

太鼓山風力発電所及びウインドパーク笠取風力発電所での風車落下事故を踏まえた主な設置者及び風車メーカーに対するアンケート調査結果の概要について

平成25年3月に発生した太鼓山風力発電所における風車落下事故及び同年4月に発生したウインドパーク笠取風力発電所における風車落下事故について、同種の事故の発生を予防するための具体的な措置を検討するため、一般社団法人日本風力発電協会の協力の下、7月10日付けで安全対策の状況に係るアンケート調査（※1）を実施し、国内主要設置者10社及び主要風車メーカー9社（※2）から回答を得たところ。

調査結果の概要については、以下のとおり。

- （※1）アンケート調査については、アンケート調査時点における事故調査状況（事故原因及び再発防止対策）を踏まえて作成した質問項目に対し、回答者から自由に回答いただく方法で調査を実施。調査結果の各項目については、回答の記載内容から類型化できる主なものを整理して記載。各項目には同一者による複数回答が含まれている。
- （※2）一般社団法人日本風力発電協会における2012年末での国内導入実績の上位会員企業から選定した（それぞれの事故発生に直接関わる設置者及び風車メーカーは対象外）。なお、風車メーカーの中には、現在自社では製造をしておらず、既に設置済みの風車の保守や合併した他社の風車の販売と保守のみを行っているメーカーも含まれている。

1. 調査結果の主な概要)

(1) 事故を受けた対応状況

- ・ 風車落下事故に対する設置者及び風車メーカーの取り組み状況については、一部事故原因究明中であったが、概ね、設置者を中心に、事故調査の進捗状況を注視し、事故発生部位等に対する点検等の実施や、その強化検討している状況の回答となっている。

2. 太鼓山風力発電所関係

太鼓山風力発電所における事故では、風況の厳しさにより、タワートップフランジ廻りの金属疲労やナセルとタワートップフランジを接続するボルトの折損等が疑われる事象が確認されている。このため、風車の選定の際の現地環境条件（風乱等の評価）の扱いやナセルとタワートップフランジの接続ボルトの折損等について調査したところ、以下の回答であった。

- ・ 設置者が風車を選定する段階においては、風況等の現地環境条件や設置者の要求仕様を風車メーカーと情報共有し、配慮しているとの回答であったが、一部乱流の厳しいサイトでは頻繁に接続ボルトの破断や緩みがあったとの回答があった（確認後速やかに対応）。

3. ウインドパーク笠取風力発電所関係

ウインドパーク笠取風力発電所における事故では、ブレードのピッチ制御に関わる不具合が風車の過回転を招いていることから、風車の安全上重要な部分であるブレーキ部材の摩耗や管理値外れといった不具合の発生状況や、過回転を防止する機能の確保について調査したところ、以下の回答であった。

- ・ ピッチモータブレーキ制御に係る安全上の不具合は生じていないとの回答が多かった。なお、一部の事業者において不具合の発生の回答があったが、これらの不具合については、警報により風車停止を行い、部品交換等の対応を行っており、予防保全対策として有効な知見を得た場合には、他サイトに対し水平展開しているとのことであった。
- ・ ウインドパーク笠取風力発電所の事故に対しては、安全上重要な機能について、風車メーカーは風車のブレーキ部分等の構造や制御機能の違いを理由に、新たな安全確保の取組は不要としている回答が多かったが、過回転の防止には、制御機能を多重化することが有効であるとの回答も多く寄せられた。

(参考)

I. 太鼓山風力発電所事故関係

【設置者からの回答】

1-1 同種の事故が発生しないよう、具体的に取り組んでいることはあるか

- | | |
|-------------------|----|
| ・臨時点検実施 | 5社 |
| ・定検時に点検項目を追加して実施 | 3社 |
| ・設置時の点検記録を確認 | 1社 |
| ・特に無し（現状の点検内容で対応） | 2社 |

1-2 新たな対策を講じているか又は検討しているか

- | | |
|--|----|
| ・必要に応じて非破壊検査を実施 | 3社 |
| ・点検回数又は項目の増加 | 2社 |
| ・定期点検項目にボルトの状態を追加する | 1社 |
| ・風況（乱流）の厳しい箇所を再調査又は風車に影響を与える乱流発生地点には風車を配置しない | 2社 |
| ・事故原因が究明された後、対策を検討予定 | 1社 |
| ・特に無し | 4社 |

(現地条件を前提とした適切な風車の選定について)

2-1. メーカー及び風車の選定要件と選定時のメーカーとの重点協議事項

- | | |
|-----------------------------------|----|
| ・現地風況(極地風速、年平均風速、乱流強度、IECクラス)、落雷他 | 8社 |
| ・乱流が強い場合は出力制限運転等を協議 | 2社 |
| ・メーカーの保守体制、保証条件、機器特性 | 1社 |
| ・運転実績、故障履歴、耐久性 | 1社 |
| ・情報無し（中途購入） | 1社 |

2-2. 選定した風車の性能確認

- | | |
|--------------------------------|----|
| ・メーカーからの情報（風条件、雷撃対策）を確認 | 4社 |
| ・メーカーによる機能・性能確認 | 2社 |
| ・風車の適合性を確認できないメーカーの風車購入除外 | 1社 |
| ・法令（電気事業法、建築基準法）、IEC規格への適合確認 | 4社 |
| ・運転開始後、稼働率等の検証 | 1社 |
| ・立地点の風況等が風車の許容範囲であるかを確認、地形等を考慮 | 2社 |

したシミュレーションの実施

- ・ 情報無し（中途購入） 1 社

2－3．メーカーとの協議事項は、全て風車の選定・建設計画への反映されたか

- ・ 基本的に全て反映された 7 社
- ・ 選定・計画時での反映は無いが、協議の中で適切性を確認 1 社
- ・ 出力制限は運開後の乱流強度等に応じて調整することもある 1 社
- ・ 情報無し（中途購入） 1 社

2－4．風車への要求仕様及び協議事項に対するメーカーでの管理を確認したか

- ・ 各段階の検査（立会など）にて確認 4 社
- ・ I E C 規格準拠のエビデンスを確認 1 社
- ・ 試運転により異常無く運転できることを確認 2 社
- ・ ユーザーが風車の部品レベルまで確認することは困難 1 社
- ・ 情報無し（中途購入） 1 社

2－5．環境条件を踏まえた保守点検項目に関するメーカーとの協議や、留意点は何か

- ・ 協議している。メーカー意見を参考に出力制限等を実施 2 社
- ・ 協議していないが、メーカー提示項目には環境条件を加味したものと認識。運転状況により改訂 5 社
- ・ メーカー推奨の点検項目で実施 2 社
- ・ 受雷後のブレードや制御機器の絶縁性能に留意 1 社

2－6．意図したとおりの稼働状況を示しているか

- ・ 想定通りの稼働状況 6 社
- ・ 乱流の影響等により、想定を若干下回る 4 社

（安全上重要な部分の安全性確保について）

3－1．経年劣化に対する支持物の構造上の安全の確保に向けた取り組み

- ・ 劣化診断、定期的又は必要に応じた非破壊検査の導入 3 社
- ・ 点検頻度を増やす 1 社
- ・ 現状の点検の実施で問題無し 5 社
- ・ 原因究明を待って対応 1 社

3－2．タワートップフランジと風車とを接続する固定ボルトの安全確認は、支持物側か風車側か

- ・両方で確認 2 社
- ・支持物側 7 社

3－3．厳しい風況により、タワートップフランジと風車の接続用ボルト等の破断や金属疲労が疑われる現象が観察されているが、接続用ボルトの破断や想定を超える緩み等の現象が起きたことがあるか

- ・特に無し 6 社
- ・複数のサイトでボルトが全数緩みヨーギアの動きによりボルトが破断又は/特定のサイトで数年置きに破断や緩みを確認（確認後すぐに対応） 1 社
- ・タワーとタワーとの接続ボルト 3 本に伸びを発見（確認後すぐに対応） 1 社
- ・許容範囲内での緩みは発生 1 社
- ・乱流のきついサイトでのヨーギアが頻繁に故障 1 社

3－4．タワートップフランジと風車の接合部付近の鉄骨溶接部の点検を、定期保守点検項目に含めているか

- ・目視点検等を含めている 9 社
- ・構造が異なり不要 1 社

【風車メーカーからの回答】

（事故に対する取り組み内容）

1－1．同種の事故が発生しないよう、具体的に取り組んでいることはあるか

- ・設計時に風況解析や疲労解析等の実施により安全性を確認 3 社
- ・十分な実績があり同様の事象は起きないが、定期的な点検を実施 4 社
- ・タワー部設計に関し関連法規に鑑み実施 2 社
- ・特に無し 2 社

1－2 新たな対策を講じているか又は検討しているか

- ・風荷重と疲労損傷度の解析の徹底 1 社
- ・クラック等の目視検査及び接合ボルトの締結状況確認をユーザーへ注意喚起 1 社
- ・現在のプロセスを再徹底 1 社
- ・特に対策を要しない 6 社

（現地条件を前提とした適切な風車の選定）

2－1．風車の選定にあたり、環境条件を基に設置者と重点的に協議した事項

- ・立地点の風環境条件（極地風速、乱流等）及び雷条件 9 社

- ・ 周囲環境（サイト周囲における建築物等の離隔距離） 1 社
- ・ 年間推定発電量とコスト 1 社

2－2．風車の安全上、特に重要な機器について、設計・製造管理上、準拠基準・規格類が定められたものがあるか。それらの基準類への適合確認方法

- ・ I E C 規格等や国内法規に準拠 7 社
- ・ 設計段階における第三者機関による認証 4 社
- ・ 製造段階における社内検査等 5 社

2－3．選定風車の立地点に適する性能確認

- ・（設計時） 風況分析、空力弾性特性評価等 5 社
- ・（設置時） 工事計画届出、自主検査等 2 社
- ・（設置後） 運転状況の確認、パワーカーブ検証 2 社

2－4．設置者と協議した事項は、風車の選定・建設計画に反映しているか

- ・ 基本的に全て反映 9 社
（反映できないものは設置しない）

2－5．出荷前に、風車が要求仕様に適合していることの確認・検証方法

- ・ 品質管理体制のなかで確認 2 社
- ・ 要求仕様への合致 3 社
- ・ 認証取得にて確認 2 社
- ・ 工場試験成績書の確認及び工場立ち会い 2 社

2－6．立地点の環境条件を踏まえた保守点検項目の事業者への提言及び留意点

- ・ 機種毎に点検項目が決まっており環境条件を踏まえ保守点検項目の変更しない 5 社
- ・ サイト状況に応じ、定期点検項目を調整することもあり 4 社

2－7．技術基準適合性についての事故発生前後での考え方の変化

- ・ 適合性の考え方に変化は無い 9 社

3－1．経年劣化に対する支持物の構造上の安全確保について、具体的に取り組むこと

- ・ 当面定期的な点検を推奨 1 社
- ・ 既存の定期点検での目視検査等の強化 2 社

- ・使用者との連携 1 社
- ・特になし 4 社

3－2．タワートップフランジと風車とを接続する固定ボルトの安全確認は、支持物側か風車側か

- ・両方で確認 2 社
- ・支持物側 7 社

3－3．接合用ボルトの破断や想定を超える緩み等の現象が起きたことがあるか

- ・不具合の事例なし 7 社
- ・メンテ不適切による設備にてボルトの緩みを確認 1 社
- ・定期点検時にボルトの緩みや損傷を確認した事例有り 1 社

3－4．タワーとナセルの接合部付近の溶接部の点検を、定期的実施すべきであると判断される風車があるか

- ・検査の必要性無し 9 社
- ・既に定期点検項目に有り 3 社
- ・今後は定期点検実施の推奨を検討 1 社

II ウインドパーク笠取発電所事故関連

【設置者からの回答】

(事故に対する取り組み内容)

1-1. 同種の事故が発生しないよう、具体的に取り組んでいることはあるか

- | | |
|---------------------|-----|
| ・ 臨時点検実施 | 4 社 |
| ・ 定検時に点検項目の追加や頻度の増加 | 3 社 |
| ・ 特に無し（現状の点検内容で対応） | 3 社 |

1-2 新たな対策を講じているか又は検討しているか

- | | |
|--------------------------|-----|
| ・ 点検項目の追加・見直し及び点検頻度の増加 | 6 社 |
| ・ 過回転防止機能等の追加（WP 笠取事故対応） | 1 社 |
| ・ 風車購入時に主要部品の信頼性を確認 | 1 社 |
| ・ 現行の枠組み内で検討 | 1 社 |
| ・ 特に無し | 2 社 |

(安全な風車の選定（ブレードのピッチブレーキ制御に係る安全性確認）)

2-1. 風車の選定にあたり、選定基準が変わったか

- | | |
|--------------------------|-----|
| ・ 変わらない | 4 社 |
| ・ 変わった（ピッチ制御系を追加） | 1 社 |
| ・ 変わった（乱流強度による性能など確認） | 1 社 |
| ・ 新たな基準を検討 | 2 社 |
| ・ メーカーの品質管理状況を確認 | 2 社 |
| ・ フェールセーフ機能の更なる重要性を持った選定 | 1 社 |

2-2. 安全上重要な部位についてメーカーとの認識の共有及び安全上重要な部分の認識

- | | |
|---------------------------------|-----|
| ・ メーカーと認識を共有できている（一部共有を含む） | 8 社 |
| ・ メーカー任せ | 1 社 |
| ・ ピッチモータ使用機種はピッチモータブレーキやバッテリー | 8 社 |
| ・ ピッチ油圧制御機種はアキュムレーターやバルブ及び油圧ホース | 8 社 |
| ・ ストール機種はチップブレーキ動作やディスクブレーキ | 1 社 |

他多数

2-3. 使用前自主検査等で「安全上重要な部分」に係る安全性を確認していますか

- ・使用前自主検査時（ただし耐久性に関する部分は困難） 9社
- ・社内検査時 1社

2-4（ア）. ブレーキ保持力の低下などの安全上の不具合が生じたことがありますか

- ・ピッチモータ廻りの不具合なし 6社
（メンテナンスフリーとしてブレーキギャップの点検不実施も含む）
- ・ピッチモータブレーキに不具合が発生したが警報により運転停止、部品交換 1社
- ・ピッチ油圧について、アキュムレーターの破損が一部で時々発生 1社
- ・スプラインをSUSに交換（WP笠取事故対応） 1社
- ・ピッチモータブレーキが開放できなかった 1社
- ・ピッチバッテリー異常が複数回発生 1社

2-4（イ）. その場合、どのような対策を講じているか

- ・ブレーキディスク点検 2回／年測定、交換 1社
- ・ブレーキパッド 定期点検時に測定、交換 1社
- ・水平展開実施又は予定 3社

2-5（ア）. 設置者における点検等はどう行われているか

- ・安全にかかわる重要部分は定期点検毎（2回／年）に実施 3社
- ・メーカーからのマニュアルや研修により実施 2社
- ・安全上重要な部品は、定期的（1～2年に1回等）に点検 1社
- ・警報発報時等に点検 2社
- ・メーカーからは定期的に点検・測定・確認するよう指示 1社
- ・メンテナンス会社による定期点検 1社
- ・メーカーからはメンテフリーと提示されており点検不実施 1社

2-5（イ）. 点検頻度等を高めれば予防措置が十分可能と考えられるか

- ・点検頻度等を高めれば予防措置が十分可能 6社
- ・いくらか効果が上がるが、十分でない 1社
- ・点検頻度等を上げてても予防効果は変わらない 1社

（安全上重要な部分についてメーカーからの提案）

3-1. 風車メーカーから提案された取り組みはあるか

- ・メーカーから提案有り 3社

- ・メーカーからの提案無し 4社
- ・メーカーの説明等により、新たな取り組み不要と判断 2社

3-2. 風技・解釈への適合性

- ・適合している 9社
- ・複数の安全機能の設置が望ましい 2社
- ・フェールセーフ機能の確実な確認 1社
- ・機械的にロックするなどの安全機能の追加、新設だけでなく遡及すべき 1社
- ・電源喪失と過回転への対応が必須 1社

【風車メーカーからの回答】

(事故に対する取り組み内容)

1-1. 同種の事故が発生しないよう、具体的に取り組んでいることはあるか

- ・安全機構・材質が異なるため、同様の事象は起きない 4社
- ・定期点検時の注意喚起等の実施 3社
- ・特段の取組みは不要 2社
- ・特に無し 2社

1-2. 新たな対策を講じているか又は検討しているか

- ・ピッチモータブレーキの定期点検を強化 1社
- ・設置者への注意喚起 1社
- ・点検要領書におけるピッチブレーキの点検頻度の増加 1社
- ・現状のプロセスで問題無し 6社

1-3 (ア). ブレードのピッチ制御は、日本製鋼所社製風車と比べ、基本的構造が異なるか。

- ・基本的に同種か類似 5社
- ・駆動装置は同種だが、モーターが異なる 2社
- ・駆動装置自体が異なる 2社

1-3 (イ). 異なるとすればどういった部位が異なるか

- ・ピッチブレーキはダイレクトドライブ・電磁式 6社
- ・ピッチブレーキは機械式ブレーキ 1社

- | | |
|--------------|-----|
| ・ピッチブレーキは油圧式 | 2 社 |
|--------------|-----|

1－3（ウ）．安全上重要な部分で構造が異なるものはどこか

- | | |
|------------------------|-----|
| ・キー接合のはめ合い（摺動でない） | 1 社 |
| ・電磁ブレーキで、摺動による摩耗抑制 | 1 社 |
| ・過回転防止機能は二重化（多重化）されている | 2 社 |

1－4．ピッチモータブレーキ等安全上重要な部分と考えられる部位について、自社の設計製造品か又は部品メーカーからの購入品か
--

- | | |
|------------------------|-----|
| ・調達品のピッチ機構（全て調達品） | 7 社 |
| ・調達品のピッチ機構（重要部分の設計は自社） | 2 社 |

（安全な風車の構造（過回転を防止するための措置））

2－1．日本製鋼所社製風車と比べ、基本的な機能・構造が異なるか

- | | |
|------------------------|-----|
| ・過回転防止機能は二重化（多重化）されている | 3 社 |
| ・軸ブレーキ方式 | 4 社 |
| ・ダウンウインド方式 | 1 社 |
| ・常時アップウインド方式 | 2 社 |

2－2（ア）．安全上重要な部分と考えられる部位について、設置者に対し、当該情報及び必要な点検項目・頻度等に係る情報を提供しているか

- | | |
|--------------------------|-----|
| ・整備情報・取扱説明書・保守点検要領書 | 7 社 |
| ・設置者の技術員に対するトレーニングコースの提供 | 1 社 |
| ・自社で保守点検を実施しており、特に配慮なし | 1 社 |

2－2（イ）．安全上重要な部分と考えられる部位はどこか

- | | |
|--|-----|
| ・ブレーキ装置 | 9 社 |
| ・過回転検出回路、Safety chain 回路、コンバーター装置等充電回路、他多数 | |

2－3．メーカー検査で安全上重要な部分に係る安全性をどのように確認しているか
--

- | | |
|--------------------------|-----|
| ・動作確認試験 | 5 社 |
| ・出荷前検査 | 4 社 |
| ・部品メーカーの自主検査、風車メーカーの受入検査 | 1 社 |

2－4．設置者における使用前自主検査で安全上重要な部分の安全性を確認することにより、今回発生した事故を予防することが可能と考えられるか

- ・使用前自主検査では予防不可能又は困難 6 社
- ・使用前自主検査では予防効果は小さい 3 社
- ・機種や経年に応じた定期点検が重要 3 社

2－4．設置者における使用前自主検査で安全上重要な部分の安全性を確認することにより、今回発生した事故を予防することが可能と考えられるか

- ・ブレーキ保持力の低下等の事象なし 6 社
- ・ピッチモータブレーキの不具合等は有り 2 社

3－1．点検履歴は維持しているか

- ・自社点検分については、点検履歴は風車メーカーが保管 7 社
- ・事業者が保管 1 社

3－2．設置者に対し当該部分における必要な点検内容等をどう提供しているか

- ・点検マニュアル及びチェックシートを提供 6 社
- ・定期的なオーバーホール整備を要求（定期的な点検は不要） 1 社
- ・部品メーカーからはメンテフリー扱いのため提供情報なし 1 社
- ・特に提供していない 1 社

3－3．今般の事故のような摩耗の状況や、ブレーキギャップの不具合等は、点検頻度等を高めれば、予防措置が十分可能と考えられるか。

- ・点検強化（点検頻度を高める等）は予防措置に十分なり得る 4 社
- ・予防効果は上がるが稼働率の低下を踏まえ適切な設定が必要 1 社
- ・予防措置として有効だが頻度を特定するためには十分なデータが必要 1 社
- ・十分ではないが可能 1 社
- ・現状で十分 1 社

4－1．再発防止のために日本製鋼所が今後行うとする取組みと同種の取組みについて、既に行っていますか

- ・既に同様の機能を有している 4 社
- ・定期的確認作業の追加を検討中 1 社
- ・関係部門と協議中 1 社
- ・特に無し 3 社

4－2．風車メーカーから設置者に提案した取組みはあるか

- ・定期点検時の追加点検の実施を推奨 2 社

- ・設置者からの要請を受けて、点検を提案 2 社
- ・特に無し 5 社

Ⅲ その他

今般の事故を未然に防止するため、必要に応じ規制強化も念頭に対応していくことが必要と考えているが、今後の風力発電に係る安全行政に対する気づきの点について

【設置者からの回答】

- ・風車メーカーに詳細情報の開示義務を負うよう指導して欲しい 2 社
- ・1 メーカーの不具合を受けた規制強化は最小限としていただきたい 1 社
- ・第三者機関によるサイト適合性評価の検討 1 社
- ・他機種への点検指示には具体的な点検内容等を提示して欲しい 1 社
- ・特に無し 4 社

【風車メーカーからの回答】

- ・規制強化は最小限に留めるべき 2 社
- ・国際基準と矛盾しない国内基準整備が先 2 社
- ・事業者単独で対応出来ないことには、行政がサポートを 1 社
- ・特に無し 4 社

以上