が行われており、その4か所の観測値を調査した結果、関電エネルギーソリューションと気象庁(郡家)のデータを比較に使用した。関電エネルギーソリューションのサイトには6基の風車があるが、他の風車と観測値がかけ離れている風車、YAW追従していない風車は除外し、3基の風車を比較の対象とした。

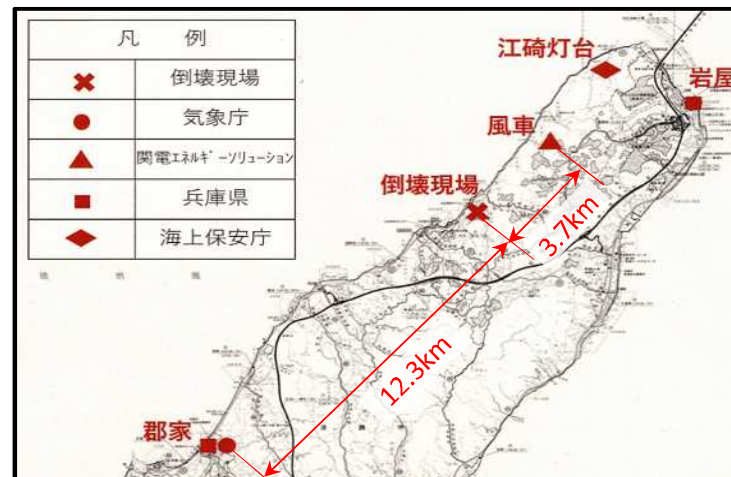


図2-7 サイト付近観測地位置図

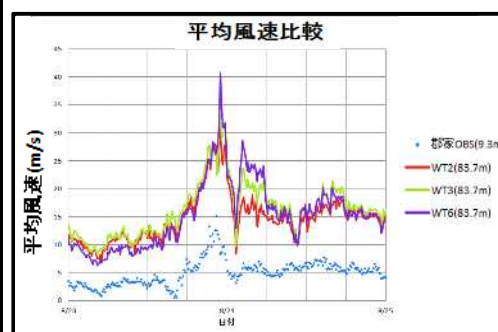


図2-8 風速プロット図

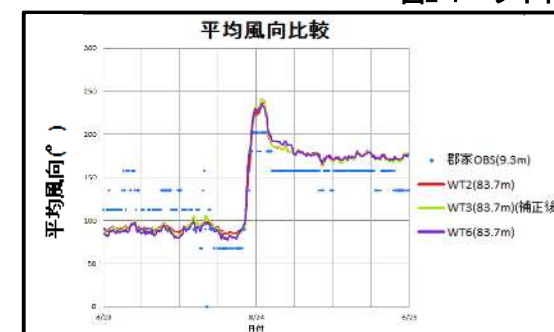


図2-9 風向プロット図

- 水色は気象庁の値をプロットしたものであるが、その他の関電エネルギーソリューションの値の方が、連続性が高い。

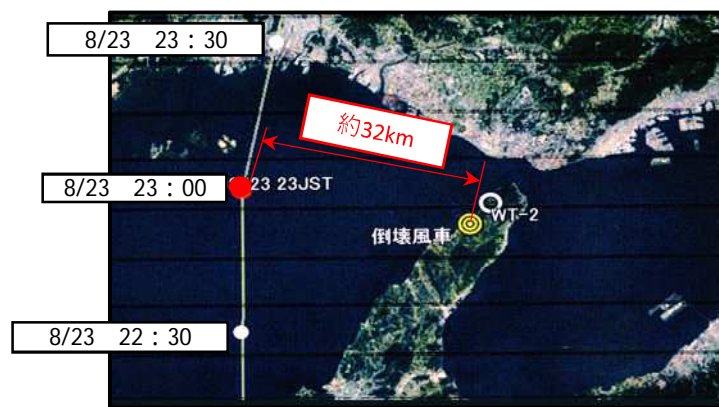


図2-10 台風の経路と風車サイト

- 台風は、当サイトに23日22:30～23:00にかけて最接近。
- 23:00時点 台風中心との距離は約32km
- 23:00時点 台風勢力は975hPa
- 気象庁の郡家地域の日最大瞬間風速は、28.6m/s(3秒平均、22:14)、風速は22:00から24:00にかけ東から南南西に風向が変化した。
- 関電エネルギーソリューションでは、最大瞬間風速58m/s(0.2秒平均)を記録した。

3. 今後の調査方針とスケジュール

3-1. これまでの調査状況

- 淡路市北淡震災記念公園風力発電設備倒壊事故に関する専門家会議設置要綱(平成30年 淡路市告示 第18号)を平成30年10月23日施行。
- 平成30年11月11日に、「淡路市北淡震災記念公園風力発電設備倒壊事故に関する専門家会議【第1回】」を実施。
- 風車の倒壊原因を明らかにするため、平成30年8月31日に事故風車の基礎とタワーの接合部の調査を実施し、平成30年10月29日～30日に事故風車のナセル・ブレードの現地調査を実施した。
- 鉄筋とコンクリートの強度を確認するため、平成30年9月18日～19日に試験材を採取し、平成30年9月27日に試験を実施した。

淡路市北淡震災記念公園風力発電設備における倒壊事故について

3-2. 今後の事故調査の方針

- ・ 事故時における風向・風速の評価
- ・ 事故時に風車に作用する風荷重の評価
- ・ 事故風車の接合部における耐力の評価
- ・ 事故原因の解明と再発防止策の検討

3-3. 今後の事故調査のスケジュール(案)

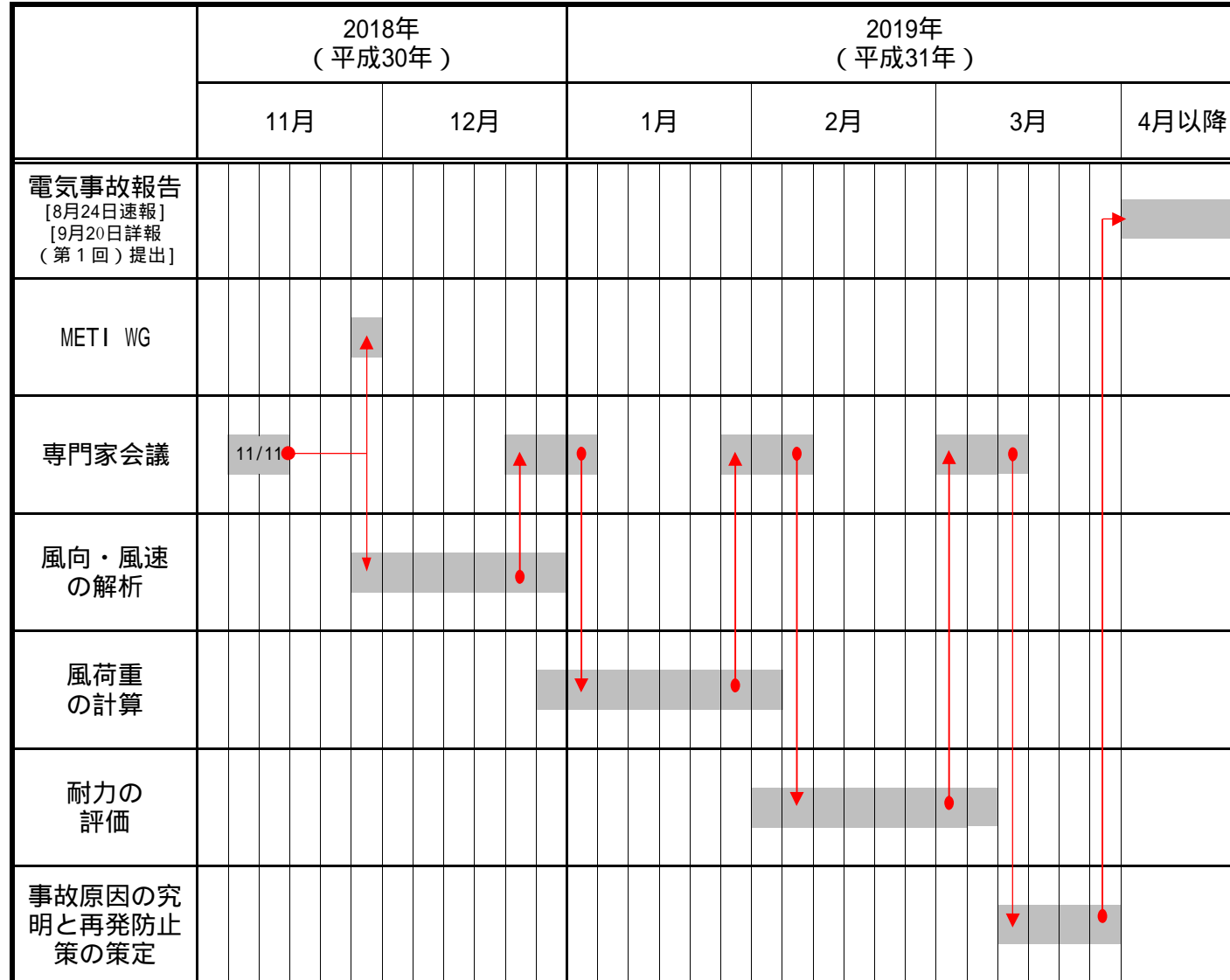


図3-1 淡路市風車 事故究明及び対策 目標工程

以上