

故障・事故ワーキング活動報告の詳細

技術部会 故障・事故ワーキング 加藤 秀樹
イー・アンド・イー ソリューションズ株式会社 環境事業部

1. はじめに

技術部会「故障・事故ワーキング」（以下、故障事故 WG）は風車の利用可能率向上を目的として平成 22 年に活動を開始したワーキンググループです。故障事故 WG は、当初は発電事業者、メンテナンス関連会社、部品メーカー等様々な業種から計 14 名のメンバーに参加いただいてスタートし、その後平成 23 年度には 17 名までメンバーが増え、これにオブザーバ、JWPA 情報技術局スタッフ等を加えた形で、これまでほぼ月に 1 回のワーキング活動を行ってきました。

以下では、故障事故 WG の活動概要とこれまでの成果、今後の活動計画について紹介します。

2. 故障事故 WG の目的と活動方針

本 WG の目的は、風力発電設備の「利用可能率（Availability）」向上であり、その具体的な方策として、風車の故障・事故に焦点を当て、特徴の抽出、傾向の分析等を行い、改善策について取りまとめようとするものです。

また、WG 活動を進めていくに当たっての基本方針としては、以下のように取り決めました。

- ①利用可能率向上の観点から主として風車の故障停止時間の短縮（事後対策）の方策を検討するが、故障発生率の低減（事前対策）についても必要に応じて考慮する。
- ②成果品（最終的なアウトプット）として、利用可能率向上のための対策に関する報告書を作成する。対象は風力発電に関わる全ての関係者（直接的には JWPA 会員の事業者、風車メーカー、部品メーカー等）を想定する。

3. 平成 23 年度の活動概要

主な活動内容は以下のとおりです。

- ①平成 22 年度 WG にて検討した部位毎の故障事故の特徴・対策案をもとに、わが国における風車の故障・事故の実態把握と対策案の充実

を図るため、風力発電事業者へのアンケートを実施した。

- ②海外における風車の利用可能率向上に関するレポートを入手し和訳した。これをもとに故障事故に関する知見、技術動向・最新情報等について討議し、利用可能率向上に資する情報等を取りまとめた。なお、本文書の購入費用および翻訳費用は JWPA の研究開発予算を活用した。

4. 平成 23 年度の活動成果

(1) 保守・点検の実状と対策

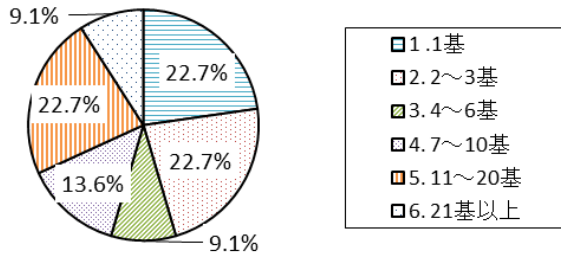
事業者に対するアンケートは、風力発電所運営における問題点と課題を明確にするとともに、停止時間短縮のための具体案を充実させ、「風力発電の利用可能率の向上」に役立てる目的で実施しました。ここでは、平成 22 年度に検討した風車の部位別の対策案について、事業者の視点からの対応可否や各種対策の実施状況、故障事故対応で困っていること、その他の要望などについて意見を頂戴しました。対象とした部位は、「ブレード」、「ピッチ制御装置」、「主軸/ベアリング」、「ギアボックス（増速機）」、「発電機」及び「ヨー装置」の 6 つとし、WG で検討した対策案を示して、それに対する意見を選択式の設問および自由記入欄を設けて伺うという形式のアンケートとしました。

アンケート対象は JWPA 会員の風力発電事業者（風車オーナー）とし、計 56 事業者にアンケート票を発送しました（実施時期：平成 24 年 2 月）。回答数は 22 で回答率は 39.3%でした。なお、回答事業者は小規模事業者が比較的多く、設置されている風車の運転期間は 5～10 年未満が約 6 割となっていました（図 1）。

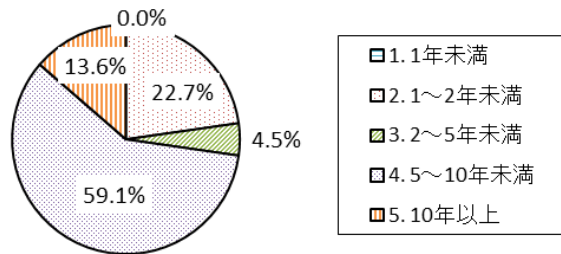
【アンケート結果】

ここでは、代表例としてギアボックスを取り

上げ、アンケート結果とそこから得られた知見等を紹介します。なお、その他の部位は保守・点検の実状について、その概要を紹介するに止めました。



(1) 回答事業者の風車設置基数



(2) 回答事業者の風車運転期間

図1 回答者の属性（風車の設置基数）

◆保守・点検の実状

- ・定常メンテナンス：頻度は、54.5%の事業者が半年に1度実施しており（図2）、方法については75.0%の事業者が、定期的に潤滑油の分析を実施し、分析結果に基づき交換すると回答している（図3）。

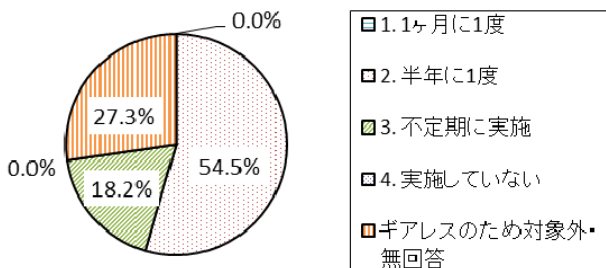


図2 ギアボックスのメンテナンス頻度

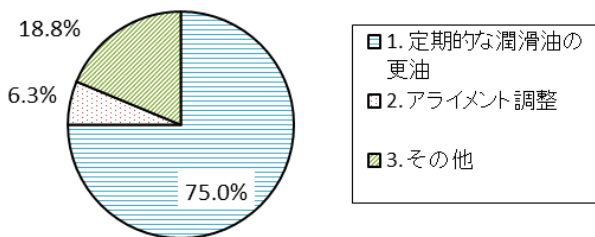


図3 ギアボックスのメンテナンス方法

- ・予防保全：負荷低減対策として、カットアウト風速の低減を31.3%、出力の低減を12.5%の事業者が実施している（図4）。また、異常時の早期発見方法として、振動のモニタリングを68.8%の事業者が実施している（図5）。

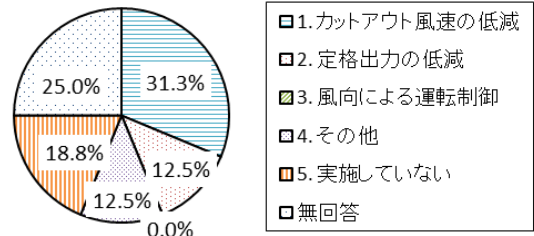


図4 ギアボックスの負荷低減対策

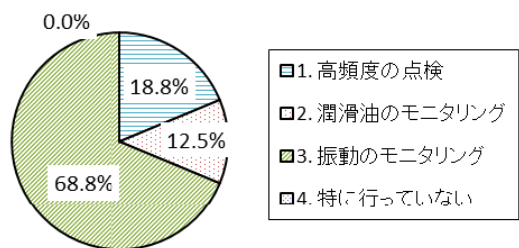


図5 異常時の早期発見方法（ギアボックス）

- ・補修：修繕（部品交換）のための独自の工法・工夫を取り入れている、あるいは部品単位で交換可能との回答が56.3%であったが、異常時の交換判断基準については、基準なしが75.0%であった。

◆得られた知見や有効な対策例等

- ・ギアボックスの定常メンテナンスでは、潤滑油にて管理するケースが多く、異常時の早期発見では、振動値にて管理するケースが多い。
- ・ギアボックス異常時の交換判断基準として、以下のコメントがあった。
 - ①増速機からの異音、フィルターの鉄粉濃度を踏まえ、交換の可否を判断。
 - ②ファイバースコープによる内部点検、鉄粉分析、振動箇所確認等で、損傷部位を特定し、ナセル内補修可能範囲か判断。

また、他の部位に関してアンケート結果から得られた知見や有効な対策案、その他コメントを列記する。なお、これらの詳細については、平成23年度成果発表会資料（JWPA ホームページの会員専用ページからダウンロード可能）を参照されたい。

○ブレード

- ・ブレード損傷の判断基準について、メーカー及びメンテナンス会社の判断基準が明確でないため、補修の要否が判断しにくいと回答した事業者が多く、統一基準もしくは、メーカー別の基準が必要であるとの回答が寄せられた。
- ・耐雷性能をアップさせる為、銅キャップ、導電性塗料、外周導体の取り付け等の技術が一部で採用あるいは検討されている。
- ・レセプター等による落雷の捕捉率について、より詳細に検討すべきであるとの意見も寄せられた。

○ピッチ制御装置

- ・部品在庫に関して、主要部品を常備しているところがある反面、部品在庫をしていないところは、半数と多い。
- ・部品在庫を常備していないと回答した事業者のうち、同型風車を保有している事業者間で、共同で部品の持ち合いをしたい事業者が半数以上いることが判った。

○主軸/ベアリング

- ・排出グリスの鉄粉濃度チェックが実施されている。
- ・中小型の風車においてはオートグリーサーの導入が検討されている。
- ・主要部品をストックしていないという回答が他の部位に比較して多く、同型風車間でのストック共有が特に強く要望されている。

○発電機

- ・多くの事業者で何等かの点検が実施されているが、コイルの予防保全対策については実施率が低く、診断技術についても事業者でまちまちである。
- ・実施されている診断技術は、次のとおり。
①絶縁抵抗測定、②直流吸収試験、③部分放電試験
- ・メンテナンス会社は、(1)診断技術の確立・実施、(2)有事の際の対応スピード、(3)価格の低減、を事業者から求められている。

○ヨー装置

- ・海外製風車のヨー装置交換において、以前は製品を入手するのに時間がかかったが、予備品のストック準備、交換部品の国産化などにより改善されつつある。ただし、風車によってヨー装置がそれぞれ異なる為、少数ロットでの国産化対応が必要である。
- ・同型風車保有サイト間のストック共有が要望されている。

(2) 海外文献による保守・点検の現況紹介

海外における風車の利用可能率向上に関するレポートとして、Wind Energy Update 社が取りまとめた“The Wind Energy Operations & Maintenance Report 2011”を入手して翻訳し、O&Mに関する技術開発動向やO&Mコストに関する知見等について情報収集しました。本レポートは、風力発電機の運転・保守戦略を立てる一助として、世界各地の複数のソースからデータを集め、風力発電機の部品やサブアセンブリーの故障率の傾向と、その結果として生じる停止時間の傾向、O&Mコストの実態、成功事例等を紹介するものです。以下に、このレポートから興味深い内容等を抜粋して紹介します。

【O&Mコストに関して】

- ・風車のO&Mコストは運転期間に対して一定ではなく、年数が経つにつれて増加し、20年の事業期間では平均で253%増加する(運転開始時の約3.5倍になる)。
- ・O&Mコストはサイトによるバラツキが非常に大きいですが、平均値としては\$0.027/kWhまたは€0.019/kWh(例えば設備利用率25%、81¥/\$として2MW風車で960万円/(年・基))である。
- ・O&Mコストは多くの場合当初見積りでは初期投資の総額比で1%程度であるが、実績は平均で3%程度であり、予測よりも長い停止時間となっている影響が大きい。
- ・O&Mのライフサイクルコストは、事後対応の方が事前対応に対して2~3倍かかると推定されており、状態監視(CM; Condition Monitoring)等による予防保全が有効としている。

【ブレードに関するO&M事例等】

- ・GE社ではロボット式のブレード検査機を開

発・利用している。これは、ローターハブの中を覗き、風力発電機群のブレードのそれぞれについてデータの基準線としてマップまたはグリッドを作成するもので、年次検査では、検査機に同じ場所をチェックさせる。年次保守検査が2度ではなく1度でよくなり、O&M費の削減ともなっている。

- ・LM ウィンドパワー社はオンラインで状態監視 (CM) 評価を行うため光ファイバーを使用したシステム (図 6) を採用し、歪・温度・加速度・き裂検出・雷検出の監視を行って O&M コスト低減を図っている。

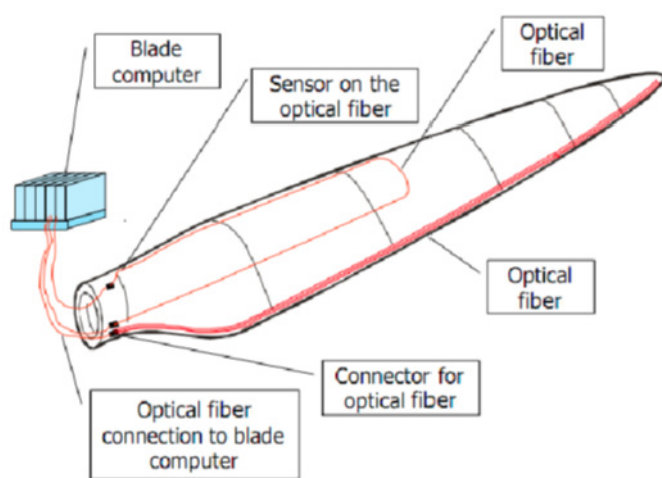


図6 光ファイバーを使用したブレードの状態監視システム (LMウィンドパワー社)

【ギアボックスに関する知見等】

- ・O&M コストに占めるギアボックスおよび潤滑系の比率は全体の約 38%を占め最も大きい。停止時間が長いこと、補修に高コストのクレーンが必要なことが大きな理由である。
- ・ギアボックスの予防保全に CM は極めて有効である。最新式の風車 (オンショア、オフショア) の多くは振動ベースの状態監視を備えているが、CM を正しく運用するためには振動、熱、オイルの不純物等のセンサーを戦略的に配置することが必要である。
- ・振動センサーは最も高価だが最も正確な情報を提供する。ただし、ギアボックスの振動は非常に複雑であり、スペクトル分析の成分を個々の駆動系部品と関連づけ、各測定位置の

適切な周波数帯と警告およびアラームしきい値を設定する必要がある。

5. 平成 24 年度活動計画

当 WG は、今年度も引き続き利用可能率向上のための活動を行います。WG 名称の「故障・事故」という言葉はイメージが悪く後ろ向きな印象がある等の意見を踏まえ、名称を本 WG の目的にあわせて「利用可能率向上ワーキング」に改称することとしました。

今後の具体的な活動としましては、「風力発電利用可能率向上のための対策に関する報告書」(仮題) のとりまとめを最終目標として、以下を計画しています。

- ・アンケート対象の拡張：平成 23 年度実施のアンケートは回答者数が十分とは言えなかったため、アンケート対象を JWPA 会員外の事業者まで含めて実施し、あらためて集計・分析を行う。また、必要に応じてのヒアリング (事業者、メーカー) 等を実施する。
- ・部位別の対策の充実：対策手法・技術の抽出、技術的に可能かの検討をさらに進め、提案した対策案のブラッシュアップを図る。
- ・関連技術、成功事例の紹介：メンテナンスや部品に関する JWPA 会員企業の技術紹介、故障検知・予測等の成功 (先進) 事例について調査する。
- ・海外文献等の調査：海外の O&M 技術動向、対策事例等に関する情報収集を引き続き行う。
- ・洋上風力に関する O&M 関連情報等の調査：先進的取り組みが多い洋上風力における O&M 関連情報の収集、洋上風力における O&M コストの推定等を行う。

6. おわりに

今年度は前項で述べました通り、WG 活動として各種作業・検討をさらに進めていく予定であり、当 WG への積極的な参加や利用可能率向上に資する助言、情報提供等、技術部会会員のみならず、広く JWPA 会員の皆様方のお力をお借りできればと存じますので、ご理解とご協力のほど、よろしく願いいたします。

最後に、紙面をお借りしまして、アンケートにご協力いただいた事業者の方々にお礼申し上げます。