

新エネルギー発電設備事故対応・構造強度 WG（第 16 回）－議事内容

（平成 31 年 3 月 11 日（月）10：00～12:00 経済産業省別館 3 階 312 各省共用会議室）

○榎本課長補佐 おはようございます。定刻になりましたので、第 16 回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を始めます。

本日は、ご多用の中、ご出席いただきましてありがとうございます。

安田先生がおくれていらっしゃるようですが、本日は 9 名中 7 名の委員の方にご出席いただいておりますので、ワーキングの定足数は満たしております。また、オブザーバーとして日本風力発電協会の海津部長、日本大学の西川教授にご出席をいただいております。また、本日は事故原因の究明の議題に関する説明者として、3 社の方にご出席いただいております。

次に配付資料の確認をいたします。配付資料はお手元の端末でみていただくようになっており、配付資料一覧、議事次第、委員名簿、資料 1-1、1-2、1-3 と参考資料 1、資料 2-1、2-2、資料 3、資料 4-1、4-2 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には、お手数ですが事務局までお知らせください。

傍聴者の皆さまにおかれましては、資料 2-1 の掲載がおくれまして大変申しわけございません。今朝ほど掲載させていただいておりますので、ご確認いただければと思います。

それでは、以降の進行を勝呂座長にお願いいたします。よろしくお願いいたします。

○勝呂座長 おはようございます。きょうも盛りだくさんなのでテンポよく進めていきたいと思っておりますので、ご協力をお願いします。

それでは議事次第の最初で、最近の風力発電設備における事故の原因検証について、まず 3 件を審議したいと思います。白馬ウィンドファームについては進捗報告ということで、残りの 2 件の案件について審議の時間を割いていきたいと思っておりますので、ご協力をお願いいたします。

まず、楚洲風力発電所のブレード折損事故について、沖縄新エネ開発株式会社さんから説明をお願いします。

○説明者（糸数） 沖縄新エネ開発の糸数と申します。説明の前に、このたびは弊社楚洲風力発電所 1・2 号機のブレード損傷事故が発生しまして、関係各位の皆様にはご心配をおかけしましたことを心からおわび申し上げます。本日の説明については当社の主任技

術者から説明させていただきますので、よろしくお願いいたします。

○説明者（上江洲） 沖縄新エネ開発の上江洲と申します。本日は説明の補助として、風車メーカー・日立パワーソリューションズの宮永様、非常用発電機メーカー・ヤンマー沖縄の前城様に同席いただいております。

それでは、楚洲風力発電所1・2号機ブレード損傷事故について報告いたします。

初めに1ページになりますが、設備の概要です。楚洲風力発電所は、沖縄県本島北部の東側に位置する国頭村楚洲地区に建設され、平成17年4月に運転を開始しております。発電所出力は3600kWで、1800kW2基となっております。

続いて2ページ、風車仕様についてです。型式がE66（ENERCON社製）、定格出力が1800kW、ハブ高さが65m、ローター直径が70m、回転数が1分当たり10～22.5回転、風車耐風速規格がCLASSⅡの仕様となっております。

制御方式及び制御電源喪失時の動作について説明します。ヨー制御は、ナセル方向を風向に対して常に正面となるように制御を行うもので、ヨー制御終了時または制御電源喪失時は、ヨーモーターのバネブレーキが動作しナセルが固定されます。

ピッチ制御については、ピッチ角を変化させることで出力制御を行うもので、風車運転時に制御電源が喪失した場合は、ピッチ用の非常用バッテリーからピッチモーターへ電源が供給され、ピッチアウトの状態になった後、ピッチモーターのバネブレーキが動作しピッチが固定されます。また、風車運転停止時は、ピッチアウトの状態でもピッチモーターのバネブレーキが動作しピッチが固定され、制御電源が喪失した場合にはその状態が保持されます。

続いて、3ページの台風24号の概要について説明します。大型で非常に強い台風24号は、左下の経路図に示したとおり、平成30年9月29日から30日にかけて沖縄本島へ接近し通過しました。右下の図に示している楚洲風力発電所から約8.2kmに位置する奥観測所では、9月29日の14時54分に最大瞬間風速53.8m/sの南東の風が観測されております。

続いて4ページ、事故の概要について説明します。9月30日、台風24号通過後の目視点検で、1号機については、ブレードAが180度反転、ブレードCの根元部にクラックを確認しました。2号機については、ブレードB及びブレードBの根元部にクラックを確認しております。非常用発電機については、系統停電発生後、非常用発電機が起動し風車の制御電源が継続して確保されておりましたが、冷却水温度上昇により停止していることを

故障表示で確認しております。なお、当社の保安規程で定められた月1回の巡視点検及び試運転では、異常は確認されておられません。

その他、安全対策として、設備に注意喚起の看板を設置しておりますが、さらなる対策として設備周辺にトラロープを張り、外部からの進入を制限しました。

翌10月1日、非常用発電機メーカーによる点検で、ラジエターの冷却水の減少を確認したため、冷却水を補充し、単体試験を行い非常用発電機に異常がないことを確認しております。この冷却水の減少は、冷却水温度上昇に伴う熱膨張により内部圧力が上昇し、キャップの安全弁が動作し冷却水が外部へ噴出したと考えられます。

その後、10月11日、風車メーカーによるブレード点検で、1号機についてはブレードA根元部の内外部にクラックを確認しております。ブレードBの内部に軽微なクラックが確認されましたが、外側の損傷はございませんでした。また、2号機については、ブレードAのリーディングエッジ内側にブレード外部からの光を確認しておりますが、こちらも外側の損傷はございませんでした。

なお、ブレードのクラックについては、内部からFRPで補修を行い、安全対策を施しております。

続いて、5ページの1号機のブレード損傷状況についてです。左に示した写真が台風通過後の目視点検の状況で、右側がメーカー点検による状況となっております。ブレードAについては、ブレード根元部の内外部にクラックを確認しております。

続いて6ページ、ブレードBについては、ブレード内側に軽微なクラックを確認しておりますが、外側の損傷は確認されておられません。ブレードCについては、ブレードA同様、ブレードの根元部の内外部にクラックを確認しております。

続いて、7ページの2号機の損傷状況です。2号機のブレードAについては、リーディングエッジ内側にブレード外部からの光が確認されておりますが、外側の損傷は確認されておられません。

続いて8ページ、ブレードB及びブレードCの損傷状況です。こちらはいずれのブレードも、ブレード根元部の内外部にクラックが確認されております。

続いて、9ページの台風時の風向風速データについて説明します。データはSCADAと奥観測所のデータを使用しております。黒の実線が奥観測所の最大瞬間風速、赤の実線が1号機のナセル高での最大瞬間風速、青の実線が2号機の最大瞬間風速となっており、点線はそれぞれの風向を示しております。

9月29日の8時ごろ、系統停電が発生し、非常用発電機が起動しました。このとき風車の制御電源は確保されております。その後、台風の接近に伴い風速も強まり、13時ごろ、非常用発電機が冷却水温度上昇により停止し、風車の制御電源が喪失しました。このとき1号機の最大瞬間風速が60.7m/sの東南東の風、2号機の最大瞬間風速が59.4m/sの東南東から南東の風となっております。

その後、さらに台風が接近し、15時ごろ、奥観測所で最大瞬間風速53.8m/sの南東の風が観測されております。このとき1号機、2号機ともに、おおむね正面から風を受ける状態でした。その後、台風が中心が近づくとつれ、一旦風速が弱まり、台風が通過するに伴い吹き返しの風によりさらに風が強まり、21時10分、奥観測所で最大瞬間風速50.2m/sの西南西の風が観測されております。このとき1号機及び2号機ともに、ナセル右後方からの風を受ける状態でした。

続いて10ページ、最大瞬間風速の推定について説明します。最大瞬間風速は、1号機及び2号機のナセル高での最大瞬間風速と奥観測所で記録されている最大瞬間風速の相関関係により求めました。真ん中の左の図が1号機と奥観測所、右側の図が2号機と奥観測所の相関関係を示すもので、それぞれの近似式から、台風通過前と台風通過後の最大瞬間風速を求めた結果が下の表になります。

台風通過前の15時、奥観測所で観測された53.8m/sの最大瞬間風速に対して、1号機では68.7m/s、2号機では71.1m/s、台風通過後の21時10分、奥観測所で観測された50.2m/sの最大瞬間風速に対して、1号機では64m/s、2号機では66.4m/sの最大瞬間風速が推定されました。

続いて11ページ、台風通過前、通過後の風車状態及び風況状況について説明します。台風通過前の9月29日の15時、風車のナセル方向は、1号機が東南東、2号機が東南東から南東、右の図でいう白い矢印がこれに相当します。このときの最大瞬間風速と風向は、1号機で68.7m/sの南東の風、2号機で71.1m/sの南東の風、右の図でいう青い矢印がこれに相当し、このとき1号機、2号機ともにおおむね正面から風を受ける状態でした。

台風通過後の9月29日の21時10分、風車のナセル方向は、制御電源が喪失していたため台風通過前と同じ方向となります。このときの最大瞬間風速と風向は、1号機で64m/sの西南西の風、2号機で66.4m/sの西南西の風、右の図でいう赤い矢印がこれに相当し、このとき1号機、2号機ともにナセル右後方からの風を受ける状態でした。

以上のことからブレード損傷の原因推定についてまとめますと、12ページに示すとおり、

台風通過前は非常用発電機から風車の制御電源が確保され、ヨー制御により常に正面からの風を受けていたため、ブレードの損傷はなかったものと考えられます。今回のブレード損傷の原因は、非常用発電機が冷却水温度上昇で停止したことにより風車の制御電源が喪失したため、ヨー制御が不能となりナセルが東南東から南東方向に固定された状態で、台風通過後にナセル右後方からの風車の耐風速である 59.5m/s を超える風を受けたことにより損傷したものと推定されております。

続いて 13 ページ、非常用発電機停止の原因について説明します。非常用発電機は 1 号機の南側の電気室建屋に設置されておりまして、電気室建屋は系統連系盤、非常用発電機、燃料タンクが設置されており、周辺には排風ダクト、防風板、吸気口、換気扇等が取り付けられております。

続いて、14 ページの非常用発電機についてです。非常用発電機は、発電機容量 80kVA、発電機部の冷却方式が空冷式、エンジン部の冷却方式がラジエター冷却となっており、右側に示したのが非常用発電機の外形図となっております。

続いて、15 ページの排風ダクトと防風板について説明します。排風ダクトについては、左下の写真の緑色の丸で囲んだものが排風ダクトとなっており、その周りに防風板が取り付けられております。右下の写真がその拡大写真となっております。排風ダクトと防風板の寸法については、右上の図に示したとおりとなっております。

続いて 16 ページ、排風の流れ及び冷却水温度について説明します。左側に示した図が平常時の状態で、非常用発電機から排出された排気は、排風ダクトを通り、防風板の上下から排気する構造となっております。このとき冷却水の温度は約 70℃で飽和しております。

右に示した図は暴風時の推定となっております。暴風時は、排風口に暴風が直接吹き付け、冷却空気の屋外への排気が困難であったと推定され、これに伴い冷却水の温度が上昇し、結果として上限値である 105℃に達し、非常用発電機が停止したものと考えられます。

以上のことから、非常用発電機停止の原因推定についてまとめますと、17 ページに示しているとおり、非常用発電機停止の原因は、非常用発電機の冷却ファン排風口に暴風が直接吹き付けたことにより冷却空気の屋外への排気が困難となり、ラジエターの冷却機能が低下し、冷却水温度上昇により非常用発電機が停止したものと推定されます。

続いて、18 ページの復旧方法についてです。ブレードの修理による復旧は可能ですが、輸送と修理による費用を踏まえるとコスト高となることや、工期も長期間となることが予想されるため、ブレード取り替えにより復旧を行う予定です。

最後に 19 ページ、再発防止対策についてです。冷却ファン排風口に暴風が直接吹き付けることがないように対策することで、再発防止を図ろうと考えております。具体的には案 1 に示しているとおり、屋外への排気ではなく屋内へ排気し新たに排気口を設けることや、案 2 のように、暴風が直接排風口に吹き付けることがないように防風壁の設置等について検討を行っております。

報告は以上となります。

○勝呂座長　ありがとうございます。

それでは、ただいまの報告についてご質問等お願いします。

○青木委員　かなりの強風を受けたということで、臨時点検として本体とボルトの緩みは調べられましたか。

○説明者（上江洲）　台風後の点検ではそこまでの点検はしてないのですが、定期点検とか定期事業者検査の中での点検は行って、問題ないことを確認しております。

○勝呂座長　逆にいえば台風でこういう事故が起きて、その後には点検していないということですか。

○説明者（上江洲）　台風被害を受けた後に伴う点検は行っておりません。

○勝呂座長　そこはしたほうがいいのではないかという気がするのです。

○説明者（上江洲）　そこは点検することで考えたいと思います。

○勝呂座長　ありがとうございます。

どうぞ。

○奥田委員　建築研究所の奥田です。2点あります。まず、今回の実際風速は測定器で測定できていなかったということで、推定がなされているのですが、その推定値が今回は CLASS II の設計風速を超えたということだったのですが、そもそも CLASS II を設計で決めた根拠はどういうことだったのですか。

○説明者（上江洲）　予備資料の説明をさせていただきます。CLASS II の選定の件については、平成 15 年からこの事業計画は進んでおりまして、当社の過去の資料を確認したところ、平成 15 年 7 月から 8 月に一括発注という形で風車メーカー 7 社に見積もり依頼を行っています。そのときの主な内容としては、1500 から 2000kW 級の風車 2 台、適用規格基準の遵守、台風速は IEC CLASS II 以上ということで見積もり依頼を行っております。その下に書いているとおり、15 年 8 月に 3 社は見積もり辞退がありまして、4 社から見積もりを受けております。そのうち 2 社が CLASS I で提案されていまして、CLASS II の提案が 2 社

となっております。

その後、当社の社内で機種選定委員会がございまして、事業採算性、安定性、持続性等総合的に勘案して、今回の ENERCON 社製の CLASS II に決定したという経緯がございまして。また、建設に当たって平成 16 年当時の電気工作物に関する建築基準法とか電気事業法のものについても、適合ということで確認しております。

○奥田委員 根拠としては当時の建築基準法で定めている、基準風速から算定される風速で大丈夫だろうと考えたということではないですか。

○説明者（上江洲） その考えでよろしいです。

済みません、風車メーカーから若干補足させていただきたいと思います。

○説明者（宮永） 実際 CLASS II ということで 59.5m/s になりますが、現地の風況状況とかサイトの固有条件がございまして、CLASS II 以上の実際は性能計算を行っております、数字でいうと 85m/s となりますが、問題ないことを検証しているということで、必ずしも 59.5m/s という数字そのもので全て計算したものではございません。

○勝呂座長 ちょっとわからなかったのは、今の 85m/s というのは。

○説明者（宮永） 構造の計算としては工事計画届けに記載しておりますが、数字としては 59.5m/s を鑑みまして、あと沖縄県の基準風速が 46mm/s というのがございまして、そちらを考慮した数字で評価したものでございます。

○勝呂座長 ということは、タワーは 85m/s で設計されているということですか。

○説明者（宮永） 物としては CLASS II 以上ということになりますが、85m/s を考慮して検討したということになります。

○勝呂座長 ここが壊れているのは風車ですよね。風車は 85m/s ではしていないのですか。ブレード。

○説明者（宮永） たしか構造物とブレードのほうも。一応タワーのほうですね。

○勝呂座長 もう 1 点、その前の資料で、スペックで例えば見積もり依頼をしたということで、購入仕様書みたいなもので IEC の CLASS II 以上というのを出していますね。これは何で CLASS I ではなくて CLASS II だったのか。特に風技だと現地の風況に適した、いわゆる風圧に耐えるような風車をつけなさいという書き方がありますね。それからいくと例えばあの周辺は、その前の宮古の事故でも 80 数 m/s の風が出ています。それなのに、ここで CLASS II の仕様をつくって引き合いをとったというのは、どういう理由なのですか。

○説明者（上江洲） 当時の担当者が今はいないので私の考えになりますが、当時は沖

縄県に入っている風車は、CLASS II 以上のものが入っていた経緯もございます。沖縄には CLASS II でも導入できるというところで、その仕様の中に CLASS II 以上というふうにしたかと思えます。

○勝呂座長 それは調べればわかると思いますが、土木学会の指針とか建築学会の建築基準法ベースでやると、高風速がくるというのは平成 15 年だったらわかっていたのではないかという気がしたのです。

○説明者（上江洲） 宮古の大きな事故が 15 年 9 月ぐらいだったと記憶しております。確かに今おっしゃったとおり強い風がくるところもありました。結局そのときの原因が何だったのかというのが、恐らく 16 年か 17 年ぐらいに沖縄電力さんが公表されていたかと思えます。当時は CLASS II 以上のもので選定したところがございます。

○勝呂座長 どうぞ。

○奥田委員 できれば、そのときの設計図書などを開示、公表してもらえないですか。CLASS II でいいとした根拠というか、どういうことに基づいて設計されたのか知りたいです。何かそういう設計図書を示すことはできないということですか。

○説明者（上江洲） こちらにも書いているのですが、なぜ CLASS II かということについては、当時は CLASS II がいいのか CLASS I がいいのかという議論まではしてなくて、あくまでも事業採算性、安定性、持続性で、結果的として CLASS II になったところがございます。

○勝呂座長 仕様見積もり依頼を出したところに決めるための見積もりのスペックを、どうやって決定したかを聞きたいということですよ。それを開示できないかというお願いなのです。

○説明者（上江洲） 仕様書に書いた CLASS II、なぜ CLASS II 以上と書いたのかということでしょうか。

○勝呂座長 そうです。

○説明者（上江洲） 私も過去の資料を確認したのですが、仕様書でしかこれに載ってなくて、なぜ CLASS II 以上にしたかというのは、私のほうでも不明なところがございます。

○勝呂座長 よろしいですか。

どうぞ。

○奥田委員 もう 1 点は非常用電源の件ですが、ここでは原因として非常用電源がオーバーヒートでとまってしまったために制御できなくなって、こういう損傷が起きたという



ことだったのですね。これは非常用電源に依存しないと、この風車自体は制御不能になって、こういう事故が起こってしまうという構造であるという認識でよいですか。最後はどうしても非常用電源がないと安全性は担保できない構造であったと考えてよいでしょうか。

○説明者（上江洲） 沖縄の場合ですと、台風地域ということもありまして、CLASS II 以上の暴風が想定されるということで、CLASS II の風車については、結果として非常用発電機がないと今回のような事故が起こるのではないかと考えております。

○奥田委員 これは設計の考え方として聞きたいのですが、それがなくても大丈夫という設計をしていたのか、そうではなくて CLASS II なので、何とか非常用電源に頼る設計を考えたのですか。

○説明者（上江洲） 先ほどお話しした宮古の倒壊の後に、最終的な結果として宮古でも制御電源がなくなって CLASS II の風車が損傷を受けたということがあって、その中で沖縄電力さんが公開した報告書の中で、停電時でもバックアップ電源をもたす対策を検討していくということもございまして、今回の楚洲のものについては、停電時でも制御できるものとして導入したということもございます。

○奥田委員 質問の仕方がまずいのかもしれないのですが、私が聞きたいのは、非常用電源がなくても安全が担保できる構造であったのか、それとも、この風車の構造として非常用電源が必要不可欠であったのか、どちらなのでしょう。

○勝呂座長 もう少し具体的にいうと、例えば JIS の強度設計をなさいよという一覧表の中に、非常用電源がなくても全方向の風で羽根にしてタワーにしてももちますよという設計をなさいよという検討項目と、それから常に風向きに追従してヘザリングの位置にブレードがあれば羽根は折れませんというので、非常用電源を常に動かせるようにするという形の強度設計をなさいよという、2つのケースがあると思うのです。その両方とも検討しているか、していないかというのが今の質問だと思うのです。

○説明者（上江洲） 当時は非常用電源があって、停電時に非常用発電機からヨー制御を行って常に正面から受けるような設計とはなっていません。当時の建築基準法とか電気事業法の計算の中では、そういう評価はしていません。

○奥田委員 ということは、非常用電源はプラスアルファというか、なくても一応ここでは、CLASS II の風に対しては安全であるという設計であったということですか。

○説明者（上江洲） そうでございます。

○勝呂座長 そうすると 11 ページの風の 68.7m/s とか、2号機の 71.1m/s というの

は、さっきいった CLASS II の 59.5m/s から比較すると、ちょっと高いというか相当高いわけですね。この赤い矢印の風だとほぼ真横、いわゆる青い矢印の風から赤い方向に変化しているから、真横から受けた可能性がすごく高い。タワーは 80m ぐらいで設計していた。だけど羽根のところに関しては 59.5m/s ぐらいなので、言い方は悪いですが、これは計算どおり壊れたという形になっているということですか。

○説明者（上江洲） 今あるデータから推定したものと、そういう結果になったということでございます。

○勝呂座長 今度の対応策として、これは羽根が飛んでいないので公衆安全云々のというのはあれですが、ディーゼル発電機のカバー、冷却ができなくなるようなことはないというシステムに今度しますよということでしょう。強風のときもちゃんと流れるようにすれば。

○説明者（上江洲） そうです。

○勝呂座長 そのときにこれだけ重要な機器で、例えば非常用電源のバックアップとか、すぐとまったときにアラームを出してとか、遠隔で指示を出して誰かが行って再起動させるとか、そういうことに対応するような対応策は考えなくていいのですか。

○説明者（上江洲） 当社の中で非常用発電機の運用をしていくような体制は、今後検討していく必要があるかと思います。

○勝呂座長 ほかに。

○奥田委員 非常用電源についてお伺いしたいのですが、今回は非常用電源を入れてから 5 時間ぐらいでとまったということですが、そもそも防風柵をつけた状態で、通常時で何時間ぐらいの運転を確認されていますか。

○説明者（上江洲） 約 2 日ぐらいです。

○奥田委員 ということは通常時であればそれで適切に動いたのだけれども、強風時では 5 時間しかもたなかったということですか。

○説明者（上江洲） そういうことになります。

○奥田委員 ということは風の影響もあって、うまく熱を外に逃がすような形になってなかったということですね。

○説明者（上江洲） そうです。

○奥田委員 それで案が幾つか示されているのですが、私もどれがいいですよとすぐに推薦できるわけではないのですが、沖縄だと非常用電源というのはあちこちでも使われて

いると思うので、いろいろなところを調べられて、非常時に動作する形のものを考えていただければと思います。

もう1点は、ブレードを交換するという話だったのですが、このブレードは CLASS I にされるのですか。

○説明者（上江洲）　今回と同じものへの取り替えになります。

○勝呂座長　そうすると、また起きる可能性がないとはいえないのかなというのが心配だと思うのです。

○説明者（上江洲）　それで今回は非常用発電機の冷却機能が低下しないような対策を検討して対応していきたいと考えております。

○勝呂座長　J I S の D L C (Design Load Condition) といつか、デザインロードケースの 6.1 とか 6.2 というのが具体的にありますね。あの中で例えばこの羽根でフェザリングをとっておいて、それでフェザリングができていくという担保と、それからヨー駆動装置がちゃんと風に追従して運転される。その2つがあって、そのときに例えば 80m/s なら 80m/s の風がきても、フェザリングの方向で動いていけばブレードは壊れないということが担保できれば、CLASS II の羽根をつけたままでもいいのではないかと思います。その説明をつけていただければと思います。それで先ほど奥田委員がいわれましたが、非常用電源がとまらないために、こういうことをやったという報告をいただきたいと思いますが、よろしいですか。

○説明者（上江洲）　はい。

○勝呂座長　ほかにございますか。

○安田委員　今回、CLASS II という台風対策に十分でない風車に対して、非常用電源という別のリスク低減の要因を下げたということですが、それが台風、強風で非常用電源が動かなかったということで、同一要因なのですね。勝呂座長がおっしゃったように、同一原因によるリスク低減をどうするかということをもう少し詳しく対策を検討していただければと思います。特に当該風車だけではなくて、御社がおもちの風車は全て台風多発地域に立っていると思いますので、ほかの発電所がどうであるかということも含めてご検討いただければと思います。

○勝呂座長　よろしいですか。

○説明者（上江洲）　わかりました。

○勝呂座長　それでは、これで審議を終わりたいと思います。それでは説明書をいただ

いて、委員の皆さんに送るということでよろしいですか。

○青木委員　この現状と案2はどこが違うのでしょうか。本当に排気をとめたくないのであれば必ずどちらかが風下になるようにすべきではないでしょうか。これはどうみてもコスト的に案2が採用されそうなので、その辺の排気をとめないというところをもう一回検証していただきたいと思います。

○勝呂座長　よろしくをお願いします。

それでは、どうもご苦労さまでした。

○榎本課長補佐　今回も電源装置の問題がありましたが、これについては昨夏、非常にクローズアップされておりますので、電源装置と風車の制御の問題は、国のほうでも水平展開を考えてまいりたいと思っております。

○勝呂座長　ありがとうございます。

それでは、2番目に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、前回1月のワーキンググループでも報告があった事故になります。資料は1-2で淡路市より説明をお願いします。本ワーキンググループを最終報告という予定にしておりますので、よろしくをお願いします。

○説明者（新阜）　それでは、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報告いたします。私は淡路市産業振興部の新阜と申します。よろしくをお願いします。

今回は前回に引き続いての報告ですので、既に報告した部分は要点だけとして、新たな部分を主に報告させていただきたいと思います。お手元に資料があるかと存じますが、報告については前のスクリーンに映し出された映像で説明しますので、そちらをごらんください。

最初に、1番目として設備概要と事故概要について報告します。前回までは倒壊時間を未定としていましたが、平成30年8月23日22時57分と推定しました。これは後ほど申し上げる周辺で起こった事象、また現場調査や解析による倒壊シーケンスにより推定されたものであります。上側が風車の倒壊状況の写真、下側が風車以外の施設の被害状況です。下側の写真2枚で、2本の構内柱が折損または倒伏している状況がみえます。また、22時57分に関西電力から配電を停止しております。これが先ほどの倒壊時間の推定要因の1つであります。

次に、大項目の2番目の風車の運転状況と管理体制について報告いたします。これにつ

いては前回の報告の際に委員の方からご質問があった点についても報告いたします。報告書にも一部触れておりますが、所有者の淡路市と管理者の(株)ほくだんの管理体制について時系列で申し上げますと、風車が建設された平成14年度時点では、淡路市の担当者が風車の日常的な運転管理を行っていました。当時は淡路市に合併する前の北淡町であり、この風車が建設された平成14年度より前である平成10年度から、(株)ほくだんは北淡町の第三セクターとして震災記念公園の管理者でありましたが、平成14年度の風車建設時点では北淡町の直営による管理としておりました。その後は、平成17年度に淡路市が合併により発足し、その次の年の平成18年度から指定管理により、(株)ほくだんに風車の管理を移しておりました。

その際に、担当者同士で風車に関する技術継承がどのように行われたかですが、これについては取扱説明書を渡すほかは、一般的な操作説明として、電源が切れた場合にどのように復旧するかなどの説明程度しかありませんでした。

なお、平成18年度当時における(株)ほくだんの組織人員は55人、その後、年々減少し、平成30年度は12人となっております。5分の1程度の人員に減少となっております。これは(株)ほくだん自身の事業を縮小させたことなどによる原因であります。

また、保安管理業務の契約内容については、特殊な風力発電設備を除いた施設一体の電気設備の保安管理になり、実際の契約内容、契約書の条文でも、発電設備のうち電気設備以外である電気工作物として風車の専門的な部分については、契約、業務の対象としないことが定められております。

次に保守点検についてです。こちらは報告書で触れたとおり、遠隔監視を含めた日常管理を含まないもので、風力発電設備の年次点検、項目によっては半年点検となっております。

次に大項目の3番目、運転停止から事故発生時までの風車の状況について報告いたします。遠隔監視装置を分解した結果、今回新たに平成29年11月24日から25日の時点で制御油ポンプモーターが停止している可能性があることが判明しました。また、管理者と保守点検者の保守点検契約ですが、こちらは平成29年3月の保守点検を最後に実施されませんでした。この状況と運転記録等との時系列をまとめたものが下の図となっております。

ここで、申しわけありませんが資料の訂正がございます。下側の日付で、右から2番目に「H30.1.25」とありますが、1月15日に訂正をお願いいたします。

図に戻ります。左から、平成29年3月が最後の保守点検で、これ以降保守点検は実施さ

れておりません。この右が平成 29 年 5 月の故障による運転停止、その右の平成 29 年 11 月が遠隔監視装置に残された最後の運転記録、その右の平成 30 年 1 月が記録上における最後の電源「入」で、これ以降は電源が入れられた記録がなく、そのまま風車の事故が発生した状況にあります。

次に、主電源用開閉器です。電源については、所有者、管理者、保安管理業務外部受託者は「入」にしておくべきとの認識がなかったため、「切」の状態では放置されていたと前回までに報告しております。また、保安業務管理外部受託者の業務においては、その状態が報告書に記載されていませんでした。

次に、大項目の 4 番目として倒壊に至る物理的要因の究明について報告します。まず現地調査ですが、10 月 29 日と 30 日に事故風車のナセル・ブレードの調査をしました。調査の結果ですが、風車倒壊時点での風車のピッチとヨー角度は特定できませんでした。ピッチ制御に関しては、事故発生時点を含め制御ができていなかったと推定しました。ヨー制御に関しては、事後発生時に制御ができていなかったと推定しました。

この結果も踏まえ風車倒壊についてのシーケンスについてですが、まず風向・風速の評価を解析し、一方、現地の基礎部分の実耐力の評価を解析し、さきに得られた風況データから荷重を解析し、それらのモーメントを比較した上で、先ほどの現地調査結果も突き合わせて倒壊シーケンスを推定しました。

まずは風向・風速等の評価ですが、当風車には風況データがないため、付近のサイトのデータを利用して解析を行いました。解析については非線形風況予測モデルを用いました。また、下側の左側が粗度の分布、右側が標高の分布でございます。

解析の結果ですが、下の図の左側が風速の時間の変化、右側が風向の時間変化で、23 時の 1 時間ほど前から風速は急激に大きくなり、風向についても 1 時間で 180 度近く変化しております。また、乱流強度についてですが、複雑な地形の影響を受け、右側の図にあるようにべき則で求められた黒の破線より大きく解析結果が出ました。こちらは 23 時時点での解析結果で、風速 25.6m/s、風向 172.8 度、乱流強度は 26.4%でした。

一方、耐力の評価については、現場で試験材を採取し、強度試験を実施しております。左側の表がコンクリートの試験結果、右側の表が鉄筋の試験結果で、結果としては所定の強度を有しておりました。

次に、この試験結果を用い、耐力評価を行いました。解析については FEM 解析を用い、先ほどの現地の材料の強度試験結果や材料のもつヤング係数等の材料定数を用い、解析を

行ったところでございます。結果は右図のとおりですが、実際の鉄筋等の強度から推測される耐力は3万6584kNmトンとなりました。

次に風荷重の評価ですが、先ほど解析により求められた風況データをもとに解析を行いました。右の図は横軸をピッチ角、縦軸をタワーのベース部、実際の事故により破断された部分に作用する荷重としており、赤線で耐力評価により求められた実耐力を表示しております。結果、ピッチ角が18度より小さいときには、先ほど求められた3万6584kNmの実耐力を超えることが判明されました。

次に右の上の図、タワートップに働くねじれモーメントですが、10分間の最大値はヨーモーターのブレーキトルクを大きく超過する結果となりました。また、10分間の時系列波形が下側の図であり、交番荷重であることから、旋回運動につながらないようにもみえませんが、すべりの蓄積や風向の変化に伴ってナセルが徐々に遷移し、倒壊が進むにつれて風下方向に旋回したと考えられます。

これから推定された倒壊シーケンスは、1つ目は、長期間の電源供給停止により、油圧が抜けて、ピッチのフェザー位置保持能力とヨーブレーキ保持能力は喪失しており、風荷重等の外力により動き得る状態であった。2つ目は、風車が南寄りの風を受け、ローターが回転を始め、高速回転となった。3つ目は、高速回転に伴い、風車にかかる風荷重は基礎の実耐力を超過し、鉄筋が破断した。4つ目は、タワーの倒壊に従って、ナセルは風下（南側）に回転し、南向きになって地面に激突したということでございます。

最後に、倒壊原因と再発防止策についてご報告します。調査の結果得られた倒壊原因と再発防止策は、解析結果等から基礎は設計どおりの耐力を確保できており、風車が過回転状態になると、タワー基部に作用する転倒モーメントが基礎の実耐力を超えることが判明しました。すなわち、今回の風車倒壊事故は、事故時に電源供給が断たれていたため、風車の制御ができない状態となっていた。長期電源停止によりピッチ制御の油圧が保持力を失い、台風の風によりローター回転数が急激に上昇した。ローター回転数の急上昇に伴い風荷重が増大し、タワー基部に作用する転倒モーメントが基礎の実耐力を上回って、風車倒壊に至った、ということでございます。

すなわち、倒壊原因は、風車が制御できない状態になったのは、風車が故障し、廃止を決定した以降、風車への制御電源の供給を長期間途絶えさせてしまったことが大きな要因であると判断されます。

では、どのような原因であったかを申し上げますと、大きくは誤認識と情報共有の2つ

に原因があったと考えられます。では、どのような誤認識があったかですが、廃止決定以降、保守点検業者による定期点検の必要性を認識していなかった。風車は故障しているので主電源用開閉器は「切」にしておくべきと認識していた。主電源用開閉器が長期間「切」となった場合のリスクを認識していなかった。これら3つの誤認識が挙げられます。

もう1つの原因として挙げられるのが、情報共有の問題です。どのような問題があったかを申し上げますと、保安規程による月次点検の際に風車に制御電源が供給されていないことを把握し、管理者に対して口頭で確認しておりましたが、点検報告書にはその旨を記載していなかった。アの誤認識があったために、所有者・管理者は保守点検業者との定期点検契約を継続しなかったため、保守点検者との情報共有の場がなくなり、長期間の電源供給停止により、ピッチ制御ができていない状態を発見する機会を失った、という2点でございます。

事故発生以降、管理体制、調査などのヒューマンファクターの面、現地調査、解析などの物理的要因の調査を重ねてまいりましたが、結論としては、この2点が倒壊原因であるという結論に至ったところでございます。

では、この2点の問題について再発防止するためにはどのような対策が必要なのか、また、事故を未然に防止するためにはどのようにすべきであったのかを申し上げますと、誤認識に対しては、1つ目として担当者への教育、2つ目として風車の運転をどのように行うのか、この2点が対策として必要と考えます。

1つ目の担当者の教育とは、まず所有者の責任として、担当者には風車の安全管理に関する知識をもたせるということ。また、そのために保守点検業者によるOJTを受け、かつ製造者による風車運用保守研修を受講させることが必要と考えます。

2つ目の風車の運転については、2つの方法が考えられ、いずれかの方法での対策が必要と考えられます。その1つ目は、運転責任者を指定した上で、先ほどの担当者から教育を受けるという方法、または保守点検契約の内容に運転監視を付加した上で、保守点検業者により運転を行うという方法が考えられます。

つまり今回の事故原因の一つである誤認識の対策を簡潔にいうと、1点目として、所有者である淡路市の担当者への教育を行うこと。さらに運転については、(株)ほくだんの運転責任者への教育を行うか、または指定管理制度によるような運転管理はせず、保守点検業者である(株)きんでんによる運転を行うかが対策として必要と考えます。

次に情報共有の問題についてです。これについても2点の対策が必要であると考えます。



1つ目は保安規程の修正、2つ目は点検結果の情報共有をどのように行うのか、この2点が対策として必要であったと考えます。

その1つ目の保安規程の修正とは、保安規程の細則において、風車の制御のために必要な電源が喪失した際には、定期点検の報告書に記載し報告することを定め、保安管理業務外部受託者はこれを確実に実施するという点。2つ目の点検結果の情報共有とは、保安規程の細則において、管理者は定期点検で指摘を受けた事項を所有者に報告することを定める。所有者は、その報告を受けた担当者が上司（運転責任者）に報告する体制を整える。また、保守点検業務の点検結果についても同様とする、という2点でございます。

つまり今回の事故原因の一つである情報共有の問題に対する対策を簡潔にいうと、風車制御に必要な電源が喪失した場合、このような場合は報告書による報告を行うことを保安規程の細則に定め、さらに、そのような報告が所有者である淡路市、また運転責任者へと報告される体制を整えるというものです。また、保守点検業務についても同様の連絡体制を図らなければならないと考えます。

以上が、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の報告となります。

○勝呂座長　　どうもありがとうございました。

それでは、ただいまのご説明に関してご意見、ご質問等ありましたらお願いします。

○安田委員　　倒壊原因と再発防止に関して、ヒューマンファクターが多いという結論まで導いていただきまして、ありがとうございました。一番問題なのは今後再発防止で、特にほかの自治体風車さん、古い風車をおもちの所有者さんへの注意喚起というのが重要だと思います。そういう点で少しリクエストをさせていただきたいと思います。

原因や責任の所在を明らかにするために、最終的な報告書で、文章の中にちゃんと主語を入れていただきたいのです。例えば5-1の倒壊原因、アの誤認識ですけれども、廃止決定以降これこれに対して認識していなかったのは誰かということなので、これは「所有者は」、それから次の風車は故障しているのでこれこれと認識していたというのも、これは誤認識していたということでしょうけれども、これも「所有者は」ないし、いずれにしても現場の担当の方に丸投げをするのではなくて、所有者に最終責任があるということを明記していただきたいと思います。アの3番目の丸ポツも、「所有者は」という主語を補っていただきたいと思います。

それから、イの情報共有の問題ですが、点検報告書にはその旨を記載していなかったと

いう主語は、恐らくこの場合のケースでは、受託されている関西電気保安協会様だと思いますが、それも前回申し上げましたように契約書でどう書いてあるかですので、契約があったのにそれを怠っていたのか、それともそもそも契約がなかったのか。特に今回のケースでは、風車の点検はきんでんさん、風車以外の電気設備に関しては関西電気保安協会さんと切り分けがされています。ということは、その切り分けを行ったのはどういう判断からかということになります。最終的には所有者の責任ではないかというのが推測されます。これも契約書をみてみないとわからないのですが、そういう点で最終的な報告書には、倒壊原因、再発防止に対して何々はという主語を必ず書いていただければと思います。

○勝呂座長 アドバイス、ありがとうございます。

ほかにございますか。

○奥田委員 細かい話ですが、最終的に過回転が生じただろうという推測を立てたのだと思います。倒壊するまでに長期間の無停電状態だったということですが、その間に風車が回転している目撃はなかったということですか。

○説明者（新阜） 誰もみておりませんでした。

○勝呂座長 今のご質問は、この事故に関して、それとも前の時間的にずっととまっている何か月間に少し動いていたことがあったかとか、そういうことも含めてですか。

○奥田委員 昨年1月25日に最後の電源を確認した後は、ずっと電源が入っていない状態だったという説明を受けたのですが、その間で風車が回転をしていたという確認はなかったのでしょうかという意味です。

○説明者（新阜） それはありましたが、8月23日の23時の前の1時間は確認しなかったということでございます。

○奥田委員 ということは、そういう形で制御されない状態で風車が回転していたことは認識していたということですね。

○説明者（新阜） はい。

○勝呂座長 そのあたりもさっきの報告書の管理の中で、例えばちょっと回っているというのは、どこか異常かなというのを感じておく必要はなかったのかというのが気になりますね。

ほかによろしいですか。

○青木委員 4ページ目、報告書の書き方だけの問題ですが、表4-4の接合部耐力は、鉄筋の降伏点で計算した値ですか。そうであれば、これを超えたからすぐに鉄筋切れて倒

れるという意味ではなくて、現象としては引張強さを超えて鉄筋が破断して切れる、倒れるという現象なので。そうだとすると図 4-17 は途中で切れているのですが、これは最大値をちゃんと書く必要があります。この赤い線は単に降伏したという線なので、破断強度は左上の試験結果をみると、降伏点が 370 に対して引っ張り強さは 550、ほぼ 1.5 倍、硬化ひずみに入ってそれで切れているから。この赤い線の大体 1.5 倍も線を引いてもらって、それが引張強さなので、そこを超えたから切れて倒れる。そういう報告書の書き方にしないと、単に降伏を超えて倒れるわけではないので、そこの書き方を工夫してください。

(後日、鉄筋の引張強度による保有耐力であることが確認され、報告書の修正は不要とした。)

○勝呂座長 よろしいですか。

○説明者(新阜) はい。

○勝呂座長 どうぞ。

○弘津委員 今回の所有者さん、管理者さんは、風車だけを専門に扱っているところではなくて、いろいろなものを管理している中の 1 つが風車だったということだと思います。その意味では例えば今回こういうワーキングでやっている議論を継続的にフォローして、自分のところに水平展開していくことは、風車だけを専門に扱っている会社さんに比べると、やり続けていくことは非常に難しいのかなと感じております。そういうことも含めて専門家と契約して最新知見、例えばこれから出てきますが、ハッチが外れるようなことが起きないだろうとか、そういうことを随時反映していけるような体制を築かれることがよろしいのではないかと感じました。

○勝呂座長 ありがとうございます。

いろいろな意見をいただきましたが、先ほどの楚洲の際にも事務局から提案がありましたが、この件に関してこれを全国に水平展開するというので、国のほうで水平展開について検討いただいて、次のワーキンググループで報告してもらいたいと思いますが、それでよろしいでしょうか。

それでは、本件について淡路市さんありがとうございました。今の質問に関する回答を作成していただいて、この報告は終了したいと思います。よろしく願います。どうもありがとうございました。

次は、議事次第の 3 番目の白馬ウィンドファームのブレード折損事故について、資料 1-3 で説明をお願いします。この説明は、冒頭にいいましたが中間報告なので、何かアドバ

イスをとということで委員の皆さんにお願いしたいと思います。よろしくお願いします。

○説明者（中山） それでは、白馬ウィンドファームの中間報告ということで発表させていただきます。事故の概要は前回ご説明しましたが、昨年9月4日に台風21号で17号機のブレードが折損したという事故に対して、ことしの1月21日に第15回ワーキンググループで報告させていただきました。それ以降2月に弊社内で事故調査委員会を立ち上げて、現在、鋭意その対策について検討中であります。本日の説明については、事故調査委員会の副委員長をしている出口から詳細な説明をさせていただきますので、よろしくお願いします。

○説明者（出口） （株）きんでんの出口でございます。よろしくお願いいたします。

それでは報告させていただきます。中間報告についてです。目次は以上のようになっております、11項目ご報告させていただきたいと思っております。

1つ目は風車選定のプロセスです。これは補助金をいただいて事業化した案件でございまして、そのときの資料を確認しました。その中で風車の選定については、信頼性の面とか事業性を主に注視されておりました、残念ながら耐風速の項目については発見されませんでした。これは2005年のことになっておりました、その後、補助金申請をしております、2006年に風車は発注されております。

その後、2007年に建築基準法が改正されまして、その他工事計画等を出しますが、最終的には2008年の段階で性能評価しまして、国土交通大臣の認定を取得したという形になっております。これは直接選定には関係ないのですが、このサイトは2009年に一度ブレードが折損しておりました、そのときに事故原因を究明して、一部製造時の接着不良がありますので、これについては全数ブレードを交換したという形になっております。風車の選定については、残念ながら発電電力量を重きに置いたということでございます。

今回の風車が、法的にどういう枠組みになっていたかを、図にあらわしております。全体としては風技が包含するのですが、この風車の場合は、ナセル、ハブ、ブレードについてはIECに準拠しております、タワーから下、これは風力発電機の支持物になりますが、支持物であるタワーと基礎については建築基準法に準拠しながらやっているという形です。

風車のほうは、前回もご指摘いただきましたが、型式認証についてはどうだったかということで、これもGEさんともども調べました。これは1.5s1eというタイプですが、50ヘルツ機種と60ヘルツ機種がありまして、設計評価については50も60も両方とも取得し

ている形でございます。型式認証は 50 ヘルツのものだけになっておりました。

それでは 50 と 60 は何が違うかというところを確認しました。荷重条件等については両方とも評価を受けており、機械としては、周波数が違うこともあるのですが増速機、発電機、モーター・ギア類、照明器具については仕様が違いますが、基本的な安全性能については 50 も 60 も同じであったという形でございます。

次が型式認証の取得状況という形で添付しております。もともと風車のナセル、ハブについては耐風速が 55m/s しかないということですが、どれぐらいの風に耐えられるのかということで改めて検証しました。ナセル、ハブについては、Ve50 という形では 55m/s（3 秒平均値）に対して、全方向から風を受けても安全上問題がないという形になっております。風の受け方で、どの程度耐風速があるかというのは現在確認しております。

下側のタワーとかアンカーリングの支持物については、もともと大臣認定をいただいたときは 62.4m/s という風速で設計しておりますが、どこまで耐えるのかというのを各部位について再計算を行いました。下側の支持物については、基礎が風に対して正対できる場合と横風を受ける場合によって風速値が違います。風に対して正対できる場合は、75m/s の風速に耐えることが可能であることがわかりました。

これが検証結果ですが、風速を横軸で上げていって、どういう荷重になるかを再度計算した結果でございます。横風を受けると風圧荷重がふえるので正対に比べ耐風速としては減ってくるのですが、正対できれば 75m/s 以上の風に耐えられるというところでございます。

次に、風車の耐風速の検証は全て終わっていないのですが、今回折れたブレードについて、正対させるとどの程度もつのかということで検証した結果を報告します。簡単にいうと風が正対してフェザリング状態にあれば、今のところ風速 70m/s という風を受けても内部桁に発生する応力は 3 MPa 以下となります。前回、ブレードが風を真横から受けるような状況ですと、10MPa という高い応力が出ていたのですが、それが約 3 分の 1 程度までにおさまるとのことなので、この正対をさせるというのは一つの我々の安全対策への方法ではないかと思っております、これは最終的に結論を出しておりませんが、今こういう形で新しい安全対策については検討しております。

風車の破損状況についても、もう一度時系列などを追って整理しました。単純に風向計が損傷したこと、ヨー制御、ピッチシステム異常が起こった場合、ローターの二次ブレーキの異常が起こった場合、ヨーの誤旋回の場合、ブレードについて異常が起こったか起こ

っていないかという事象についてまとめております。後で出てきますが、10号機については異常なしという結果にさせていただいております。

まず17号機のブレードの破損状況です。冒頭申しました事故調査委員会をつくりまして、第三者の有識者もまじえて検証を進めております。その方の意見もいただいて、ちょうどブレードを地上におろせたのでそちらを検証しております。破断面が斜めになっていること、シェルにも斜めに亀裂が入っていること、今回写真がきれいに載せられていないのですが、サクシオンサイド側のFRPのガラス繊維の破断状況から、曲げとねじりを両方とも受けたことが推測されております。

残念ながらビデオが残っていないので、どう折れたかというのはわからないのですが、この破損状況からみると、その両方が発生した可能性が高いという形でございます。前日も破損前の運転状況を報告していますが、この風車は逆ファインの状況で運転しており、ファインの場合と反対のサクシオンサイドから風を受けており、あとローターの回転方向も正転、逆転を繰り返していたということでございます。このため、今回のような破損状況は発生し得ると我々は考えております。

次に、先ほど10号機についてお話ししましたが、10号機はもともと内部に損傷があったと思われたので、これは羽根をおろしたときに全て解体しました。損傷があったと思われる場所を解体して内部をみたのがこちらの写真になります。UT検査したときに、接着剤を塗布したときの一部空隙があったようで、これを損傷があると判断したのですが、解体してここをみまして、一切接着部については損傷がなかったということが判明したため、10号機については当初台風による損傷が起こったと報告したのですが、これについては逆になかったというふうに判断しております。

風車の破損状況と分析ということで、今起こった事象を簡単にフローにまとめました。風向計の損傷は3、5、6、8、10、11、13、14、17、19号機という形で起こっているのですが、風向計の異常を検知してヨーが停止できたものについては3、11、20号機という形で、これは風車の風向計にエラーが起こったということで異常を検知して止まったという形です。ただ、残念ながら風向計が軽微に壊れてしまって、風向偏差があると風車が認識してしまったものについては、ヨーの誤旋回ということが起こっております。これはぐるぐる回ってしまったという形です。これが5、6、8、10、13、14、17、19号機で発生しております。

その後この誤旋回を起こしたものは、ローターの二次ブレーキが壊れたものと、ピッチ

システムの異常が起こったものという形に分類されます。ローターの二次ブレーキについては、瞬停またはピッチシステム異常が起こるとブレーキロックにいくようになっているのですが、これが故障してしまった。ピッチシステム異常については、フェザリング状態を維持できずに故障したという形です。

この両方とも起こったものが5号、17号、19号でございます。特に17号についてはヨー誤旋回が5回、恐らく繰り返しこういうねじれと曲げを受けたのではないかと考えております。この繰り返し荷重でブレードに折損が起こったのかなと考えております。

最後ですが、風向計について、今回の事故で多数風向計が壊れております。これについて製品として問題がなかったかということを検証しております。これはThiesというメーカーで、風向計、風速計の両方とも風洞で80m/sまで実験されておりました、もともと精度確認のためにやられた実験なのですが、実験結果からは問題がないことは確認できております。ただし、今回、架台との組み合わせがどうであったかということもあるので、これについては新たに風洞実験を国内でやるべく準備を進めておりました、この壊れた原因についてはもう少し調査していきたいと思っております。

簡単ですが、以上です。

○勝呂座長 説明ありがとうございます。

それでは、今のご説明に関してご意見、ご質問等あればお願いします。

○西尾委員 確認になりますが、風向計の故障、損傷というのは具体的にどのようなものだったのか、聞き逃しただけかもしれないのですが。

○説明者（出口） 前回の報告書にも少し写真を載せていましたが、例えば羽根が完全に折れてしまったものとか、これは矢羽根式でありまして、この写真でおもりだけが外れてしまったというのがあります。損傷だけという言葉にしてしまうと事象が一つだけと思われてしまうのですが、いろいろなパターンで壊れております。おもりだけが外れたものは、うまく動いていたようで、風向に対して追従はできていたという状況でございます。

○勝呂座長 私の前回の記憶だと、根元からポコッと折れたみたいなやつもありましたね。これをみると制御に使う機械が最初に壊れるというのは一番困るので、そこは今後の対応をお願いしたいと思います。

ほかに。

○熊田委員 すごく細かいことですが、13枚目の資料で、ヨー制御異常からヨー制御停止にいったところにNo.20（20号機）が書いてありますが、最初の風向計が損傷したところ

には入っていないので、No. 20 に関しては多分正常に停止してくれたところだったんですか。フローがおかしいなと思ったということです。

○説明者（中山） 20 号機は損傷しております。

○説明者（出口） 損傷はしているのですが、報告書の表示が間違っておりました。

○勝呂座長 ありがとうございます。よろしいですか。

ほかよろしいですか。

それでは今回のやつは中間ということなので、意見が出ましたが、次回のワーキングで詳細な報告をしていただくということをお願いしたいと思います。どうもありがとうございました。

それでは議事を進めたいと思いますが、前回報告がありましたサイトのうち、日の岬ウインドパークについての状況報告をお願いしたいと思います。

○榎本課長補佐 事務局からご報告させていただきます。日の岬ウインドパークについては、年明けから解体工事と調査を実施しているということですが、現在まだ詳細は分析中ということですので、今回は報告をいただいております。次回以降、分析結果の報告をいただく予定にしております。

なお、参考資料 1 がございますが、これは前回ご審議いただいた岩手ウインドファームの事例を受けた水平展開で、3月8日にホームページで公開しておりますので、ご報告させていただきます。

以上です。

○勝呂座長 ありがとうございました。

それでは以上で議題 1 を終えたいと思います。ここに最後に日の岬の水平展開で通知を出しておりますが、同じようなものはほかの県でも今後フォローしていきたいと思いますので、事務局のほうよろしくをお願いします。

それでは、次に議題 2 で発電用風力設備の技術基準及び解釈等の改訂について、事務局より資料 2-1 と 2-2 を続けてご説明をお願いします。

○榎本課長補佐 それでは説明させていただきます。まず資料 2-1 でございます。

こちらは「発電用風力設備の技術基準」の中で、昨年 3 月年度末に、港湾における着床式洋上風力発電設備に対して、港湾法と電気事業法での「統一的解説」というものをつくりました。これに従って、統一的解説の内容を技術基準の中に反映していくという作業を現在しております。電気事業法については 2 点、統一的解説で提示された着床式洋上風



力発電設備に対する要件と、現状の陸上風力発電設備に対する技術基準との相違点、それから港湾法での審査内容と電気事業法での審査内容の重複、この観点から検討しまして、下の矢印になりますが、今後、統一的解説の中で、陸上では考慮されていない例えば波浪荷重等を取り込んでいきたい。それから、法律間で統一的な見解を示すということで、港湾法の内容と整合をとるべきところはとっていきたいと考えております。

釈迦に説法ですが、法律、省令、解釈、逐条解説と4段階ございます。このほかに JESC さんの民間規程などもございます。これらの中でそれぞれ反映していきたいと思っております。

改正項目については、大まかに分けて次の3つ、1番は着床式洋上風力発電設備を設計する際に考慮すべき内容の追加ということで、先ほど申し上げたような荷重の問題、作業船の接岸、海中生物の問題、洗堀の問題等、洋上にいくがゆえに出てくる問題について追加していきたいと思っております。2番は設計の前提となる環境の調査の追加ということで、風況、海底地盤の調査方法を追加していきたいと思っております。3番は民間規格への追加ということで、例えば海底送電ケーブル等と支持構造物の接合部の外力に対する安全性の問題を追加していきたいと考えております。

来年度の夏ごろまでに、風技等の改正を行う予定で現在作業を進めております。審議を終えた陸上風力発電設備に関する風技解釈等の改正内容、これは前回お話しさせていただきましたが、これも同じスケジュールで盛り込んでいく予定にしております。

資料2-1は以上でございます。

続きまして、資料2-2でございます。こちらは工事計画審査の見直しということで、前回8月のときに工事計画についてお話ししました。

このフローですが、実際に出した後いろいろなご意見を頂戴しました。その中で一番問題となったのは、風車のタワーについての認証ということでございます。タワーの認証というのが、このフローの中ではきちっと日本の電気事業法に適合するタワーまで認証しなければいけないことになっておりますが、一般的に行われているタワーの認証は、通常 IEC規格に適合した、いわゆるヨーロッパなどの非常に穏やかな環境で使うための認証ということで、日本式の認証については、ここまでやっている風車はほとんどないという実態が明らかになりました。一旦ここに関しては、もちろん日本の電気事業法に適合するタワーを使っている方はそのまま真っすぐ下に行けますが、使っていない方についてもサイト認証のような形で、使用するタワーについて電気事業法に適合しているかどうかという

確認をとっていただくということ。これをしていただくという条件で、取得されていない状態でも審査のほうは継続させていただくというところを改めております。

2枚目についても、RNAのタワー認証をとっている場合、RNAプラスタワーという形で、日本の電気事業法に準拠したタワー認証が取得できていない場合でも、第三者認証機関によって、タワーの設計及び製造が電気事業法に適合していることが認証されていることを条件としております。設計については当然工事計画届まで、製造については最終的に試運転を終えるタイミングで、我々のスタッフが現地にお伺いする使用前安全管理審査というタイミングがありますので、そこまでには取得しておいてくださいということです。製造については、実際に使われるタワーの製造工程を確認していただくということでご負担が大きくなるようになっております。

フローチャート2と3は、ヨー制御を行うか行わないかだけの違いですので、3については省略させていただきます。

資料2-2については以上でございます。

○勝呂座長　　ありがとうございました。

それでは、今のご説明に関してご意見、ご質問等があればお願いします。

よろしいですか。

それでは、今の報告の方向で夏までの改正作業を事務方で進めていただきたいと思います。よろしく申し上げます。

○榎本課長補佐　　承知しました。

○勝呂座長　　次に、今年度実施した調査事業の進捗状況について、それから前回のワーキング以降の動きについて、議題の3と4について事務局より説明をとりまとめてお願いします。

○榎本課長補佐　　次は資料3についてご説明します。今年度、当課で幾つかの委託事業をして調査しております。その進捗についてご報告します。

まず最初に、小出力発電設備に該当する太陽電池及び風力発電設備の保安実態調査をしました。これは最近いろいろなところをにぎわしておりますが、50kW未満の太陽電池発電所、20kW未満の風力発電所に関して、現状これについては主任技術者の選定、保安規程の届出は一切ございませんので、規制当局としては正直申し上げて、どこに何台あるのか正確に把握できていない状況でございます。そういう状況であっても、小出力発電設備はあくまでも発電設備ということで保安を維持していただかなければいけないのですが、最近、

台風のたびに太陽電池が飛んでいく、風車が時々壊れているというお話を伺いますので、その状況について調査していただきました。

その結果出てきたのは、太陽電池については、架台の設計について、専門性に乏しく適切な強度計算を行っていない設備が多い。風車については、平成 26 年に電気事業法に審査が一本化されて以降、建築基準法に基づく審査が行われていません。その間、高さ 15m、建築基準法でいう高層建築物に当たるものが風車として出てきている。現状、型式認証は取得されていますが、現地に見合った建て方になっているかどうかの審査は全く行われない状態になっていることがございます。

太陽電池については、十分な構造強度のある設備を施設できるよう、技術基準が定めた「性能」を満たすために必要な部材・設置方法等の「仕様」を定め、これを原則化していく方向が 1 つあるのではないかと分析をしていただきました。

風車については、増加した高さがある設備に関して建築基準法と同等の規制を担保するため、設備の高さによって何らかの規制をしなければいけないのではないかと、これをもう一度検討しなければいけないのではないかとという提案をいただいています。

それから、施工面に関しても、太陽電池、風力ともに、専門性に乏しい業者による不適切な施工の例がみられます。これについては適合性に疑義があると思われる案件については、立入検査等実施し、必要に応じて指導や改善命令等をしていくことが必要ではないか。

それから、保守点検に関しても、適切な保守点検実施が疑われる設備がみられる。これに関しては、先ほど申し上げたように小出力発電設備は我々としては全く覚知していないところでありますが、公衆被害を発生させるような設備、実際に事故で他人の財物、人自身を傷つけてしまったケースについては、地元で情報をご存じの自治体と協力いただきながら、事故報告していただく仕組みができないかということを検討すべきという提案をいただいております。

この調査をしたことにより、小出力発電設備というものが、設備の飛散とか倒壊につながる危険性が明確になりましたので、こういう有効策を進めることで、より一層の安全確保を目指していきたいと考えております。

次に、これは前回も簡単にご報告しましたが、風力発電設備の工事計画審査への認証制度の活用についてでございます。現在も第三者認証制度が動いておりますが、この認証機関の認証証というものは直接法律的には何の意味ももたせておりません。今後この部分を、しかるべき認証機関が行った認証証に書かれている設備の適合性確認結果を審査の一部と

して取り込んでいきたいと考えております。

その中でどういう形でこの認証機関と、そして認証機関を認定する認定機関と付き合いしていくべきかということを分析していただきました。これに関して一番左側のA案は、現行の基準、例えば皆さんご存じのところでは国交省による指定構造物であるとか、こういう検査制度については認証機関そのものを国が認定するような仕組みになっております。これは今の電気事業法でみるとちょっと過剰かなという気がします。

一方で右側のC案ですが、これは世界的な流れですが、デンマークでは認定・認証機関については、それぞれの機関を信用して国は一切関与しないという方向のようです。ここまでコンサバティブになるとまだ導入初期は難しいと思っておりますので、折衷案という形でまず認定機関を国が何らかの形で指定して、この認定機関が認めた認証機関については信用する。認定機関さん自身も国際的なネットワークをもっているのです、同様の基準で認定できた機関については、海外の機関であっても日本で仕事をしていただく余地があるのではないかと考えております。

そのメリット、デメリットについて書かれているのが次のページになります。

それからもう1つ、これは電力安全課全体でスマートメンテナンスという言葉キーワードに点検などのスマート化を進めておりますが、その一環として進めている事業です。まず風力発電設備のデータですが、風力発電の場合は、基本的にSCADAとかCMSが標準装備されております。ここから得られたデータは、メーカーさんは既に把握されているようです。一方で設置者である発電事業者さんには、このデータが完全に公表されているわけではないということで、設置者側自身が事故原因の分析とか予防保全にはまだ生かせていないということになります。

今般、今までに発生した重大事故の解析結果をもとに、どういうパラメーターを分析すれば、どういう事故原因、予防保全に生かせるかということを整理しております。今後は事故を起こした事業者に対して原因分析に必要なデータが求められるように、業界団体とも協力しながら事故報告の運用内規を改正することも踏まえて、風力発電事業者によってデータ活用を促していくことを考えております。

実際ここに書かれているのは、過去に起きた大きな事故に関して、どういうデータをみればよかったかというのを○×で書いております。経済産業省と事業者さんとの間でデータのやりとりをすることで、このSCADAデータを最終的に報告していただければ、我々のほうでもその分析ができるのではないかと考えております。これが資料3でございます。

た。

それから、資料4に関してでございます。前回のワーキング以降いろいろな動きがございましたが、それについてお話しします。まず太陽電池発電設備をめぐる対応状況ということで、前回お示しした幾つかの方向性で検討していきたいとしたことの現在の検討状況についてご報告します。

まず、一部の小出力発電設備が安全上必要な性能を満たしていないおそれということです。これに関してはFIT法との連携をとりながら、立入検査などを実施して指導・改善をしていくというお話をしましたが、案件を精査して必要に応じて手続を進めていきたいと考えております。具体的な案件が出てくれば、しかるべきご報告をさせていただきます。

それから、豪雨によって設置面とかのり面が崩壊するおそれでございます。これに関しては設置時の基準をつくるという話をしてはいますが、「電気設備の技術基準」として、電氣的に何かをすることは限界がありますので、土木関係の知見を調査しながら、土木関係で現在存在している技術などで我々の発電所の設置に有効な技術があれば、それを取り込んでいくということで知見を収集・検討しておるところでございます。

次に、豪雨とか台風に基づく水没とか高潮によって、感電や設備被害の出るおそれがあるということ、それから強風によってパネル自体が破損した事例も昨年の夏はございました。これについても十分な耐風圧を考慮したものを選定してくださいということをお願いする。これはともに、来年度の第1四半期をめどに広報する、あるいは先ほど静岡県の話でもありましたが、依頼文の形で設置者の方にご連絡するというところで、現在、内容を精査しておるところです。

それから、豪雨や台風によって高潮とか感電や設備被害のおそれというもののうち、浸水した発電設備に接近することの危険性についての周知ということです。これは例年夏に実施しておりますが、ことしは最新の技術的知見に基づく事故を加えるということを考えております。具体的にはNEDOで行われている調査事業の中で、実際に太陽電池発電所の小さなものをため池の中に沈めてみて、どういうところが危ないのかを実験した結果があるようです。それが出てくる来年第1四半期にデータ解析をして、第2四半期の前半ぐらいまでには新しい広報を出したいと考えております。

それから、一部の小出力発電設備が安全に必要な性能を満たしていないおそれということに関しては、先ほども調査事業の中で申し上げましたが、技術基準が定めた「性能」を満たすために必要な部材・設計・設置方法等の「仕様」を定め、これを原則化することを検

討するとしておりました。これについても電気設備の技術基準の解釈第46条3項に、鉄製架台による標準設計といわれるものが出ておりますが、これにアルミ合金製の架台の標準設計も技術的な検討が進んでおりますので、これを加えて、同解釈第200条第2項第2号を改訂して、技術基準の解釈に従うためには基本的には標準設計に従っていただくという形で、必要な性能を満たしていただく方向で検討したいと考えております。

それからもう1つ新しいご報告でございますが、ことしの1月24日、青森県つがる市で小形風力発電設備のナセル、つまり頭の羽根のついている部分が、突然下に落下するという事故が発生しております。C&F Green Energy社のCF20JAPANという機種でございます。これは現在メーカーが原因を究明しておりますが、経済産業省としても、メーカーに立ち会っていただいて立入検査を実施しております。あわせて、同様の事故を防止するために、同型式設備の所有者に対して、原因が明らかになるまでは使用停止等の安全措置をとるよう依頼するというので、2月4日付でホームページにこういう公表をしております。

なお、20kW未満の風力発電設備でございます。多くの方はFITを利用して設置されておりますが、このFIT認定の前提となる小形風車の型式認証についても、この風車については型式認証を出している一般財団法人日本海事協会さんのほうで、型式認証を一時停止している状況でございますので、我々はこれを踏まえて周知しております。

それから、資料4-2もご報告になります。「低圧太陽光発電設備や、小形風力発電設備を購入される皆様へ」ということで、最近、「低圧太陽光」や「風力発電所付き土地」という名前で金融商品の一環として販売されています。1月末に東京ビックサイトで金融EXPOがあり、2月末か3月の頭にかけては新エネルギーに関する展示会もありました。そういう時期をとらまえて、こういう設備を購入された方に、電気事業法という法律の義務がかかっているということを改めて周知したいということで、2月21日付でこういう文書をホームページに掲載しております。

ポイントとしては、設置者の義務を果たしていただくためには、各種の図書類などはあらかじめ入手しておいてほしいということをお願いしております。

駆け足になりましたが、資料3と資料4-1、4-2についてご説明しました。

○勝呂座長　　どうもありがとうございました。

ただいまのご説明に関してご意見、ご質問等ありましたらお願いします。

○青木委員　　浸水というキーワードがあったので、各自治体でハザードマップが整備されていると思うので、キーワードとしてそういうハザードマップの活用みたいなものを文

言で入れていただきたいと思います。

○勝呂座長 ありがとうございます。よろしいですね。

西尾さんお願いします。

○西尾委員 のり面等の土木の知見のところですが、どういうふう反映していくのか、まだイメージがつかなかったのも、また教えていただければいいと思います。結構重要なところなのかなと思います。

○勝呂座長 ありがとうございます。よろしいですか。

奥田さんお願いします。

○奥田委員 資料3の1ページ目で、小出力発電設備について太陽光発電装置の実態調査をされて、適切な強度計算を行っていない設備が多数存在するということだったのですが、これらのデータは公表されるのでしょうか。

○榎本課長補佐 この具体例ということですか。

○奥田委員 具体例でなくてもいいと思いますが、実態数とか、全体で何割ぐらいそういうのがあるのか。

○勝呂座長 統計的な数字などですね。

○榎本課長補佐 正直申し上げますと、このクラスの太陽電池発電所の数が余りにも多過ぎまして、全数調査ができておりません。事故、トラブルがあったものに関して掘り下げたという形です。統計的な分析までは今回できておりません。事例としてこういうものがあつたということをもとめたものに関しては、この事業そのものは報告書を後ほど公表することにしておりますので、その中に含めております。来年度、実態調査をどこまで踏み込むかですが、太陽電池ですとFIT法適用のものだけでみますと、全発電設備の9割が50kW未満になっております。非常に物量が大きいということで我々も躊躇しているところなんです。これは統計的なデータに繋がる事を見据えて分析させていただきたいと思います。

○勝呂座長 どうぞ。

○奥田委員 同じ資料の下のほうで風車の話だと思いましたが、先ほどの被害の事例もありましたが、15m以上の設備に関して、建築基準法上は工作物であっても、15mを超えたら準用工作物というくくりになって、建築物と同等の構造安全性を要求されるものになっています。風車は建築基準法の規制はかかっていないと思いますが、できれば建築基準法と同等ぐらいの安全性を確保できるようにご検討いただければと思います。

○榎本課長補佐 承知いたしました。

○勝呂座長　　よろしく申し上げます。

それから、太陽電池発電設備について、事務局から仕様規程化等の方向性が示されました。太陽電池について専門にやってこられました西川先生からご意見等ありませんでしょうか。

○西川オブザーバー　西川でございます。座長からお話がありましたが、今後は電技解釈の46条3項にあるような既に仕様規程がありますが、それを中心にやっていく。それをやることによって構造設計に対して熟知していない方でも安全なものがつくられるメリットがあるということで、仕様規程を原則とする。一方で仕様規程のみにしてしまうと、この仕様規程は地域の状況を踏まえていまして、一般仕様、強風地域、多雪地域という形である程度の設置場所の気象条件は想定しているのですが、しかしながら単純に3分類できるほど簡単ではなくて、仕様規程のデメリットも当然あります。何があるかという、過剰設計になりがちな設備が多くなってしまいうということがあります。

特に問題になっているのが野立て、地上設備でやっているやつですが、一般の住宅の屋根にへばりついたように張り付けるものに比べると基礎とか架台に占める割合が大きく、その架台基礎が高コスト化していると発電コストが高くなるというデメリットもあります。その低減も必要です。ただし、それをやるためには構造設計に対して熟知するとか高度な技術をもったところでないと、それはできないという形になります。そこら辺がもともと電技解釈というのは、中に書いてある仕様以外のものでも、一応技術的な裏づけがとれば、その中で書いてあるもの以外の対応をとっても構わないという性能規程も認めてありますので、そういった構造設計に対して熟知した業者さんについては、仕様規程ではなくて性能規程を選ぶ道も残っているのが現状でございます。

○勝呂座長　　ありがとうございました。

今のご意見等もあわせてご質問、ご意見等あればお願いします。

新エネルギーで考えると、ここには入っていないのですが、多分エネファームとか燃料電池というのも、今のところ事故がないからいいのかなと思っているのですが、実は数10年前も小形の風車が多くあってオーバースピードして飛んだとか、それから風向きに対して結構弱くて、それでナセルが落ちたという事故も結構あったような記憶があります。この20kWを境にして20kW以下というものでありましたが、そういうのもあわせて安全を基準に検討していかなければいけないのではないかと考えています。

ほかにご意見等ありましたらお願いします。



それでは、これで会議を終了したいと思います。

最後に事務局からお願いします。

○榎本課長補佐　事務局からご説明させていただきます。まず太陽光発電設備について西川先生からご意見を頂戴しました。過剰設計にならないということはございますが、そもそも設計図すらないと、現場施工で適当に勝手につくっているケースも結構多いということがありますので、まず図面を用意していただくところから始めたい。そのためには標準設計を示して、それに従って作っていただくという方向で進めていきたいと思っております。

　次回のワーキングの日程については、年度明けにまた調整させていただきたいと思っております。日の岬の案件は積み残しになっておりますので、そういうところを含めて開催させていただきたいと思っております。また、きょうの議事録に関しては、後日、経済産業省のホームページに掲載させていただきます。

以上でございます。

○勝呂座長　本日は皆様の活発な議論をいただきまして、ありがとうございました。以上をもちまして本日の会議を終了したいと思います。どうもありがとうございました。

——了——