

# 串崎風力発電所 風車破損事故 に関する報告

平成30年1月26日  
鎮西ウインドパワー株式会社

1

## (1)-1 火災事故の概要(サイト・設備概要)

### 1.1 サイト概要

所在地 : 佐賀県唐津市鎮西町串661-12  
運営 : 鎮西ウインドパワー(株)(神奈川県横浜市)  
定格出力 : 1,980kW/基×1基  
運転開始 : 2004年1月16日



図1.1 串崎風力発電所所在地

### 1.2 風力発電設備の概要

風車メーカー : Gamesa  
機種 : G80-2MW  
タワー製作 : Gamesa

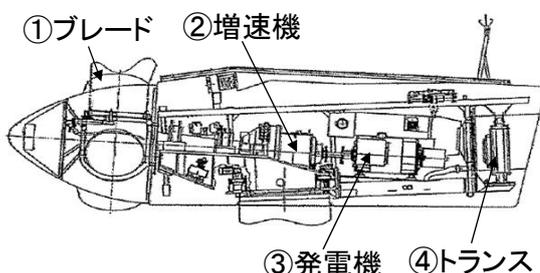


図1.2 風車ナセル内部

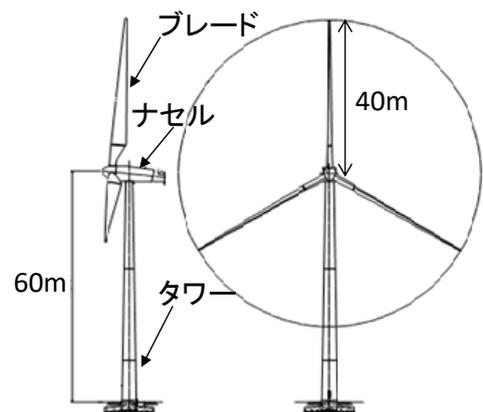


図1.3 風車外形図

2

## (1)-2 火災事故の概要(事故)

### 1.3 事故の概要(2017年8月21日)

- ・遠隔監視により風車停止を確認
- ・メンテナンス受託会社が現地へ直行、警報解除後に風車再稼働
- ・その直後(21日14:52)、ナセル後方トランス室付近で煙/炎発生を確認、消防へ直ちに通報
- ・その後、火炎はナセル本体およびブレードに延焼
- ・22日6:50(16時間後)、鎮火を確認



図1.4 火災事故(発火直後)



図1.5 火災事故(鎮火後)

3

## (2)-1 事故状況(当日の気象・運転状況)

### 2.1 事故発生時の気象状況・風況(唐津市気象台情報)

発生:8月21日      天候:晴れ  
気温:29℃      風速:3.3m/s(現地風速は6~7m/sと推定)

### 2.2 事故発生時の風車の運転状況

14:06      遠隔監視で風車停止を確認  
14:26      現地到着  
14:26-49   警報をリセット  
14:49      再起動(発電機出力は1,200kW)  
14:50      “EM5012 エラー”発生により風車停止  
14:52      “EM309 煙検知”を確認  
            風車本体からの火災を目視確認  
14:56      消防に通報

4

## (2)-2 事故状況(損傷状況①)

### 2.3 火災による損傷状況(図2.1)

#### <タワー>

- ・トップタワーの一部が延焼(図2.2)
- ・トップタワーより下部は損傷無し

#### <ブレード>

- ・FRP製ブレードの一部が焼損、1枚の損傷大(図2.3)



図2.1 鎮火後の風車全景



図2.2 風車本体状況



図2.3 ブレード焼損状況

5

## (2)-2 事故状況(損傷状況②)

#### <ナセル>

- ・FRP製のナセル外装は焼損(図2.4)
- ・ナセル内部は全体的に焼損  
相対的には後部の焼損が激しい(図2.5、2.6)



図2.4 ナセル



図2.5 ナセル前方



図2.6 ナセル後方

6

## (2)-3 事故状況(損傷状況③)

### <ナセル(続き)>

- ・ナセル前方に配置されている機械部品(増速機等)の損傷程度は小さい(図2.7)
- ・制御盤、モーター、トランス等の電気部品は樹脂やアルミ製部材の一部が焼損  
制御盤内部のケーブルの被覆や樹脂製の部品はほぼ全焼損(図2.8)

### <ハブ>

- ・ハブ、ノーズコーン本体の外装部は焼損(図2.9)



図2.7 増速機



図2.8 制御盤



図2.9 ハブ・ノーズコーン

7

## (3)-1 火災発生箇所の推定

構成機器の実機確認を実施、火災原因について調査した。

### 3.1 発電機(図3.1)

- ・故障箇所(電気/機械)無し、均一に焼損
- ・局所的に焼けた痕跡は無し

### 3.2 機械ブレーキシステム(図3.2)

- ・ブレーキシステムとディスクに過熱の痕跡無し

### 3.3 ギアボックス(増速機)(図3.3)

- ・冷却装置や冷却配管は火災による損傷も程度は大きくなく、
- ・機械的な故障を示す痕跡無し



図3.1 発電機



図3.2 機械ブレーキシステム



図3.3 ギアボックス

8

## (3)-2 火災発生箇所の推定

### 3.4 油圧ユニット(図3.4)

- ・火災の火元に関する痕跡は無し

### 3.5 メインシャフト(図3.5)

- ・機械的なコンポーネントであり、摩擦による過熱痕は無し

### 3.6 ナセル制御盤(図3.6)

- ・内部には樹脂製部品が多数あり、火災により焼損
- ・後方ほど損傷程度大、局所的に焼けた痕跡は無し

### 3.7 ナセル制御盤(裏面)(図3.7)

- ・火災の火元に関する爆発や過熱の痕跡無し



図3.4 油圧ユニット



図3.5 メインシャフト



図3.6 ナセル  
制御盤(表面)



図3.7 ナセル  
制御盤(裏面)

9

## (3)-3 火災発生箇所の推定

### 3.8 トランス

- ・コイル、低圧ケーブル、高圧接続部

火災により損傷していたが、火災原因となりうる痕跡は無し

- ・デルタ結線用ロッド

破断箇所ありも、断面形状から火災中の機械的応力と判断(図3.8)

- ・ヒューズ

W/V/U相各々の690V、480Vヒューズ\*のうち、

U相690Vヒューズ(図3.9)に注目すべき痕跡あり

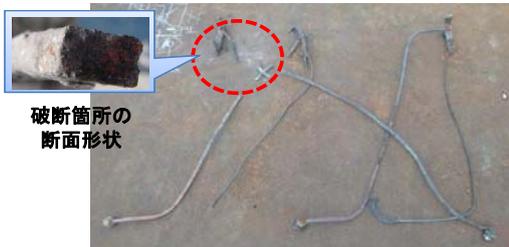


図3.8 デルタ結線用ロッド

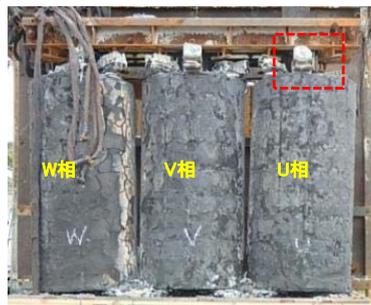


図3.9 トランスU相ヒューズ位置

\*変圧器の低圧側には  
690Vと480Vの回路あり  
690Vヒューズ: 発電機の  
固定子側の回路保護用  
480Vヒューズ: 発電機の  
回転子側の回路保護用

10

### (3)-4 火災発生箇所の推定

U相690V上部アルミバーが焼損していることを確認(図3.10、3.12)

※W相、V相690Vのアルミバーは両側残存(図3.11)

実機調査から

**『トランスU相690Vヒューズが火災発生箇所』**であると推定

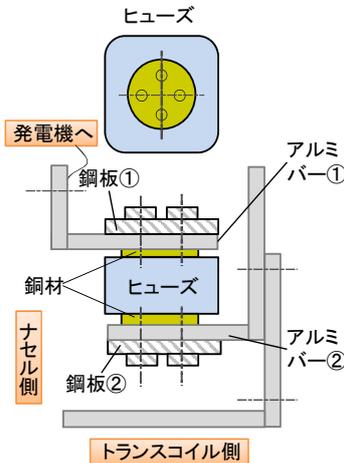


図3.10 690Vヒューズ構成



図3.11 V相690Vヒューズ

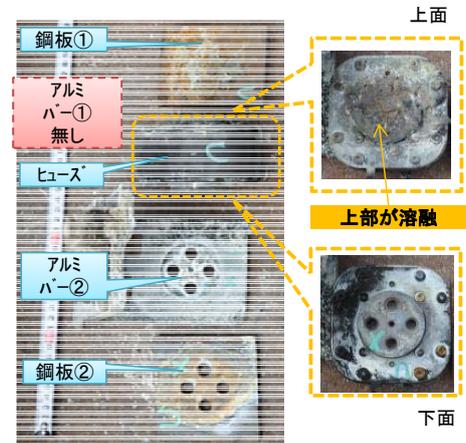


図3.12 U相690Vヒューズ

### (4)-1 火災発生原因の推定

#### 4.1 火災発生メカニズム(図4.1)

トランスU相690Vヒューズにおける発火メカニズムを以下推定

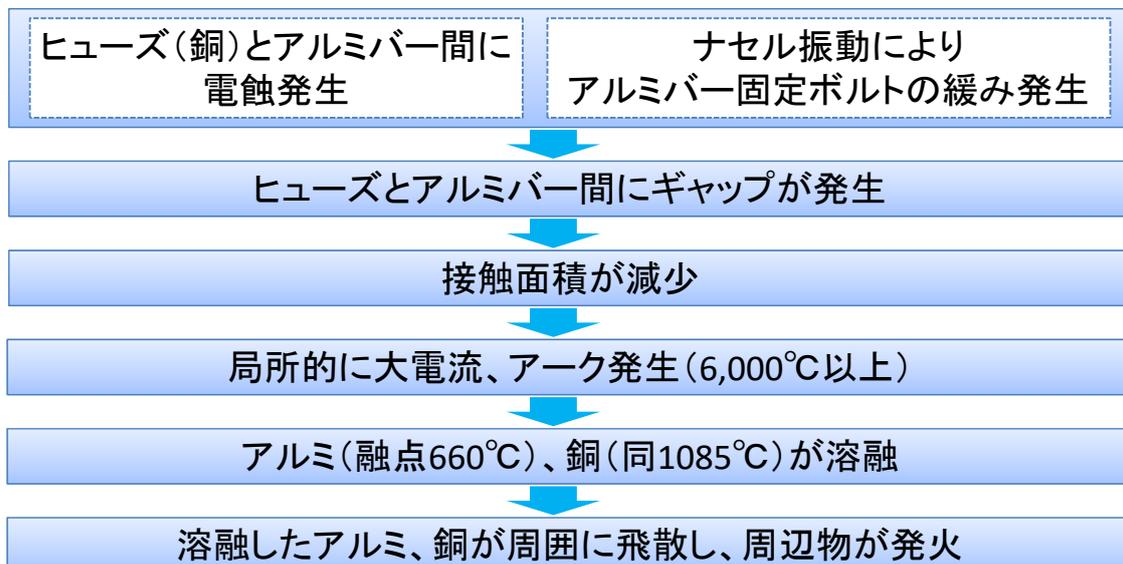


図4.1 火災発生メカニズム(推定)

## (4)-2 火災発生原因の推定

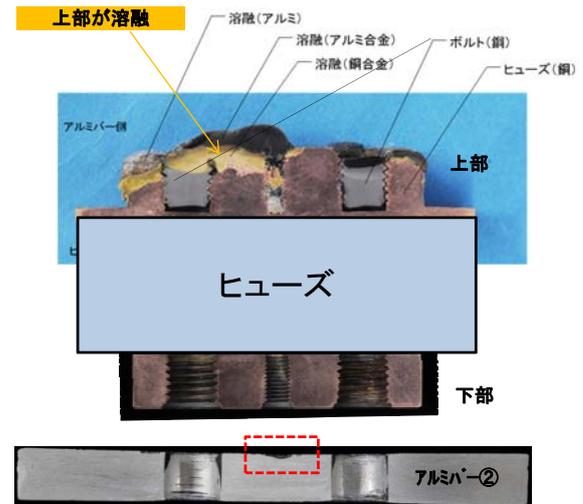
### 4.2 ヒューズ分析結果

溶融したU相690Vヒューズの分析を実施

#### ①ヒューズ

切断したヒューズの断面マクロ組織観察を実施(図4.2)

- ・U相690Vヒューズ上部の断面は、下部断面との比較から溶融していることが明らか
- ・アークはヒューズ上部左端で発生、その熱により、アルミ及び銅が溶融したと推定



(図3.10 A-A断面)

図4.2 U相690Vヒューズ  
・アルミバー②断面

13

## (4)-3 火災発生原因の推定

#### ②アルミバー

- ・ヒューズ上部のアルミバー①は焼損
- ・下部のアルミバー②の代表点E1/E2/E3に対して、EDX定性分析を実施(図4.3)
- ・以下を主に検出(図4.4)
  - E1: Al O Cu
  - E2: Al O
  - E3: Al
- ・E1、E2からはOが検出  
⇒ 酸化物の存在から、腐食発生と推定
- ・E1ではCuが検出、ヒューズが溶融と推定



図4.3 アルミバー② 表面

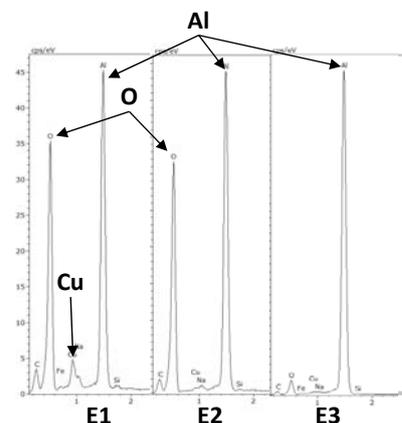


図4.4 EDX分析結果比較

EDX\* (Energy Dispersive X-ray Spectroscopy) 定性分析

\*電子線照射により発生する特性X線をエネルギーで分光することで、元素分析や組織分析を行う

14

## (4)-4 火災発生原因の推定

アルミバー②の断面マクロ組織観察を実施

- ・表面には深さ0.1～1mm程度の腐食が点在(図4.5)
- ・腐食が見られない箇所は160mm<sup>2</sup>(全体1,990mm<sup>2</sup>の8%)  
⇒ 表面積92%にあたる箇所が腐食と確認
- ・本結果より、焼損したアルミバー①でも②と同等以上の腐食が発生と間接的に推定

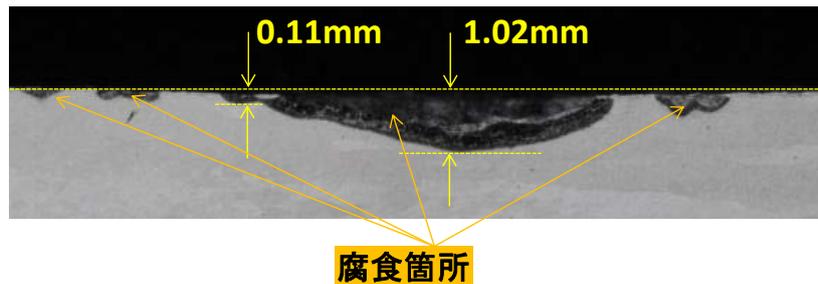


図4.5 アルミバー② 断面マクロ組織観察  
(図4.2 赤破線部拡大)

15

## (5)-1 考察

本調査から、電気関係報告規則の解説の原因分類表に基づき「腐しょく-化学腐しょく」「保守不備-保守不完全」が原因と判断した。

### 5.1 技術的要因

- ・『トランスU相690Vヒューズでのアーク発生』が直接的な原因
- ・風車メーカー(Gamesa社)SVによる現地実機視察  
原因に関する検討の結果は鎮西WPの見解と同一
- ・アークを誘発したギャップ発生の原因は
  - ①異種金属間の電蝕、②振動による固定ボルトの緩み
  - ①:ヒューズ断面のマクロ組織分析結果から腐食生成物を確認、化学的なデータにより証明
  - ②:トランスが焼損していることから、特定には至らず

16

## (5)-2 考察

### 5.2 運用上の要因

- ・以下が間接的影響を与えた可能性あり
- ①2007年に「該当ヒューズ接続バーの有償材質変更を推奨」する連絡をGamesa社より受けた。しかし、推奨であり必須でないこと、トランスを取り外して工場へ送って改造する必要があつて費用が高額であることから、交換に踏み切れず。
  - ②該当部は、ヒューズ交換時のみの点検(前回:2011/01、箇所:V相690Vヒューズ、理由:経年劣化によるヒューズ断と判断)であり、有償交換未実施の判断後も点検回数を増やすといった予防保全が不十分
  - ③風車運転データの記録PC(タワー1Fに設置)が火災発生の10日前に故障、部品手配中ではあったものの、データを記録できない状況で運転を継続

17

## (6)-1 対策

今回の対策は以下とする。

### 6.1 技術的対策(図6.1)

- ①ヒューズ接続バーの材質変更
  - ・バーの材質をアルミから銅に変更、電蝕発生を防止する。
  - ・クラッド材(アルミ-銅)の挿入  
ヒューズと直接接触しない、アルミと銅の固定箇所にはクラッド材(アルミ-銅)を挿入し、固定する。

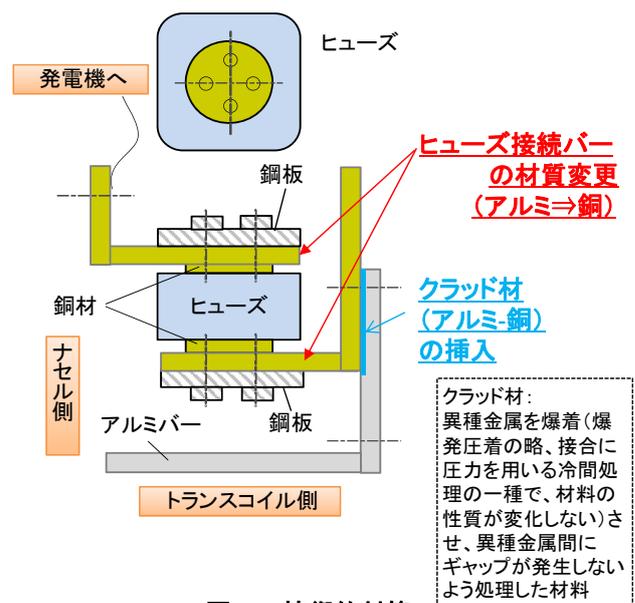


図6.1 技術的対策

18

## (6)-2 対策

### 6.2 運用上の対策

- ①メーカ有償交換推奨時の対応改善  
対応を前提とするが、資金面で対応できない場合は代替案を検討
- ②自主点検項目の追加
  - ・トランスヒューズ固定ボルトの定期的な緩みチェック
  - ・接続バーとヒューズ接触面の目視チェック
  - ・点検頻度は1ヶ月毎を原則、点検状況結果を確認した上で頻度の見直しを検討
- ③風車運転条件の再徹底
  - ・風車運転データが記録できない場合には、「運転を停止した上で速やかに復旧を行う」旨を再徹底する。

19

## (7) 今後の方針

以下選択肢における事業性検討を実施し、今後の方針を決定する。  
(方針決定時期は2017年度末)

- ① 設備復旧  
Gamesa同型機種による事業継続
- ② 事業再立上  
新規FITで今後20年間の事業運営
- ③ 事業撤退

20

## (8)-1 まとめ

鎮西ウィンドパワー(株)串崎風力発電所で、2017.8.21に発生した風車破損事故の原因は、以下と推定

### ①『ナセル後部のトランスU相690Vヒューズでのアーク発生』 (技術的要因)

- ・アークを発生させたギャップの発生原因は「異種金属間の電蝕」、「振動により発生した固定ボルト緩み」の可能性あり
- ・焼損したヒューズの分析結果より腐食生成物が確認され、「電蝕の発生」の科学的裏付けが得られた。

21

## (8)-2 まとめ

### ②『トランスヒューズ部分に関する定期的な点検の未実施』 (運用上の要因)

- ・2011年にGamesa社よりヒューズ接続バーの有償材質変更の推奨する連絡があったが、推奨であり必須でないこと、費用が高額であったことから交換は実施せず。
- ・未交換判断後も、ヒューズ交換時以外の定期的な点検を実施できていなかった。

今回の事故原因を鑑み、技術的にはヒューズ接続バーの材質変更(バー材質を銅へ、クラッド材の挿入)、運用上はメーカー有償交換推奨時の対応改善、自主点検項目の追加、オペレーションマニュアルの改善を対策とした。

22

## 謝辞

---

このたびの火災事故では、地元の皆様、漁業関係者の皆様、唐津市を始めとした行政の皆様、消防及び警察関係者の皆様、に多大なるご迷惑をおかけし、大変申し訳ございません。

今回の反省を今後に生かしていく所存です。

大変恐縮ですが、引き続きのご指導、ご協力の程、よろしくお願い致します。