

新エネルギー発電設備事故対応・構造強度ワーキンググループ（第10回）

議事録

日時 平成28年12月9日（金）15:00～17:00

場所 経済産業省別館1階 105共用会議室

議題

（1）最近の風力発電設備における事故の原因検証について

- ① 与那国風力発電所の事故について（継続）
- ② 輪島風力発電所2号機ナセルカバー一部落下（継続）
- ③ 肝付ウインドファームの事故について（新規）
- ④ 南大隅ウインドファームの事故について（新規）

（2）与那国風力発電所の事故を踏まえた審査フローの見直し案の修正について（電安課）

（3）風力発電設備の定期検査制度導入に向けた取組について

- ① 定期事業者検査について（電安課）

（4）その他

議事内容

○後藤電力安全課長 それでは、奥田先生が少し体調が悪く、ご欠席ということでございますが、それ以外は皆様そろっておりますので、始めさせていただきたいと思っております。

電力安全課長の後藤でございます。どうぞよろしくお願いたします。本日は、ご多用の中ご出席をいただき、ありがとうございます。

まず初めに、今回、委員の異動がございます。今回のワーキンググループから、横浜国立大学大学院都市イノベーション研究員の西尾真由子准教授に委員としてご参加いただく

ことになりました。西尾委員は、土木構造工学等に関する研究をご専門にされていると伺っております。

では、一言、西尾委員からよろしくお願いします。

○西尾委員　ご紹介にあずかりました横浜国立大学の西尾と申します。

私は、今は橋を主にして土木構造物の維持管理に関する研究を行っています。既存構造物の信頼性評価をセンサーを用いて実施する等の研究をしています。このような委員会は初めてですので、いろいろ教えていただきながらになりますが、よろしくお願いいたします。

○後藤電力安全課長　西尾委員、どうもありがとうございました。

本日は、安田委員が欠席でございます。また、先ほど申し上げましたとおり、奥田委員より、ご欠席との連絡がありました。10名中8名の委員にご出席をいただいているため、ワーキンググループの定数は達しております。

また、本日は、オブザーバーとして静岡大学大学院工学研究科電気電子工学専攻の客員教授・横山茂様と日本風力発電協会事務局部長の海津信廣様にもご出席をいただいております。

それから、事業者側の説明者でございますが、沖縄電力株式会社様、北陸電力株式会社様、株式会社ユーラステクニカルサービス様、株式会社ジェイウインド様にご出席をいただいております。

それでは、まず初めに、審議官の福島から一言ご挨拶を申し上げます。

○福島審議官　福島といいます。本日もよろしくお願いします。

本日は、風力の事故ということで、継続案件が2件と新規の案件が2件についてのご議論をしていただきます。それから、与那国風力も踏まえた、新しい工事計画の審査フローについて見直しの案をご議論いただくこととなっています。それから、来年の4月から風力発電所についての定期検査が始まりますけれども、それについてのインセンティブの付与ということで、保安の体制等が、立派な方には定期安全管理検査の期間を長くする、そういったことについてのご議論をしていただくことになっております。

今年も台風等の自然災害が多く、地震もありました。今回、台風16号による風力の事故があるとご紹介がありますけれども、まだまだこういった自然災害はあると思いますので、そういった自然災害でもきちんと保安を保てるようなご議論をぜひいただければと思っています。

また、今週は、熊本の地震の関係で水力発電所の議論を別のワーキンググループでさせていただきますけれども、こういった事故の教訓を生かして、今後、事業者の方にどのように保安を維持して頂くことが適切なのかを議論いただきたいと思います。風力については、新設の環境アセスメント申請もかなり多く、大規模風力がこれからどんどんできる予定になっておりますので、事故がなく、近隣住民等に対しても被害を及ぼさないような風力発電についてご議論をいただければと思っています。

本日は、定期検査の議論が中心とお聞きしておりますけれども、ぜひとも活発なご議論を期待しておりますので、よろしくをお願いします。

○後藤電力安全課長　　ありがとうございました。

審議官の福島ですが、別の公務がありますので、もうしばらくしますと退席をさせていただきますことになっております。

次に、配付資料の確認をいたします。配付資料ですが、お手元の端末をみていただくようになっております。ホームボタンを押してあげていただきますと、まずは配付資料の一覧以下、資料が並んでいる画面があらうと思いますが、いずれかの資料を押していただくと、その資料がみられるようになっております。また、資料から別の資料に戻るときは、左上の「完了」というところを押していただくと、また資料のリストのところに戻りますので、そのように資料を入れかえていただければということでございます。資料1から7、参考資料として電気事業法施行規則94条の3第1項第一号、第二号に定める検査方法の解釈の一部改正案、あるいは発電用風力設備の技術基準の解釈の一部改正案というのが参考資料としてございます。資料は、今申し上げましたとおり資料1から資料7までございます。

資料がみられない場合や端末の操作についてご質問がある場合は、お手数ですが、事務局にお知らせいただければサポートさせていただきます。あと、お手元に座席表とインセンティブ措置についての前回ご議論させていただいたところの資料を置かせていただいております。これもご参考にしていただければと思います。

それでは、以降の進行は勝呂座長にお願いをいたします。

○勝呂座長　　ありがとうございます。それでは、早速ですけれども議事に入りたいと思います。

毎回なのですけれども、時間が限られていますので、説明をいただく際は簡潔にお願いをするということで早速進めたいと思います。

では、最初の資料、沖縄電力様から、与那国の風力発電に関する事故についてということとでよろしくお願いをします。

(1) 最近の風力発電設備における事故の原因検証について

① 与那国風力発電所の事故について (継続)

○説明者 (沖縄電力) 紹介いただきました沖縄電力の上原と申します。本日は、弊社から、私の右側のほうから山城、あと風車メーカーであるENERCONの国内代理店でありませ日立パワーソリューションズ様より、瀬戸口、鈴木の名に参加していただいております。説明のほうは山城のほうから、前回のワーキングで指摘いただいた内容について、報告書に反映させていただきましたその内容について説明させていただきます。よろしくお願いたします。

○説明者 (沖縄電力) 山城でございます。よろしくお願いたします。

前回、4つ質問をいただきました。1番目の質問といたしまして、風向風速計の耐風速について質問をいただきました。それにつきましては、1ページの左下の表1、風向風速計の仕様ということで、耐風速100m/sということで記載いたしました。

次、2番目の質問といたしましては、ブレードの被害のなかった1号風車につきましては、クラスⅠなのですが、それについては耐風速として87.1m/sの強度があるということで説明させていただきました。それについて計算を出したところはどこかということの質問がありましたので、1ページの右下のほう、風車メーカーのENERCONが評価しているということで記載させていただきました。

ページめくっていただきまして2ページ、これにつきましては特に変更はございません。昨年9月27日から29日にかけて台風が襲来したということと、中心気圧が925hPa、瞬間最大風速は81.1m/sという台風21号の概要でございます。

次、ページめくっていただきまして3ページ目、これについても特に修正はございません。風車は1号機、2号機とございまして、クラスⅡである2号機のブレード3枚が、写真に示してあるとお破損いたしまして、遠くは500m離れたところまで飛散したという状況です。1号機につきましては、ウインチのハッチ部分にこのように亀裂が生じたということで説明させていただきます。

次、4ページ目、これにつきましても特に修正はございません。東側の風速が80m/sを超える強い風の際に、ブレードが西側に飛んでいったということをおらわした資料でござ

ございます。

次、ページめくっていただきまして5ページ、これについても特に修正はございません。風車でとれたデータです。上のグラフは1、2号機の風速とピッチ角をあらわしております。気象庁のデータと似たような風速でございまして、82.6m/sを2号機のナセル上の風速で確認されております。下のグラフは、ナセルのポジションと風向をあらわしております。

次、6ページですが、6ページは新たな資料を挿入させていただきました。当該ENERCON風車は、停止のモードとして2つありまして、1つは、ピッチ角を90°にして完全に風を逃がすようなフェザリングという状態と、もう一つはピッチ角を60°以上にして、フェザリングよりは多少風は受けるのですけれども、ローターや回転数を6回転以下となるように制御しつつ停止の状態である、アイドルという2つのモードがございます。今回台風襲来時、事前に風車を遠隔でとめておりまして、少々風を受けるアイドル状態であったわけですが、最終的には1、2号機のエラーが発生して、アイドルからフェザリング状態になっております。

ここで受けた3つ目の質問なのですけれども、あらゆるエラーを想定して、アイドル状態からフェザリング状態に行くのかどうか、それが確認できる資料を提示してくださいということがありましたので、この6ページの「ピッチ制御におけるフロー図」を添付いたしました。

フロー図の概要としては、まず、資料の右側、赤い字で示してあるとおり、アイドル状態になりますと、まずブレードをピッチ角60°以上にするように制御が始まりまして、その間、回転数を監視して、6回転以上より速い場合ですと、Yの条件が成立しブレードピッチ角を増にする。すなわち風を逃がすような動作を行います。6回転未満ですと、カットアウト条件が成立しているかどうかを確認し、Nとなった場合、ブレードピッチ角を減として、風を受ける方向にピッチが働いて、6回転になるように制御します。カットアウト条件が成立して風が強い条件ですと、またもとの制御に戻るといような制御を繰り返しております。

その間、異常が発生した場合は、この点線で示してあるフローのとおりに動きます。その異常のモードとしては、点線の下の方に行きまして、異常発生①、異常発生②、異常発生③の3つに区分されます。異常発生①を確認しますと、具体的な異常項目としては風車振動やローター歌会点等が、非常用電源を駆動してフェザリングの状態に移行します。

また、異常発生②ですと、これは系統の電源を駆動してフェザリングに移行します。右のほうに行ってもらいまして、異常発生③ですと、具体的な項目は各温度異常、火災発生、風向風速計の異常、ヨー異常、インバーター異常、励磁装置異常ですが、先ほどのアイドルリングというモードの停止になります。これが3つ目の質問の回答でございます。

次、ページめくっていただきまして、7ページも特に変更はございません。

ページめくっていただいて8ページ、これはまとめになります。まず2号機の風車につきましてのまとめ、これも変更はございません。

風車2号機につきましては、被害としてはブレード3枚が破損いたしました。原因といたしましては、クラスⅠ耐風速以上が吹いたため、クラスⅡの2号機では耐力が不足していたことによる。再発防止策としては、復旧に要する費用と設置後14年経過に伴う設備の老朽化も勘案して、ことしの3月16日に廃止いたしました。

続きまして1号機につきまして、これは1号機のナセルのハッチ部分が損傷いたしました。4番目の前回の質問といたしましては、そのナセルのハッチの修復に係る内容を教えてくださいということでしたので、9ページの赤字部分を追記しました。

原因といたしましては、ハッチとナセルのすき間から吹き込んだ風によるものでありまして、具体的には①ハッチ開口部の老朽化、②ハッチ開口部四隅への応力集中、③暴風によるハッチのばたつきによる繰り返し荷重、その3つが原因としてハッチ部分が損傷いたしました。

①、②の再発防止対策として、開口部の四隅を補強します。具体的には、ナセルハッチ開口部に合わせたSUS枠を作製して補強します。③の対策といたしまして、ハッチ扉にかんぬきの設置を行うということになっております。

ページめくっていただいて最終ページ、先ほど説明した対策を具体的に写真に示しております。右側の写真です。ナセルの内側、内部のほうから開口部の補強とかんぬきの設置ということで対応しようと思っております。

以上で説明を終わります。

○勝呂座長　ありがとうございます。

ただいまの報告に関して、ご質問等があればお願いをします。

どうぞ。

○石原委員　前回のワーキングで質問した4点について回答がありましたが、風速計は耐風速100m/sということなのですが、問題が発生して、途中でデータがとれていないで

すね。それについては、今後どうされるのでしょうか。要するに、風速計は使わないという説明が出てきたので、今後風速計にこういう問題が起こっても問題がないという理解でよろしいですね。すなわち、風速計がどうであろうと、ちゃんと制御する。なぜこのような質問をするかという、3番目の質問に関係するからです。

風速計は必要がないということであるかどうかは暴風時の安全性の担保という点で非常に重要な話です。3番目の質問に対する回答で、何か異常が出てきたとき、風速計をみないで回転数だけみるというアルゴリズムと説明しました。1版目と3版目質問は関連する質問なので、そういう理解でよろしいですか。

○説明者（日立パワーソリューションズ） 日立パワーの瀬戸口といいます。説明させていただけますでしょうか。

○石原委員 はい。

○説明者（日立パワーソリューションズ） 前回もお話しさせていただいたとおり、今回の風速信号の欠損は、信号線の断芯によるものだということが明確に後の確認でわかりました。そういうわけで、信号線の断芯の部分について、今後発生がないように、もちろん張りかえはしましたし、今後の点検等でも確実に断芯がないところについて確認を行っていく所存でございます。

○石原委員 これまで発生したが、今後発生しないということはいえるのですか。

○説明者（日立パワーソリューションズ） 今おっしゃられるとおりで、確認をし続けても何がしか異常が起きて、やはり同じようなことが起きてしまう可能性は否定できないと思います。今回の場合は、風車をあらかじめ停止しておきまして、その停止をしておいた中で風速信号がなくなったわけです。回転数もそこそこにピッチ制御している中で風速信号がないということは、風車としては無風という認識をしている状態でした。無風で停止されると、そういった中では基本的には回転数制御します。6回転以上にならないというところで、風速が推しはかる中で70m/s近くは吹いたのですけれども、そういった中でも回転数の異常な上昇なく安全な措置になりましたので、原則的にはこのままでも安全と考えております。

ただし、これではもちろん本当に安全かというところが心もとないところがございますので、こういった台風が来た際には、今回アイドルリング状態に陥るといえるか、そういったきっかけをつくった遠方の停止方法、それがきっかけになったところもございますので、今後は、ピッチ角90°にてあらかじめ停止するという方法がありますので、万全を期して

そちらの方法でもっ停止してフェザリングに入れるという形で対処したいというふうに考えてございます。

○石原委員　それについては、資料に書いてありませんね。

○説明者（日立パワーソリューションズ）　安全措置としては、この資料の中には今後の対策として……

○石原委員　資料が中にないと、再発防止になっているかどうかというのは委員会で判断できないですよ。

○説明者（日立パワーソリューションズ）　申しわけございません。それは沖電さんとともに、こういった……

○石原委員　この資料の中にあるということですよ。

もう一回質問に戻りますけど、この風車は風速計がなくてもちゃんと制御するという制御アルゴリズムですね。これは非常に重要な話です。

○説明者（日立パワーソリューションズ）　そういうふうに認識しています。

○石原委員　これに答えてくれないと次の質問はできませんので。

○説明者（日立パワーソリューションズ）　そういうふうに確信しております。

○石原委員　確信というか、そういう設計思想ということですね。

○説明者（日立パワーソリューションズ）　はい。

○石原委員　それに関連して、2番目の問題と3番目の問題の回答に対して質問させていただきますが、この風車が風速計を使わないということは、ヨーエラーあるいはミスアライメントというものは基本的に制御されてないと。少なくともちゃんと風速計とヨーエラーというものをみて、例えばIECの場合は $\pm 8^\circ$ 以内という要求があるのです。そういうものについては、どうなっているかということを保証されないという理解でよろしいですか。

○説明者（日立パワーソリューションズ）　風速の認識の仕方と風向の認識の仕方は違いますので。今回、風速信号のみが停止しました。ヨーに関しましては、ヨー偏差というものが……

○石原委員　そうではなくて、風速計も風向計も同じ話なので、風向風速計を私は今申し上げているので。

○説明者（日立パワーソリューションズ）　信号は別々なものですから……

○石原委員　別々でも、さっきの話で壊れてもいいということをいっている。そこは保

障るかかどうかという話が制御にかかわる根幹的な話なので、風向計の信号に依存しないという制御であれば、それについて質問するし、そうでなかったら、風向風速計を使った制御をやっているということになり、それに対する質問をする。そこを明確にしないと次の質問はできないので、どちらですか。御社の設計というのは、制御に関して風向風速計の信頼性ということを要求するのですか、要求しないのですか。

○説明者（日立パワーソリューションズ） 風向風速計の信頼性については要求します。風速計については、今回のアイドルリングという点でいうと、あくまで停止に入れたモードの中でのお話です。一方でヨーに関しましては、ヨー偏差が出て、ヨー制御の異常が出れば、それについても停止はありますので……

○石原委員 時間が非常に限られているので、この辺の話は、今のように何も書いてないので、書いてないものを審議しようがないので、こういうものについてはきちんとどこかで事前に審査したほうがよいかと思います。きちんと専門家にみてもらって、問題ないという確認をもらったほうがよいかと思います。

後の質問をいいますと、荷重については問題ないといいましたけど、計算式一つもないし、どうやって評価したかわからないというのが今の資料なのです。口頭でいろいろ補足されますけど、これは資料に書いていません。したがって、ここでいわれても判断のしようがないので、私の質問は以上。ほかのところも、今は判断できないというふうに感じています。

○説明者（日立パワーソリューションズ） ぜひ個別の場でご説明させていただきたいというふうに思います。

○勝呂座長 わかりました。ほかによろしいですか。

今の件については、このワーキンググループでなくて、例えば専門家会議とか、そういうところでもう少し細かな議論をしていますから、そういうところで議論していただくということで、逆の言い方でいうと、この沖縄電力さんの1号、2号の風車があって、2号は今度運転をやめてしまう、。とりやめてしまいますよということで、1号については、その専門家委員会で議論し了承された後に決定する、すなわち運転をどうするかというところの議論にしていきたいと思います。

○石原委員 多分、後でまた出てきますが、本WGは非常に限られた時間の中で、いろいろ調査の方針が正しいかどうかという議論を行うことを審議するのはよいのですが、本機すなわち1号機を再稼働するとき、本当に安全を担保できるのかというのを専門家会議

で議論して結論を出していただければと思います。

○勝呂座長 沖縄電力さんの件はこれで終了とさせていただきます。あと、今、石原委員からもありましたけれども、話としては、もう少し細かなところをきちっと専門家会議の中で打ち合わせをして、それで最終的にどうするかというのを決めていこうかと思えますけれども、よろしいでしょうか。

○石原委員 よろしいかと思えます。

○勝呂座長 では、別途の専門家会議等で議論するという事としたい。沖縄電力さんには済みませんがまたご足労おかけしますけれども、よろしくお願いします。

では、どうもありがとうございました。

次に、北陸電力さんのほうから、輪島の風力発電所2号機のナセルカバー落下の件という事で、ご説明をお願いします。

② 輪島風力発電所2号機ナセルカバー一部落下（継続）

○説明者（北陸電力） 北陸電力の吹上でございます。

前回6月に報告させていただきまして、そのとき、委員の皆様から3点ほどご指摘があったかと思えます。その後、それを検討いたしまして、章立ても少し変更しまして、前回のもの等含めて、まとめて報告という資料をつくってまいりました。いかんせんメカニカルとか機械的な話でございますので、写真、イラストを工夫したつもりでありますけど、ちょっとわかりにくい点もあるかと思えますが、ご了承願います。

では、説明は二俣のほうからさせていただきます。

○説明者（北陸電力） では、説明のほうをさせていただきます。

まず、1番の事故概要についてですが、前回報告しているところでありますので簡単に説明いたしますが、ことしの4月17日の強風によって停止しておりました2号機のナセルカバーの一部が脱落して、構外へ落下したものです。

右に行かせていただきまして、2の「調査の結果と事故の原因」についてですが、ほぼ前回報告している部分になります。前方側のロック機構のロックピンが破断、後方側は金具取り付け部のFRPが割れていることを確認しております。また、ロックロッドには、ロックピンが押しつけられてきたと考えられる溝状の摩耗が確認できました。

次のページのほうに行ってください。cの「ナセルハッチの状況」ですが、写真13～15から、ローターがある前方部が約50mm落ち込んでいるということが確認できております。

(2)の正常状態におけるナセルハッチのロック機構部の強度について検討をしております。後方側のロック機構のロック金具取り付け部のFRPが破損していたため、弱点部といえるロック金具取り付け部のFRPの強度について、ナセルハッチが閉じている正常状態における風荷重に耐えられるということを確認しました。

まず、aの「ナセルハッチに作用する風荷重」についてですが、ナセルハッチ上を風が通過する際に負圧が生じます。この際にナセルハッチに作用する力を示すと、図4のようになります。そこで、土木学会等で示されている式を用いまして、ナセルハッチにかかる風荷重のほうを計算いたしました。結果としては、29,576Nということが導き出されました。

右のbのほうの「ロック機構部のFRPにかかる力」についてですが、ナセルハッチにかかる力の全てを4枚のプレートで受けとめるといたしまして、1枚のプレートについては、その1片の部分のFRPの厚みのみで全ての力を受け持つとした場合、剪断応力のほうを計算いたしますと5.8N/mm²というのが導き出せました。

一方、cの「FRPの強度」ですが、これについては試験片を切り出しまして、曲げ応力測定を行っております。試験結果から、FRPのもつ剪断応力のほうについて計算いたしますと、6.2~16.6N/mm²というふうになりました。

dで結論といたしまして、FRPにかかる荷重については大きく想定、FRPがもつ剪断応力については小さく想定して、過酷側で評価した場合でもFRPの応力が風荷重による応力よりも大きくなるため、FRPの破断は発生せず、ロック機構の強度には問題がないというふうに判断しております。

続いて、(3)の「事故発生メカニズム」の推定についてですが、ナセルハッチの前方部が落ち込むことで前方側のロックロッドとロックピンが接触した状態となりまして、ナセルの振動などによってロックロッドに溝状の摩耗が発生します。摩耗溝にロックピンがはまり、振動により繰り返し応力がかかることによって、ロックピンが疲労破断し、ロックロッドが受け金具から外れたと。これによりまして、ナセル前方のハッチが開き、強風を受けて事故が発生したものと推定しております。

以上のメカニズムから、事故の根本原因につきましては、ナセルハッチが落ち込んだものであるというふうに判断しております。

次のページに行ってくださいまして、事故の再発防止策についてですけれども、対策につきましては、根本原因であるナセルハッチの落ち込みの防止というふうに考えておりま

す。既に落ち込み防止対策が実施済みの号機もありまして、ナセルハッチの落ち込み防止対策などについて調査を行っております。結果は表2となります。

まず、1号機と2号機ですが、ナセルハッチの落ち込み防止対策は未実施です。それに対し3、4、5号機は、落ち込み防止対策が施されています。右上のほうの図13をみていただきたいのですが、3、4、5号機のように落ち込み防止対策がある場合につきましては、ナセルハッチのほうが振動等により前方に動いても、ナセルハッチは落ち込みません。

表2に戻っていただきまして、今度はロックロッドの留金具と留ピンの間の長さについて調査を行っております。これにつきましては、2号機の前方部につきましては112mmで、他号機と比べて短いことがわかります。右側の図14のほうをごらんください。ハッチの落ち込み量が同じであれば、ロックロッドの長さが短いほうが、ロックロッドとロックピンの隙間の減少量が大きくなることがわかります。2号機につきましては、そもそも落ち込み量が50mmと大きく、かつロックロッドの長さが最も短いということで、ロックロッドとロックピンが接触し、ロックピンの破断に至ったものと考えております。

bの「ナセルハッチ落ち込み防止対策の評価」についてですが、まず表2のほうをみていただきたいのですが、3、4、5号機につきましては、落ち込み防止対策によりまして常にロックロッドとロックピンの隙間が3～5.5mmに確保されています。一方、1号機はナセルハッチが落ち込みますと、ロックロッドとロックピンの隙間が0.5～2mm小さくなりまして、さらに現在、1号機については30mm落ち込んでおるのですが、この落ち込み量が拡大した場合、ロックピンとロックロッドが接触、摩耗に進展することも否定できないというふうに考えております。

1号機のほうに落ち込み防止対策を施しますと、ピンとロッドの隙間を2～2.5mmに確保できるため、この対策については有効であるというふうに評価しております。

(2)の「再発防止対策」ですが、ナセルハッチの落ち込みという根本原因に対しまして、1号機のハッチに5号機と同様にLアングルを取りつけて落ち込みを防止することとしております。ただし、念のため、図15のようにワイヤーでロックロッドを支持するという対策を各号機に実施いたします。

次のページをごらんください。「点検項目の見直し」についても実施いたします。事故防止対策が機能していることを定期的に確認するため、日常巡視及び半年・年次点検項目の見直しを実施します。具体的には、日常巡視並びに半年・年次点検の変更後のチェック

リストの赤字部分になりますけれども、ナセルハッチの落ち込み等、ロックロッドがロックピンと接触していないことを確認することといたします。

参考に、前回ワーキングのほうでご指摘がありました、石川県から引き継ぎ時にどのようなことを実施したのかということについて、引き継ぎ時の実施項目ということで記載しております。

以上でご報告のほうを終わります。

○勝呂座長 今のご説明に対して、ご意見、ご質問等ありましたらお願いをします。

どうぞ。

○弘津委員 電力中央研究所の弘津です。

再発防止策についてお伺いします。根本原因がナセルハッチの落ち込みで、落ち込み防止をすれば防げるという話かと思うのですが、そうであれば、もう少し早く落ち込み防止対策はとれなかったのかというところが気になってくるのですけれども、1、2号機は落ち込み防止対策がついてないという状況の中で、そういう議論は出てこなかったのでしょうか。

○説明者（北陸電力） 今のお話でございますけど、1、2号機は落ち込み防止対策はしてないと、3～5はしてあると。表2をみていただきたいのですが、同じ落ち込み防止対策でも、3、4号機はナセルハッチ受け部にFRP接着と。FRPで肉盛りをした格好でLアングルの効果というか幅広なものにしていると。5号機は、同じ落ち込み防止対策でもLアングルで幅を広くしていると。してあるもの、してないもの、してあっても方法が違うものということで、製造番号とかいろいろ調べたのですが、そういう経歴がちょっとわかりませんでした。また、県さんから引き継いだ修理歴等も調べたのですが、いつの時点でこれらがされたという記録もございませんでして、我々もこれを引き取った時点で、落ち込み防止するところというふうになるということとはとても知見がございませんでしたので、今わかったという次第であります。

○弘津委員 ありがとうございます。ロックロッドが摩耗して、2回再調整しているという時点がいつの時点か書いてないのですけれども、その時点でもう少し根本的な対策がとれなかったのかなというふうに思ったのでお聞きした次第です。ありがとうございます。

○説明者（北陸電力） その短くしたというのも、いつそうしたというのも、記録が残っていません。

○勝呂座長　ほかによろしいですか。

どうぞ。

○川田委員　FRPの破壊を検証されたというわけですが、基本的には安全率という、少し設計等が狂っても回避できるよという係数が必ずあるわけですが、これは、考えてみるとぎりぎりですよね。FRPというのはすごく信頼性を高めることももちろんできるので、そうでない場合には、かなり安全率をとるとというのが一般的であって、それが数値でいえば2とか3とかそういう値になるわけですが、そういうふうには改善はされないのでしょうかということがまず1つ。

それからFRPという言葉は、何のFRPか全然わからないので、これは例えばガラスを強化材とするのであればGFRPと。つくり方にもよるので、スタンプなものでつくったならばSMCとか、そういう専門用語があるので、できればそういう言葉で説明してほしいというふうに思っております。

○説明者（北陸電力）　説明であります、図4をごらんください。図4に、我々もこの辺専門ではございませんけど、苦労しながら描いた図でありますけど、黄色が「風速による負圧」と書いてございます。それに対しまして反力と、その負圧を支える力ということで、下向きの赤いベクトルが全部で10カ所ほど描いてございます。2枚のハッチが受ける上向きの力を、構造的には赤い矢印のところ受けることとなります。であります、今回計算、2ページのb.「ロック機構部のFRPにかかる力」ということで、ここはプレート4枚と。ロック機構のところ4枚、そこだけで受けるということで、強度上、安全側というか危険側の計算をさせてもらっています。

なおかつ剪断の応力を出す場合、Wrを80mm×16mmで割ってございますけど、これも4辺のうちの1辺だけでその力が剪断に働くという計算をしております。そういった意味では、詳細に実際にかかる力というのは、計算は非常に難しいので我々ではできませんので、このように安全側に計算をして、それでも問題ないという評価をさせてもらっているところであります。破断試験は地元の工業試験所さんにもお願いしまして、その10個の試験をしまして、その中で一番弱いものという数字で計算をしたものであります。

○川田委員　これ、MPa（メガパスカル）ですよ、N/mm²ですから。構造物でこんな低いというのは余りないんですけど、普通としては、MPaでいうと2とか3とかいう値なわけですね。ほぼほぼプラスチックぐらいの強度しか出てないので、少しその辺のところは検討されたほうがよろしいのではないかと。技術的に計算するのは難しいという話な

のですけれども、やはりこういうことはきちっと安全率を加えて計算に出すべきではないかというふうに思っております。

○勝呂座長　　どうぞ。

○石原委員　　2点伺いたいのですが、この風速の計算、式が一応書いてあるのですが、この風速の値が40.8m/sというのはどういう意味ですか。

○説明者（北陸電力）　　メーカーは、デンマークのMicon社というところでありまして、建設のときの資料の基本スペックという表がございまして、そこに載っている数字であります。

○石原委員　　現地の設計風速が40.8m/sではないですよ。このサイト、建築基準法に基づいて、今は電気事業法になっても同じ数字なんですけど、地表面から持ち上げて、ナセルの高さの風速は40.8m/sですか。こういうことをいうとさっきの話と同じになりますけど、今のような話、こんな短い時間の中で議論するのはほぼ不可能なのですが、設計風速何メートルで、さらにいうと、今回FRPの一部が壊れたということではなくて、全体的に壊れていますよね。今、ピンのところが外れているという話なのですが。

そうすると、一点の力だけではなくて全体的にどういうふうに計算されて、どういう荷重を受けていて、構造的にどういう機構で受け持っているかというのはきちんとして検討する必要があります、ここでぱっとみて、わかるかという、私の質問に恐らく皆さん答えられないので、この件については、後で検討していただきたいと思います。

○勝呂座長　　私も、少しわかりにくいのですけれども、例えば「Lアングル取付」というのが図13にありますよね。このLアングルを取り付ける落ち込み防止対策というのをしているのですけれども、もともとのFRPが何でこういうふうにならずに落ち込むのというようなことなども考えておかないと、きちっとした対策なのかなという気がしております。このLアングルが壊れないという保障があるのかとか。今の件などと合わせると、もう少し細かなところの計算とか強度の安全性の担保という形の目で、もう一度細かくやるべきかなという気がするのですけれども、いかがでしょうか。

○石原委員　　基本的に一生懸命調べられているのはわかるのですが、専門家ではないという発言がありまして、専門家が審査するので、審査を受ける側も専門家に来ていただいてきちんと話をしたほうがよいかと思っております。

○勝呂座長　　いかがですか。

○事務局（正影）　　事務局から。過去、事故対応構造強度ワーキングで審議をいただい

て、風車の再稼働というようなところの判断のときに、工事計画の審査では専門家の先生方に審査していただくというような事例もあるので、その辺は事務局のほうで検討させていただきたいと思います。

○勝呂座長 わかりました。ありがとうございます。

ほかによろしいですか。

そしたら、あと事務局のほうで検討していただいて、それでもう一回どうするかというのを決めたいと思いますので、よろしくお願いをします。

では、どうもありがとうございました。

次は、資料説明をユーラステクニカルサービスさんからお願いします。肝付ウインドファームの事業についてということでお願いをします。

③ 肝付ウインドファームの事故について（新規）

○説明者（ユーラステクニカルサービス） ユーラステクニカルサービスの高木と申します。よろしくお願いいたします。

ユーラス肝付ウインドファーム風車破損事故ということで、現在、事故調査委員会を立ち上げまして、事故原因の究明中というところになっておりまして、現時点におきましては、事故原因の特定、再発防止策というところまでは至っておりませんが、事故の概要というところと現状進めているところまでのご説明をさせていただきたいと思います。

まず、1番としまして「設備概要と事故概要」というところですが、肝付ウインドファームは、ちょっと図が小さいのですが、図1-1というところに位置がありまして、鹿児島県の大隅半島の中ほどにありまして、日本製鋼所さん、J S Wさんの風車、2,000kWが15基で、30MWの風力発電所となっております。

事故の概要ですけれども、ことしの9月20日に台風16号が直撃いたしまして、図1-2から1-5に示しておりますように、4基の風車で大きな事故が発生いたしました。4号機、図1-2ですけれども、タワーの上端約12mのところからタワーが座屈したと。8号機、図1-3ですけれども、これは地上約30m付近から同様にタワーが座屈、折れ曲がったという状況になっています。10号機、図1-4につきましては、ブレードがほぼ根本から3本とも折損したという状況です。13号機につきましては、ブレードの根本からブレードが1本折損したという状況になっています。

ブレードの飛散状況、タワーの座屈状況というところは、図1-6に示しておりますけ

れども、台風時の風向というのは南東のほうからでありまして、ほぼブレードが飛散した方向というのが北北西から北西方向、タワーが曲がった方向につきましては、北西から西北西というような状況になっております。

この破損した4つの号機以外の状況につきましては、全部で5機におきまして、ヨーの駆動システム、ヨーモーターあるいはヨーリングといったところの損傷ということも確認されております。

事故時の運転状況というところで、ちょっと図が細かくて申しわけないのですが、この事故がありました4機の運転状況をグラフ化させていただいております。グラフの中身なのですが、4つのグラフがありまして、上の段が風速、2段目がピッチ、ブレードの角度、3段目がローターの回転速度、4段目が風向とナセルの方向というものを示したグラフとなっております。

まず、データなのですが、これは風車のスキャダデータのほうの全て、1秒データでグラフを描いております。まず、4号機ですが、このグラフを示した期間での最大風速、1秒データになりますけれども、これが80 m/sという値を示しております。2段目のピッチ角というところなのですが、零時30分過ぎから2つの翼で、本来フェザリングの位置というのが90°になりますけれども、これからピッチがずれてしまっているという状況が確認されています。

ローターの回転数なのですが、最大で11rpmという数字を示しております、過回転には至っていないという状況が確認されています。

続きまして、8号機ですが、同様にまず風速ですが、このグラフの示した期間でいきますと、最大値は88.4m/sという値でした。ピッチの角度ですが、こちらにも同様に、2つのブレードで本来90°であるべきピッチの角度の位置からずれていたという状況が確認できています。ローターの回転速度は、最大で9 rpmということが確認できております。

続きまして、2ページ目のほうにまいりまして、10号機ですが、こちらにも同様に、まず風速のほうですが、最大値として73.7m/sという数字が確認できています。ピッチですが、こちらにも2つの翼で本来90°であるべきところからピッチがずれてしまっているということが確認できました。ローターの回転数ですが、こちらは最大8.4rpmという値になっておりました。

続きまして、13号機ですが、まず風速として最大値が89.4m/sという値です。ピ

ッチの角度につきまして、こちらも同様に、2つの翼が本来90°であるべきところからずれているということが確認できています。ローターの回転速度なのですけれども、13号機につきましては19.6rpmと、ほぼ定格に近い回転数までは上がっているのですけれども、過回転という状況には至っていないということが確認できております。

続きまして、(5)の右側にまいりまして、「事故時の風速」ということで、この4号機以外で、肝付ウインドファームがナセル風速計で観測された風速の最大値というのを示しております。ただ、スキャダデータのほうで一部データの欠損がありまして、あくまで残っていたデータで確認できた最大風速という形で記載させていただいております。10分平均でいきますと76.9m/sと、これが12号機で計測されております。それから3秒平均、最大瞬間風速でいきますと92m/s、11号機になりますけれども、こういった風速が記録されております。

「現時点までにおける事故調査状況」というところですが、まず1)としまして、風速の精査ということを行っております。こちらの風車の風向風速計の風速レンジというのは50m/sまでという仕様になっておりましたので、今回計測された80m/sあるいは90m/sといった風速が正しいのかどうかというところを確認するために、風洞実験を行いました。風洞実験は80m/sまでで行ったのですけれども、その結果としては、誤差は最大3.5%という値になっておりまして、メーカーの仕様書上の精度±3%と大差はないという結果が得られました。プラスアルファとしまして、実際計測されたのは92m/sという値がありましたので、その80m/sを超える領域での信頼性というところで、風速計をモーターで回して、風速計から出るパルス信号と比べてどうかというところを確認いたしまして、80m/sを超える値においても回転速度と一致したパルス信号が接続されているということを確認しております。

その結果から、今回ナセル風速計で計測された風速データは適切な値を示しているというふうに判断いたしました。これ以降、風応答解析を行っておりますけれども、このナセル風速計で計測された風速が正しいとして、その値を用いて風応答解析というのを現在進めております。

それから、3)のほうにまいりまして、「各部位・機器の性能・品質」というところで、これまでにタワー、ブレード、ピッチ、ヨーシステムといったところにおきまして、設計、製造等の品質に問題なかったかというところを確認しておりますけれども、これまで確認できた中におきましては、特に異常はないという結果になっております。

また、これまでの運転時において、点検等の中において異常がなかったかというところですが、台風直前にも定期点検を行っておりまして、その結果におきましては、特に異常というところは認められておりません。

ただ、日本製鋼所さんの風車におきまして、ピッチに関しては、月に約1回の頻度なのでありますが、ピッチのブレーキテストというのが自動的に行われるソフトが導入されております。このピッチブレーキのテストにおきまして、直近のテストで3基、8号機、9号機、13号機になりますけれども、この3基におきましては合格ではなかった、要はエラーだったという結果がわかっております。

また、ピッチに関して、ご説明しましたようにこの4基におきましては、フェザリングの位置からピッチがずれていたということが確認できておりますけれども、今回事故が発生しなかった残りの号機におきましても、合計11のブレードにおいてピッチのエラー、ピッチが本来90°であるべきところからずれていたということが確認できております。

「今後の方針」としましては、現在、風応答解析によるタワーの座屈時、ブレードの折損時に作用した荷重の算出、機械的耐力等を評価しておりますけれども、引き続きこちらを進めるというところを考えております。

あわせて現在、壊れた風車の撤去作業を現場のほうで行っておりまして、その撤去した風車から内部の機器を取り外して、実際どのような状況で破損していたかということ进行调查するという予定にしております。

図4-1に現時点での目標工程ということで示しておりますけれども、今年度いっぱいを目途に事故原因の究明を行いまして、再発防止策というところを立案したいというふうに考えております。

以上でご説明を終わらせていただきます。

○勝呂座長 どうもありがとうございました。

最初に、二、三質問させてください。1番目は、この風車は瞬間最大風速だと70m/sの設計の風車ですね。

○説明者（ユーラステクニカルサービス） そうです。極値はクラスIに該当しておりまして、疲労荷重ではII Aというクラスの風車になっております。

○勝呂座長 2番目に、ここのサイトの計測だと、最大で九十数m/sという風が観測されているということなのでありますが、今までこういう台風が来たときに、90m/sという風速が出るというようなことが予測できたかできないかということが、実は重要な問題だ

と思うのです。次の風車を建てようとする時にどの様に検討するのか。設計条件として何を考慮すべきかということがあるのですけれども、事業者として、今までの検討で、ここは90m/sが来るというような予測は全く立ててなかったということによいですか。

○説明者（ユーラステクニカルサービス） 検討段階においては、そこまでの風速が吹くというような認識はもっておりませんでした。

○勝呂座長 ありがとうございます。

では、ほかにご質問とかご意見ありましたらお願いします。

○石原委員 この風車は運開の時期が2011年3月18日ですので、建築基準法が改正されて、いわゆる大臣認定を受けた案件だと理解しています。その場合、風車の設計風速は50m/sというのはそのとおりだと思いますが、このサイトの支持構造物の設計風速は何m/sでしょうか。

○説明者（ユーラステクニカルサービス） 支持構造物につきましては、69.3m/sという風速にて設計しております。

○石原委員 わかりました。ありがとうございます。

○勝呂座長 よろしいですか。

そしたら、あと、調査でいろいろなことがわかると思いますけれども、この風車の事故は、逆の言い方でいうと非常に大きな課題を投げつけられたという感じだと思いますので、今後、ユーラスさんだけではなく、設計条件をどうするかという検討を今まで以上にしていかなければならないということを示しているのではないかと思います。

では、どうもありがとうございました。

○説明者（ユーラステクニカルサービス） ありがとうございました。

○勝呂座長 次に、株式会社ジェイウインドさんから、南大隅のウインドファームの事故についてということでご説明をお願いします。

④ 南大隅ウインドファームの事故について(新規)

○説明者（ジェイウインドサービス） ジェイウインドサービスの本庄でございます。南大隅のウインドファームのナセルカバーの損傷で、中間報告でございますが、説明させていただきます。

ここは、度々こちらのワーキングで報告しているサイトでございます。ナセルカバーの脱落は2回目ということでございます。以前までは南九州ウインド・パワーという事業

会社の名前で報告いたしておりましたが、今回は設置者ということでジェイウインドサービスということで説明してございます。

図1が写真でございますが、根占、佐多の発電所に風車がそれぞれ10基ずつございましたが、根占の7号はタワーの損傷がみつかって、ナセルをおろした形で休止中ということになってございます。この被害は、先ほどのユースさんの肝付のときと同じ台風で被害を受けてございまして、場所も非常に近傍にある風力発電所でございます。

台風16号ということで、2.のところに書いてございますが、ちょうど大隅半島を通った時間は、中心気圧が945hPaで、最大風速で45m/s、最大瞬間風速で60m/sというような予報が出て、そういった台風が風力発電所を直撃したというものでございます。

このときの被害でございまして、表1にまとめてございまして、根占発電所、佐多発電所で風車のナセルカバー、ラジエーターカバー等が損傷しております。それ以外にも配電線や光ケーブル等、数多くの設備が被害を受けておりました。その中で、きょうはナセルカバーの被害の報告をさせていただきたいと思っております。

めぐりまして2ページ目でございます。図5と図6がカバーの損傷で、破壊のモードといたしましては、上カバーが飛んだものとラジエーターのカバーが飛んだもの、それ以外に内部が少し損傷したようなモードに分かれてございますが、代表的な例ということで、上カバーの飛んだもの、ラジエーターカバーの飛んだものの写真を掲載しております。

こちら、過去にナセルカバーの脱落を何度も起こしておりまして、この表2に記載してございます。一番最初が2004年の8月の台風16号、その次がその翌年の台風14号ということで、このときはカバーの脱落原因は、台風のときに後方から風が吹き込んだということで、図7にその絵が描いてございますが、換気口やその他のすき間からナセル後方から風が吹き込んで、はがれて飛んでいったというようなことが原因だと考えております。対策としては、ディーゼル発電機を用いまして、台風るときであってもヨー電源を確保して、常に前から風を受けるというようなことと、ベルトでカバーを固定するというので、図5、図6の写真の中にもベルトがみえてございますが、こういったものでカバーを固縛するという対策をとってございました。

2014年は台風ではないのですが、メンテナンスでヨーの制御をとめていたときに、後ろからベルトを巻かない状態で風を受けてしまいまして、カバーがはがれて飛んでいったというようなことでございました。

ということで、過去は、後ろからの風の吹き込みということでカバーが脱落してござい

ますが、今回は、ヨーの電源確保とベルトの固縛というのは有効に機能していたと思われておりますが、それでもカバーが飛んでいったということでございまして、少し原因が違うというように考えてございます。

事故当時の風況の推定でございまして。ナセル風速計の中で、事故当時の強い風のデータがとれたものは3台ございまして、それぞれ佐多の5号で37m/s、佐多の6号で41m/s、佐多の8号で45m/sということで、これから推定いたしまして、風車の設計風速は50m/sでございまして、これを若干下回る風速ではなかったのかというふうに考えてございます。建築基準法のV₀との比較もしてみましたが、建築基準法で定められているV₀相当の風、これは40m/sでございまして、こういった風は吹いてなかったのではないのかと。風車の周りの畜舎の損傷状況などからみましても基準風速以内というようなことで、風車の設計風速以下の風であったのではないのかというふうに今のところ想定してございます。

ナセルカバーの状況でございまして、図8に写真を載せてございます。このカバーが可動式、屋根の部分があくような構造になってございまして、可動式の上カバーとその後ろに、これは可動しないのですが、ラジエターのカバーがついてございます。このうち可動式のカバーに大きな被害を受けておりますが、19基のナセルカバーをみますと、2種類、改良されたものと改良されていないものがございまして。その中で、図9に示しておりますオリジナルカバーというものは非常に大きな被害を受けておりましたが、剛性を高めた改良を受けている改良カバーは被害を受けていなかったというようなことが確認されてございまして、この辺も今後の原因究明や再発防止の検討の中で手がかりになるところがあるのではないのかというふうに考えてございます。改良カバーは、何度かナセルカバーの脱落があったときに、当時の風車のEPC業者が購入して、それをベースにIHIマリンユナイテッドさんで再製作したようなものということがわかってございます。

こういったところがわかっていることとございまして、7.のところに「原因究明と再発防止策検討の方向性」をまとめてございまして。先ほど申しましたように、過去はナセルの後方からの風の吹き込みということで考えてございまして、今回は、どうやらそうではなさそうということでございまして。可能性としては、①から③、FRPの材料強度が不足していた可能性、可動式上カバーの設計に問題があった可能性、カバーが劣化した可能性があるというふうに考えてございます。

そのため、FRPの強度試験、それから、ナセルを実測して構造図面をつくりまして、構造解析を行うということを考えてございまして。現在、ナセルのCADの図面ができ上が

ってきておりまして、これに風を当てて各構造部材に働く力を解析で求めまして、それが今現状の風車でもつのかもたないのかというようなところ、さらには、再発防止した場合には、それがもつようになるのかならないのかというような検討を進めていきたいと思っています。

今回4回目のナセルカバー脱落ということで、我々も抜本的な検討対策を立てなければというようなことで、このような体制で現在調査を進めているところでございます。当社につきましても、ユーラスさんと同様、社外の専門家を招いて社内の事故調査委員会を組織して、鋭意検討を進めているところでございます。

今後の予定でございますが、ことしの12～1月でFRPの材料試験、構造解析、来年1～2月でカバーの設計、3～4月でカバーの製作というような手はずで考えてございますが、損傷のなかった佐多の3、4、5、6、10については、ラッシングベルトを多く巻くような補強対策を加えまして、暫定的に運転を再開してございます。ただ、こちらにつきましても、台風シーズン前までの暫定運転再開ということで、台風が来るまでには何らかの補強対策を実施する予定にしてございます。

説明は以上です。

○勝呂座長 ありがとうございます。

それでは、ご質問、ご意見等がありましたら挙手をお願いします。どうぞ。

○石原委員 この風車は4回も被害を受けていまして、前回この構造ワーキンググループでも検討され、それで再稼働されたと認識していますが、前回は原因が台風ではないという理由で対策をとったのですが、実は設計的にいうと十分に検討されてないのではないかなと思います。構造的に十分検討されてないのではないかと述べられていますが、このナセルの問題、実は随分前から申し上げていますが、今のIECの規格に書いておりません。GLの指針の中に書かれている値は過少評価されています。それについて、「Wind Energy」というジャーナルに論文を出しており、このナセルは台風時に耐えられないというのは以前から指摘してきました。

質問ですが、今回のこの計画の中で、12～1月、材料試験と構造解析と書いてありますが、このナセルに作用する風荷重はどのように評価される予定でしょうか。

○説明者（ジェイウインドサービス） 現在、CADでナセルの構造も含めて3Dのデータをつくっておりまして、気流解析を行います。気流解析をしますと、ナセルの外側と内側で気圧差等が出てきまして、構造部分にそれぞれ荷重が働くことになりますので、各

構造部分の荷重が構造の強度以内になるかどうかということを確認していくことと考えております。

○石原委員　したがって、これはCFD解析を実施する予定というふうに加え、理解してよろしいですか。

○説明者（ジェイウインドサービス）　そういうことでございます。

○石原委員　CFD解析の妥当性はどのように検討されるのでしょうか。

○説明者（ジェイウインドサービス）　この辺につきましては、まだエンジニアリング会社と相談の上、決めていきたいと思っております。

○石原委員　風工学の観点から言いますと、事故が発生しているときは、風洞実験を実施し、きちんとこれを解析しないといけません。例えば、今、風車メーカーが一般的に使っているやり方、一様の風速を与えて定常解析を行った場合、過少評価という結果になるので、そういう意味では、ここでまず過少評価となるかどうかをきちんと押さえて、その後FEM解析に入っていただきたいというふうに思います。

○勝呂座長　よろしくお願ひします。

ほかによろしいですか。

そしたら、私のほうから二、三質問させてください。

1つは、この風車は、いわゆるIECでいうとクラスIの風車を設置されているのですか。

○説明者（ジェイウインドサービス）　そうです。

○勝呂座長　でも、今度の風は最大で40m/s前後ですよ。

○説明者（ジェイウインドサービス）　はい。

○勝呂座長　前の事故は、後ろからの風もあって、対策としてラッシングを巻いていましたが、今回は、根占と佐多と全部ベルトはつけていたのですか。

○説明者（ジェイウインドサービス）　ベルトは全てつけてございました。

○勝呂座長　そうすると、例えば先程触れられた改良型も、改良型は被害がなかったといっているけれども、実際はラッシングベルトがあったから、それで大丈夫だったのか、別なのかはちょっとわからないわけですね。

○説明者（ジェイウインドサービス）　そうです。一応再発防止に当たっては、ベルトなしで設計風速である50m/sでも耐えられることを目標に、再発防止の検討をしていきたいと思っております。

○勝呂座長　　あと、すき間の風などが多分相当影響すると思うのですけれども、例えば、中に雨が降り込んだ例があるとか、そういうことはないのですか。

○説明者（ジェイウインドサービス）　　そういう意味ではすき間が多い風車で、風が吹き込むようなナセルの構造になっているということでございます。

○勝呂座長　　そうすると、逆の言い方でいうと、内圧側が例えばプラスとなるせきとめ圧になって、外側が吸い込み側になってという形の荷重増加もあり得るということですね。

○説明者（ジェイウインドサービス）　　そういう可能性があり、気流解析でその差圧を出して、それが構造部材に与える影響を確認していきたいと思っております。

○勝呂座長　　わかりました。今後にその辺のところの解析結果の報告を期待したいと思いますけど、ほかに。

どうぞ。

○石原委員　　今具体的にわかるなら教えていただきたいのですが、どういうソフトを使い、どういう解析の方法で計算しようとしているのですか。

○説明者（ジェイウインドサービス）　　これは、車関係のエンジニアリング会社と相談しながらその手法を検討しているところでございまして、また、ここで即答もできないものですから、確認して、別途ご説明ということでよろしいでしょうか。

○石原委員　　コメントになりますが、車業界の考え方は、車は自分で動いているので一様流です。飛行機もそうです。一方、風工学は、風が吹いてくるので、乱れています。計算では、ちゃんと乱れを考慮しないと、正しく計算ができません。定常計算というのは許されない。ということをぜひ理解していただいた上で検討していただきたいと思います。

もう一つ、今回ナセルの中にはどういう静圧になっているかという話があるのですが、静圧というのは、すき間の大きさによって大きく変わるので、その辺については単なるCFDだけ計算して、すき間の評価が正しくないと全く違う結果になってしまうため、その辺について、ただ単に計算だけではなくて、工学的にどういうふうに設計するか、風工学の観点からきちんと検討していただきたい。

最後、今回可動部のないところも壊れているのですね。恐らく構造的にもっているような形になっていません。可動部がなければ、荷重が過少評価されて、構造として耐えられる構造ではないかと思えます。

○勝呂座長　　今いろいろコメントがありましたけれども、そのあたりを考慮して、解析の精度を上げていただきたいと思えます。

もう一つ、私もちょっと気になったのは、外側は今CAD図が描いてありますけど、中側には例えば歯車とか発電機とかありますよね、それらを考慮した形で計算されるということでもよろしいのですか。

○説明者（ジェイウインドサービス） 中側も3Dで解析して、データがとれたものについてはそれで模擬するようにしております。

○勝呂座長 ありがとうございます。

ほかによろしいですか。

それでは、変更は多少あるとは思いますが、なるべく早く解析をしていただきたいと思っておりますので、よろしく申し上げます。どうもありがとうございました。

次は、与那国の風力発電所の事故を踏まえた審査フローの見直し案の修正ということで、これは事務局のほうから資料の説明をお願いします。

（2）与那国風力発電所の事故を踏まえた審査フローの見直し案の修正について（電安課）

○事務局（正影） それでは、事務局のほうから資料の説明をさせていただきます。資料ですけれども、7番目にある資料5というものになります。

この資料なのですけれども、6月30日のワーキングで報告させていただいた、与那国風力発電所の事故を踏まえた工事計画審査のフローについて、現地風況を踏まえてきちんと確認しますというところを提示させていただきました。このフローに沿って、実際に工事計画の審査をしていたところ、一部見直しの必要が生じたので、今回、報告をさせていただくこととなりました。

1枚目、2枚目、3枚目のところは前回と変わりませんので、4枚目と5枚目の資料の確認をいただきたいのですけれども、具体的にどの部分を修正したかというところ、右の下側のところのフローに赤い四角がついているのですけれども、ここは、前回6月30日のワーキングで提示させていただいたときに、そもそも風車を設置する場所に対して、風車の耐風性能がそれなりにきちんとあり、認証機関も設計としては妥当であるということを確認した風車について、その設置場所の風速が若干高い場合、国はどう審査するのかということについて、データが足りない場合は、実証機として建てる、つまり実験機として建てるということはいよいよというフローだけを示していたのですけれども、実際に工事計画の審査をしていると、全部のデータがとれてないわけではなくて、一部、例えば風速35m/sを

超えたときに設計どおりに風車が動くかどうかというような暴風時の制御について、一部データが足りないようなものがございます。設計まで第三者機関できちんと評価をされていて、一部データが足りないことだけをもって試験機しか建てられないとしてしまうというのは、余りにも厳しいということで、もし実測データが一部ないだけであれば、設計どおりにきちんと制御されることを確認していただいて、仮に設計どおり動かない場合、風車製造メーカー等々ときちんと原因を究明して対策をしていただくという条件つきで工事計画を認めてよいというフローを継ぎ足しております。

事業者に対して、どの様に担保するのかですが、国に届出がされる保安規程、これには実際のメンテナンス方法が書いてあったり、事故時の対応が書いてあるのですけれども、ここに設計条件で想定していない事象が生じた場合は、国に報告いただくとともに、風車を停止してきちんと原因究明をいただくということを明記していただくことにより担保するというものとなっております。

フローチャート1とフローチャート2があるのですが、違いは、フローチャート2が通常の工事計画の審査の流れとなっており、フローチャート1がタイトルにあるのですが、暴風時に運転制御を行う風車審査の流れとなっております。最近の風車の中は、暴風時に積極的に風車の運転制御を行うというような制御機構を取り入れているのもございますので、そういう場合はこちらのフローチャートを使うということで、2つ提示させていただいたところでございます。

以上でございます。

○勝呂座長　　どうもありがとうございます。

この話は先程の二、三の例でも同じなのですが、いわゆる認証と建設されるサイトの風の条件というのをどうやって審査するかということを考えて、それで、設計的には合っているけれども、実際のデータをどうやって検証するかというところを踏まえながら適切に対応していこうということで変更になったというふうに考えています。よろしいでしょうか。

何かご意見、ご要望等あればよろしくお願いをします。――よろしいですか。

それでは、今後の審査の際には、今のフローを使うということで進めていきたいと思っておりますので、よろしくお願いをします。どうもありがとうございました。

次ですけれども、次の案件は、風力発電設備の定期検査制度導入に向けた取り組みについてということで、事務局のほうから資料の説明をお願いします。

(3) 風力発電設備の定期検査制度導入に向けた取組について

① 定期事業者検査について（電安課）

○事務局（正影） それでは、事務局から説明をさせていただきます。

資料ですけれども、8番目の資料で資料6となっています。「風力発電設備の定期安全管理検査制度におけるインセンティブ措置について」という資料をあけてください。

お手元に印刷した紙で、6月30日に関係した第9回事故対応・構造強度ワーキングの抜粋資料も配付させていただいております。これは、前回の資料と全く同じもので、部分的に抜き出したものなのですが、前回のワーキングでは、優良な取り組みをしている事業者さんについて3段階の評価を行って、それぞれの段階に応じ、一番最初の段階に当たる事業者は、通常どおり3年ごとに定期安全管理審査を受けてくださいという形にして、優良な取り組みと認められる事業者については4年6カ月、大変優良な取り組みをされている事業者については6年という3段階の評価の仕方を提示させていただいております。

今回、これについて事務局で検討したところ、風車の定期事業者検査は大体3年の周期で一通り行っていくのですが、安全管理審査を4年6カ月とした場合、間に落ちる定期事業者検査項目が出てきてしまう可能性があるため、1ページにございますように、インセンティブの周期を見直ししたいとして提示させていただいております。

風車の定期検査の周期に合わせまして、3年と6年という2つのものにして、事業者の評価は全く前回と考え方は変わってないのですが、きちんと保守管理の実績があるのかどうかを評価の一つの軸とさせていただき、あと、当然のことながら、事故が起きていないのかという2つの観点で確認するとしております。

1ページ目の一番下の※1というところの注書きにございますけれども、今回検討した結果、初回の審査ではインセンティブは出さないで、次の審査までの実績を考慮した上でインセンティブを与えるということを、今回検討の結果として記載させていただいております。

2ページ目になりますけれども、「事業者の保安力水準に関する考え方」というところがございますけれども、こちらについては、1つ目、これは事業者の日常的な保守管理体制がどれくらい充実しているかという確認。2つ目として、公衆に被害を与えたような事故、風力発電設備の倒壊、飛散、火災につながる事故は重大事故と考えて、こういう事故があった場合は、インセンティブは与えられないのではないかと整理をさせていただいております。

下側に「インセンティブ付与の条件」というのがございますが、日常的な保守管理体制の充実度の内容は前回議論させていただいたときに提示しています。いろいろなセンサーを使って風車の情報を収集するような常時監視により、収集した情報から予兆を把握して、予防保全がきちんとできているのかというところを一つの評価としたいと考えております。

当然古い風車などは、センサーがないというようなこともあったりするのですけれども、例えば人が常駐していて風車の異常を検知して、それをもとにメンテナンスを先行してやっていくという場合も、当然のことながらこの中に含まれると考えております。

2つ目の「重大事故等の有無」でございますけれども、これは定期事業者検査の方法の解釈で、各風車の部位について、どれぐらいの検査周期で、どういう方法で検査するのかを前回は提示をさせていただいたのですが、その部分に関する事故が起きてないのかどうかというところを確認するとさせていただいております。ただ、インセンティブを与える条件は、事業者側の風車のメンテナンス、保守管理がどうかを評価しますので、例えば、設計で考えている以上の雷が落ちたりだとか、設計を超えるような突風が吹いたりということも起こるかと思うのですが、そのような場合は、不可抗力として除外してはどうかというのが、ここに提示させていただいたものです。

あと、風車の事故、故障として、国に報告が来る事象をみていると、発電機が絶縁破壊して壊れたというような事故が多いのですけれども、発電機は、火災に至った場合、大きな事故になる可能性があるため、それはだめだと思うのですが、例えば発電機そのものが製造不良等で絶縁破壊に至って風力発電設備がとまった場合は、除外したらどうかというようなものを提示しております。

次の3ページ目ですが、これは冒頭に説明させていただきました定期安全管理審査の考え方です。定期安全管理審査は、事業者が実施した定期検査がきちんとできていたか実施体制を評価するもので、そのイメージを描かせていただいております。最初の3年間はインセンティブがなく、次の3年間も含めた6年間で事業者の実績をみて、その結果をもってインセンティブを与える、与えないというところを評価したらどうかというものでございます。

続きまして、4ページ目のところ、事務局で作業をしているのですが、定期事業者検査が、来年の4月1日から施行されるのですけれども、それに伴い告示とか内規類の改正を行う必要がございます。これを参考として提示させていただいており、資料の参考1が、前回は提示させていただいた定期事業者検査の方法の解釈の項目で、これは、事業者が実

際にどの部分に対して、どういう検査方法で、どれぐらいの周期でやるのかというところを定めようとしているものです。

あと、参考2は、発電用風力設備の技術基準の省令において、どういう技術基準の要求があるのでこの検査を行わなければならないのかということを確認化しなければならないので、それに伴い、今回見直しとするとして提示をさせていただいております。これも、これから4月の施行に向け、事務局で作業をしていくものとなっています。

以上、駆け足でございますが、説明を終わらせていただきます。

○勝呂座長　ありがとうございます。

今の風力発電の定期安全管理検査制度に係るインセンティブと合わせて、定期事業者の検査の方法の解釈の確認と発電用風力設備の技術基準の解釈の新旧を説明していただきましたけれども、何かご意見とかご要望がありましたら、ご質問をお願いします。

どうぞ。

○横山オブザーバー　不可抗力のところの話で、設計を上回る落雷とか突風とかあるのですが、落雷に限っていうと、設計を上回る設計値というのは、IECだとかJISで与えられるものだと思えばよろしいわけですね。

○事務局（正影）　はい。このワーキングでも議論させていただき、発電用風力設備の技術基準の解釈の改正を行って、強雷地域は600C（クーロン）以上、それ以外の地域については300Cとか150Cという形で決まっている技術基準を守っていただくものになっております。

○横山オブザーバー　もう一つは、その値を測定することが義務づけられているのかどうかということと、その測定方法がかなりばらつくという、問題があるのです。それについて、だからだめなのだというような態度ではなくて、そういうような指針とか参考になるようなものは事業者に示すのでしょうか。

○事務局（正影）　今ご指摘をいただいた電荷量をはかることについては、例えばロゴスキーコイルなどをきちんと使って計られている事業者もあったり、そうではないところもあったりと、というのが現状でございます。

あと、事業者に対し指針とか参考となるものを提示するかどうかというところでいいますと、NEDOで、日本型風力発電ガイドラインなど雷についても検討をされており、今現在ある資料としては、それらを参照しながらやっていただくということ、あと、工事計画審査が出てきたときに、風力発電設備を設置する場所が風車の能力を超えるような風が

吹くという場合、第三者機関の審査を受けていただいた上で、国がその内容を確認するというを行なっていますので、そういうプロセスを使いながら確認をしていくということになると考えております。

○横山オブザーバー　これ以上はいいのですけれども、波高値については遠隔の測定とか、少し誤差はあるのですけれども可能なのですが、実をいうと電荷量の測定というのはかなり費用がかかるような設備でないとできないため、そこら辺どういうふうにするのかというのは、もう少し検討した上でやったほうがいいかもしれないですね。これを義務づけると、それ自体で何百万もするようなことになってしまう可能性があります。これ以上は、細かいので結構ですけれども。

○勝呂座長　ありがとうございます。

ほかによろしいですか。

どうぞ。

○石原委員　関連するのですが、要するにインセンティブの付与の条件について、例えば「他からの飛来物等」というのがあるのですが、不可抗力の解釈はもう少し厳密に定義したほうがよろしいかと思えます。耐風設計、耐震設計はきちんと定められた基準があります。例えば、土木学会指針できちんと設計風速や設計地震動を定義しているのです、そういった値を超えるというものが証明されない限りは、不可抗力とは言えないと思えます。不可抗力の解釈を広くすると、何でもありとなり、全部不可抗力になってしまうというのはよろしくないかと思えます。

○事務局（正影）　ありがとうございます。ご指摘を踏まえまして、これから検討していきたいと思えます。

○勝呂座長　ほかによろしいですか。

ということで、今後もう少し細かく詰めていくということにはなると思いますが、よろしく願いをします。

次に、事故事案等の情報共有方法見直しということで、これは事務局から説明をお願いします。

（４）その他

○事務局（正影）　では、続きまして説明をさせていただきます。

資料7という11番目の資料になります。これは、1枚紙になっており、前回のワーキン

グで委員の先生方から、この事故対応・構造ワーキングでいろいろな議論を行い、事故の原因究明をしたりということをやっているのですが、これらの情報について、もう少し活用のしやすさを考えたらどうかということ、あと、情報の提供の仕方をもう少し考えたらどうかというご指摘をいただいております。

それで、事務局から、どのような方法が考えられるのかという点について検討させていただきますという回答をさせて頂いたのですが、その検討結果を今回提示をさせていただきます。

今現在、事故対応・構造強度ワーキングの資料とか議事録については、経済産業省のホームページで公表しております。ただ、公表の仕方として、第〇回ワーキングとかという感じで、資料が1番から順番になっているという形であり、例えば、「ブレード」とか「落雷の対策」というワードで探したいとしても、なかなか資料にたどり着けないというようなことがあったりとか、あと、よくご指摘を頂くのが、実際に資料を探そうとすると、ホームページの随分深いところにあつてなかなかたどり着けないというような指摘です。

そのようなことを踏まえ、目的とするワードを入れたらきちんと情報にたどり着けるというようなことをしたらどうかというのが、最初の蓄積された情報の利用というものになっております。これについては、具体的に検索ができるような仕組みを考えたいと思うのですが、結果次第では、予算措置とかシステムの構築などが必要になってくるので、ちょっと時間がかかるかなと考えている次第です。

次の情報の提供についてですけれども、これは検討したところ、例えばリンクを張っていただくとかというような形で、もう少し広く周知できる方法がないかと考えているものでございまして、例えば風力発電設備について事故が起きるなどして、きちんと点検をしてくださいというお願いをしようとする場合、経産省のホームページに掲載するほか、例えば風力発電協会などの団体に掲載をお願いしますとか周知をお願いしますということを行なっているのですが、それ以外に、例えば風力エネルギー学会のような学術組織みたいなところにもお願いをして、情報の提供というようなことをやったらどうかというので提案をさせていただいております。

こちらについては、我々の努力で取り組みができますので、なるべく早目にこういうことを行ない、情報の提供を進めていきたいと考えております。

以上でございます。

○勝呂座長　　ありがとうございます。

今まで審議したのが、広く伝わってくれてよろしいのではないかと思うのですけれども、意見、ご要望等がありましたらお願いをします。――よろしいですか。

それでは、今後、今説明したとおりで取り組んでいきたいというふうに思いますので、よろしくをお願いをします。

以上で、ちょっと予定よりも早いのですけれども、本日予定された議事というのは全て終了をしました。あと、事務局のほうから連絡があればということをお願いをします。

○事務局（正影） きょうは、どうもご審議いただきまして、ありがとうございました。

次回の日程については、後日、また事務局のほうから連絡をさせていただきたいと思えます。

あと、きょうの議事録ですけれども、後日、経済産業省のホームページのほうに掲載をさせていただくこととなりますので、よろしくお願いたします。

以上でございます。

○勝呂座長 ありがとうございました。

――了――

問い合わせ先

経済産業省商務流通保安グループ電力安全課

電話：03-3501-1742

FAX：03-3580-8486