

新エネルギー発電設備事故対応・構造強度WG（第12回）－議事内容

（平成30年1月26日（金）13：00～ 経済産業省別館3階310会議室）

○白神電力安全課長　それでは、定刻となりましたので、始めさせていただきたいと思
います。

私、電力安全課長の白神と申します。よろしくお願いいいたします。

本日は、ご多忙の中、委員の先生方にはご出席を賜りまして、まことにありがとうございます
います。

本日、若尾委員、西尾委員がご欠席ですが、10名中8名の委員に出席いただいているた
め、ワーキンググループの定数を満たしております。石原委員、奥田委員は少し遅れる旨、
ご連絡をいただいております。現在こちらに向かっていらっしゃるということです。

また、オブザーバーとして、日本風力発電協会の海津技術部長にご出席いただいております。

説明者ですが、鎮西ウインドパワー株式会社、株式会社ユーラステクニカルサービス、
株式会社ジェイウインドサービスにご出席いただいております。

まず初めに、産業保安担当審議官の塩田から一言ご挨拶申し上げます。審議官、よろし
くお願いします。

○塩田審議官　皆さん、こんにちは。産業保安担当の塩田と申します。よろしくお願
いいたします。本日は委員の皆様方、大変お忙しい中、お集まりいただきまして、ありが
うございます。

本日ですけれども、再生可能エネルギー、太陽光ですとか風力を一生懸命促進しよう
ということですが、安全の確保は非常に大事な課題だと考えておりまして、本日は
まず太陽電池発電設備の安全確保につきまして、昨年度も台風などでパネルが飛ばされ
たり、多大な被害が出たということも踏まえまして、平成29年4月のJIS C 8955の改正を受
けた電気設備の技術基準の解釈の改正ということで本日ご審議いただきたいと思います
と思っております。

風力につきましても、昨年も風車の焼損の事故等が起こっておりまして、本日幾つか事
故の原因検証等、あるいは対策をご審議いただき、今後こういった事故情報を各事業者
におきまして自主的な保安監査等の促進に役立てていただければと期待しているところ
でございます。

それから、審議事項に加えまして、洋上風力発電設備に関する技術基準統一的解説ということで、国土交通省とともに検討を進めてきております解説につきまして報告させていただき、ご意見を賜ればと思っております。

大変限られた時間ではございますけれども、忌憚のないご意見、ご審議をよろしく願います。

○白神電力安全課長　　ありがとうございました。

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、i P a dでご覧いただくようになっておりまして、資料1から5と、参考資料として、資料1—2 JIS C 8955がございます。また、委員の先生限定の参考資料として、JIS C 8955 ; 2017「太陽電池アレイ用支持物の設計用荷重係数算出方法」と洋上風力発電施設の統一的解説案を配付させていただいております。

なお、席上の紙の資料につきましては、会議終了後、回収させていただきますので、あらかじめご了承ください。

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、事務局までお申しつけください。

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

○勝呂座長　　ありがとうございます。それでは、議事に入りたいと思います。説明をいただく際には、いつもながらですけれども、時間が限られていますので、簡潔にお願いしたいと思います。目安としては説明を10分ぐらい、質疑応答を10分ないし15分ということで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、一番最初に太陽光発電設備の技術基準の解釈の改訂についてということで、事務局から資料の説明をお願いします。

○榎本電力安全課長補佐　　それでは、事務局から解説させていただきます。

まず、資料1—1をご覧ください。今般改正いたしますのは、昨今の自然災害増加ということで、パネルの飛散、架台の倒壊が頻発しておりまして、設置数が非常にふえている中で被害が今後大きくなるのではないかとということが懸念されております。この状況を受けて、2017年4月に日本工業規格JIS C 8955が改正されております。この改正に合わせまして、太陽光発電設備の安全確保をするための基準を再検討するというので今回しております。

現在この基準につきましては、電気事業法39条第2項第1号の事業用電気工作物の維持というところで、その下位規定であります技術基準、そして同解釈の46条の「太陽電池発電所の電線等の施設」の2項に日本工業規格JIS C 8955；2004年版に規定される強度を有するものであることと規定がされております。これを今般、2017年版に入れかえるという作業をしておりますけれども、2017年版になりましたときに、実はタイトルが変わっております、今までは太陽電池アレイ用——パネルのことでございます——支持物設計標準というタイトルだったものが、アレイ用支持物の設計用荷重算出方法になりました、2ページ目の図をご覧いただければわかりますが、材料関係、接合の問題、防食の関係、こちら辺の規定がJISから落ちてしまっております。この落ちた部分を補足いたしまして、今回、電気設備の技術基準の解釈及び解説の改訂作業を進めさせていただいております。

改訂案としましては、算出方法としてはJIS C 8955；2017年版を用いるようにということで明記いたします。2004年版から2017年版への一番の違いは、2004年版の当時は太陽光発電は基本的に屋根の上に設置するいわゆる屋根置きタイプが主流だということで作られていたのですが、2011年以降、最近のトレンドでは、いわゆる野立てといわれる地面に設置するタイプのものが増えてまいりました。それに合わせて地面のものと屋根の上のもの、それぞれの計算方法を定めたというところが違いでございます。そして材料について、接合部について、基礎の部分について、防食について、こういうところについても新たにJISから削除された部分を補って今回の改訂に持ち込んでおります。

もう1つ、資料1—2をごらんください。これが改訂案でございます。

現行は、この上に書いてありますように、太陽電池モジュールの支持物は、高さにかかわらずJIS C 8955；2004年版の電池アレイ用支持物設計標準に規定される強度を有するものと書かれているのですが、これにつきまして今回改訂させていただきました。一から八がございすけれども、一から七と八は分けて考えております。八につきましては、解釈が施行されたときに、現に工事計画届が提出されている、あるいは建設中であるという発電所についての移行措置ということで、基本的には一から七の各号に適合するものであることをお願いしております。

この中で特に今回改訂いたしましたのは、4号のところでございます。太陽電池モジュールと支持物、支持物の部材間及び支持物の架溝部分と基礎部分の各接合部は、部材間の存在応力を確実に伝達できる構造とすること。これは前回、支持物の部材間という表現しかされていなかったのですが、昨今の事例をみますと、太陽電池モジュールが支持物から

まさにすっぽ抜けるような形で飛んでいってしまう、飛んでいったパネルが全然壊れていないという事例がたくさん出ております。モジュールがきちっと留まっていないということが原因と考えられますので、ここの部分についてちゃんと存在応力が確実に伝達できる構造でとめていただきたい。それから、支持物の架溝部分と基礎部分、基礎から架溝がすっぽ抜けた事例もございます。これを踏まえまして、基礎と架溝部分についてもきちっと留めてくださいというお願いをさせていただいております。

それから、こちらが野立てといわれる土地に自立して設置される支持物の基礎部分につきましても、杭基礎もしくは鉄筋コンクリートづくりの直接基礎、またはこれらと同等以上の支持力を有するものと規定させていただきました。これは、ほとんど保持力のない杭を打って、杭ごと架台がすっぽ抜けてしまったという事例がたくさん出ております。それに対しまして、きちっと杭を打ってくださいというお願いをさせていただくというところでございます。

材料の腐食の問題や、設置面から9mを超える高さの架台につきましては、建築基準法の工作物に基づく構造強度計算をしていただきたいというお願いを加えての改訂案になります。

この黄色地の部分が今回追加した部分になります。

あわせまして、この解釈の解説につきましても、今申し上げたような経緯を踏まえて改正案を出しております、その中で幾つかの基準につきましては、日本建築学会さん、アルミニウム建築構造協議会さんがつくられたような、一般的に使われている基準を引いて、より客観的に判断いただくような形での規定とさせていただいております。これを今回ご議論いただきまして、ご承認いただけましたら、平成30年中に電気設備の技術基準の解釈及び解説を改正するというを予定させていただいております。

以上でございます。

○勝呂座長　ありがとうございます。ちょっと忙しくぱぱっと行ったのですけれども、今の説明に対してご意見、ご質問がありましたら、お願いします。どうぞ。

○青木委員　改正案の1ページで、基準法の工作物に適合ということを要求性能とするのであれば、学会指針類に適合すれば法的にオーケーになるというルールになっていないので、もし適合させるのだったら、学会はあくまで工学的な妥当性の式というか、そういうものをカバーしているだけにすぎないので、建築分野でいうと、技術基準解説書みたいなものが別途ありますので、基本的にはそれによるというようにしていただきたいという

のが意見です。

それと、この技術基準解説書は建築基準法からみると、計算ルートという縛りとみえるのですけれども、建築の場合はそれ以外に、例えば風洞実験とかで直接確認すれば、それで担保できるので、そういうルートをつくってはいかがですかという提案です。安全・安心は高コストというところとセットなので、現実的に確かめられたものは特別な調査研究みたいな形で、安全は担保するのだけれども、コスト的にもちゃんと調べればよいというルートをぜひ設けていただきたいというのが意見です。

○勝呂座長 ありがとうございます。今のご意見、よろしいですか。

○榎本電力安全課長補佐 ありがとうございます。前半の部分については、今、我々も何らかのものを用意しようとしております。後半につきましては、基本的にこの技術基準の解釈は、法律の要求事項を満たすための1つの方法として提示しているものですので、これ以外のものを否定しているわけではなくて、今、先生がおっしゃっていたように、実際、風洞実験などをして検証していただければ、それをもって技術基準を満たしているということを証明できると、そのルートはきちんと残されておりますので、よろしく願いいたします。

○勝呂座長 ほかによろしいですか。どうぞ。

○安田委員 京都大学の安田です。

A4横書きでおまとめいただいた資料1-1の2ページに新旧のJISの対応表がわかりやすく書いてあって、非常にありがたいのですけれども、一般論からいうと、JISなどが新しい知見によって新たに節とか項目が加わることはあっても、こういった大きなものがごっそり削除されるというのは余りみられないですね。ですので、削除された理由、あるいは削除された部分は何をほかのJIS、あるいは基準で参考にするのかというのをできるだけ明記していただけると、こちらの新しい解釈を参考にするユーザーの人たちにも親切ではないかなと思います。そのあたり、もしお調べになっておられたら、お聞かせいただければと思います。

○榎本電力安全課長補佐 まだ詳細にどういう検討がされたのかというところまで突きとめてはいないのですが、JIS C 8955 ; 2017年版の規格表の中に解説が後ろについておりますけれども、その解説の中には、材料及び許容応力度という旧規格の第8条8項については、支持物構成材の材料及びその許容応力度を規定しているが、その後、新しい材料が使われる事例が増えてきている。この規格がそれに対応して頻繁に改正することは現実的

に困難であること及び具体的な設計方法について、他の構造物の設計基準が参考にできることから、この規格ではこの箇所を削除することにしたと書かれておりました、具体的にどの文献を見れば、他の構造物の設計基準が参考にできるのかというところは明記されていないのですが、そういう言葉をつけて、今回は削除したという記録が残っているところでございます。

○安田委員　では、今後もう少し詳細にお調べいただければ、ほかの参考になる基準なども明らかになるということですね。

○榎本電力安全課長補佐　さようでございます。

○安田委員　わかりました。それでしたら結構です。

○勝呂座長　ありがとうございます。ほかの J I S も大体後ろのほうに解説がついて、改訂の変遷みたいなのを書いてあると思うので、その辺をきちっと対応してつくっていただけたらと思います。

○榎本電力安全課長補佐　承知しました。

○勝呂座長　ほかによろしいですか。——それでは、今の議論を踏まえて事務局はしっかり対応をお願いするというので、これは終了したいと思います。よろしく申し上げます。

続きまして、風力発電所の風車破損の事故対応状況についてということで進めていきたいと思っております。次は串崎の風力発電所の風車破損事故対応状況についての資料の説明を鎮西ウインドパワー株式会社からお願いします。

○説明者（金森）　鎮西ウインドパワーの金森と申します。このたび火災事故を起こしまして、大変申しわけなく思っているところでございます。それでは、破損事故について報告させていただきます。

（パワーポイント）

サイトは、佐賀県唐津市にあり、出力は1,980kW／基×1基、運転開始は2004年で、風車はガメサ社のものがございます。

火災事故ですが、昨年8月21日、発生いたしました。遠隔監視によって風が吹いているけれども、風車が停止しているとわかった際に、地元のメンテナンス受託会社に現地確認に行かせました。そのときに、停止中だったのでリセット等をいたしまして、一旦稼動したのですが、煙感知が作動し、添付の写真のような形で火災が発生したということでございます。

当日の状況ですけれども、天候は晴れでございまして、唐津市の気象庁のデータでいきますと風速3.3メートルという状態でございます、今までの経験からいうと、現地の風速としては、その倍ぐらいあったと推定されています。

事故当時ですが、こちらに時系列を書いてございますが、14時6分に遠隔監視で風車停止を確認しておりまして、その後、現地に行きまして警報等をリセットして可動しようと何度か試みたということでございます。その後、14時49分に一旦起動いたしまして、出力が1,200キロワットまで達したところで、またエラーが発生いたしまして、停止しました。その直後にナセル本体に設置されています煙検知で煙が発生しているのを確認いたしました。当然その時点で停止しているということで、外からみて、現地の人間が火災を目視確認して消防に通報したという流れでございます。

損傷の状況でございますけれども、ブレードは、3枚あり、一部が焼損しておりまして、そのうちの1枚の焼損が大きかったということでございます。図2.3が一番焼損が激しかったブレードの様子でございます。あと、トップタワーについては上部のほうが損傷しているだけで、下部は特に影響はなかったです。

ナセルですけれども、FRP製のナセルは外装が全部焼損しておりまして、ナセルの内部は全体的に損傷しているということでございます。相対的にみますと、後部のほうが焼損が激しかったということがわかります。

次から損傷の状況を細かく書いてございますが、ナセル制御盤の塗料とかをみていくと、基本的に前方よりも後方のほうが火にかかった時間が長いということがわかっております。

次に、火災の推定ですけれども、ナセルを地上におろした後、火災の原因についていろいろ調査いたしましたが、均一に焼損していたりということがあったりして、特段、機械的な部分ではないということがだんだんわかってまいりました。

時間の関係で先に進みますと、(3)–3のスライドをお願いします。どうもこの後ろのほうの火災、火がかかっているということもあって、トランスあたりが一番怪しいのではないかとということで、よく見ていきますと、ガメサ社の風車の後方、ナセルの後方にトランスを積んでおりまして、トランスのU相の上、図3.9ですが、赤いところで囲っていますけれども、ここでトランスの状況が、次のページへ進みまして、溶けているという状況がありましたので、ここではないかと推定していったところでございます。

図3.10にヒューズ部の構成を書いてございますけれども、アルミバーがあって、ヒューズを挟み込むような形になっております。アルミなので強度の関係から、外側を鋼板で押

さえつけるような形でございまして、図3.10に対応して並べたのが、図3.11でして健全であれば、その部分を切り取ると、上から順に鋼板があって、アルミバーがあって、ヒューズがあって、アルミバーがあって、鋼板があるという形になります。図3.12は溶けていたU相の690ボルトのヒューズでありまして、一番上に鋼板があって、本当は図3.11のようにアルミバーがあるかと思うのですけれども、そこが溶けてアルミバーとヒューズと一体となっているというところです。下のほうはアルミバーが残っていて、鋼板で挟み込むとなり、この辺のところから、トランスのU相の690ボルトのヒューズが火災発生箇所であろうと推定したところでございます。

では、どうして火災が発生したのかということでございますけれども、ヒューズの接触面の材質が銅でございまして、それを挟み込むのがアルミでございます。まず1つ考えられるのは、ヒューズとアルミバーの間に電蝕が発生していたのではないかとということです。ナセル内にトランスがありますので、ナセルの振動は受けているということで、アルミバーとヒューズの固定ボルトの緩みが発生したのではないだろうかということがありまして、いずれにしても、何かの原因でヒューズとアルミバーの間にギャップが発生して接触面積が減少するということが大電流が流れてアルミが溶けていって、周辺物に飛散して発火したのではないかと考えております。

溶融したヒューズのところを切断いたしまして、幾つか分析も行いました。

まず1つは、断面マクロ観察ということで、図4.2は実際にヒューズが真ん中であって、下、銅の部分があってということで、挟み込んである形で図示しておりますけれども、上部の部分溶けて一体となっているということ。下部は銅があって、下のアルミバーのところ、赤く四角で囲ってありますけれども、少しへこんでいるところがみえているということで、腐食しているのがわかったということでございます。

次、アルミバーの上部は溶融して一体となっておりますので、下部のところを取り出して、E1、E2、E3という3ポイントについてEDX分析を行ったところ、E1、E2からはO（酸素）が検出されるということで、酸化物になっておりますので、腐食が発生したのだらうと推測します。E1では銅も検出されて、一部ヒューズの銅部分も溶けていたのではないかとと思われるところでございます。

先ほどの図の中で赤く四角で囲ったところにして、少しへこんだ部分がみえたかと思うのですけれども、そこを拡大したものでございます。このように腐食しているということもわかりました。ヒューズの銅部分の面積が、ボルトのところを除いたりすると1,990平方

ミリメートルになっているのですけれども、実際に腐食がないところの面積は160ミリ平方メートルということで、腐食がない部分は8%ぐらいしかなかったということもわかりました。当然、溶融していないほうでもこうなりましたので、同程度以上に腐食が進んでいないかと想定したところでございます。

電気関係報告規則の解説の中でいけば、腐食の中の化学腐食、また保守不備の中の保守不完全が原因だろうということでございます。鎮西ウィンドパワーとしても当然、技術的調査も行いましたけれども、メーカーのガメサ社からも技術者を派遣させまして、また新たな視点でもみせました。そうしたところ、我々の見解とガメサ社の見解は同一でございます、ヒューズ部のところがアーク発生が直接的な原因となったということでございます。

火災の直接的原因ではないのですが、これまでに至る中で、運用面では大変申しわけなく思っており、今後の対策として考えていきたいというところがございます。実は2007年に該当ヒューズの接続バーの有償での材質変更を推奨するようなことがガメサ社から連絡がありました。しかしながら、推奨であって必須でないということで、かつトランスを取り外して国内の協力工場に送って、改造して、再度設置しなければいけないということもありまして、費用が高額で、資金面での余裕がなく、そのとき交換に踏み切れなかったということがございます。

また、該当部は、経年劣化と思われますヒューズ断による、交換時は点検しているのですけれども、それ以外、特段、2007年以降の有償交換未実施の後も点検回数を増やすこともできていなかったということもございます。

また、直接的火災の原因ではないのですけれども、たまたま火災事故の10日ほど前に、発電機の温度などの細かなデータ保存しているPCが故障を起こしまして、運転で風車のデータ、発電量などは記録できているのですが、その部分、一部とれないところがございまして、それでも運転してしまったということがございます。

以上の状況からにおきまして、今後の対策ですけれども、技術的な部分では、アルミバーを銅にかえて、異種金属の場合はクラッド材を入れて、まず異種金属の接触をなくするという考えでございます。

それと、運用上の対策は、先ほどのようなメーカーの有償交換でも対応をしていきたいとか、自主点検項目。これは今の部分でいけば、トランスヒューズの固定ボルトの定期的なチェックだとか接続バー、ヒューズ部の点検、これは異種金属からかえれば変わってき

ますけれども、そういったことをやっていきたいと思います。当然、事業復帰いたしました暁には点検を1ヵ月ごとに行うなどしてやっていきたいと思っているところでございます。

また、風車運転のところは、細かなデータとはいえ、保存できなかった場合は運転停止としていきたいと思っております。

今後、設備復旧できるかということと考えるとともに、事業を再立ち上げできるのか、あるいは事業撤退しなければいけないということを今年度末までに方針決定していきたいと思っております。

まとめのところは、繰り返しになりますけれども、トランスのヒューズの部分でアークが発生して、それで火災の原因になった、発火点になったということでございます。異種金属間の電蝕、あるいは、振動によるヒューズとアルミバーのギャップ可能性もございます。

あとは、ヒューズ部分に関しましては、定期点検を増やすということであるとか、有償交換の場合も、今後もそういうことがあれば、積極的に資金調達も考えながらやっていきたいと思っております。

以上でございます。

○勝呂座長 ありがとうございます。それでは、ただいまの報告に関してご質問等があれば、お願いします。どうぞ。

○安田委員 非常に気になる点が2、3あるのですけれども、順番にご質問させていただきます。

まず、メーカーのガメサ社が有償での推奨という言葉を使っておりますけれども、これが義務ではなくて、しかも無償ではなくて、有償で推奨であるという理由を問い合わせたことはありますか。

○説明者（金森） それは特にありませんでしたけれども、多分、無償となればリコールだということになってしまうのかもしれないので、先方がそういったことを避けたいから使った言葉かもしれませんが、そのときは我々としては申し入れに対して特段アクションしたということではないと思います。

○安田委員 では次の質問ですけれども、事故後に、事故調査の過程でガメサ社に同様の事故が海外で何件発生しているのか、それから、有償であっても実際にどれぐらい交換したかという情報はお求めになりましたか。

○説明者（金森） 当然、火災が起きましたので、我々としては事業者側で、風車を購入しているわけですから、同様の事故があったかのかどうかというのは何度も強く要請いたしましたけれども、それは開示できないということで、最終的には開示してもらえなかったということでございます。

○安田委員 開示できない理由は何かおっしゃっていましたでしょうか。

○説明者（金森） 顧客の情報だとはいわれていましたけれども、我々としては顧客情報は別に関係ないと。要は、事故の原因として、そういうことがあったかどうかということで知りたいということだったのですけれども、そのような要求でしたが、開示できないというガメサ社の意見でした。

○安田委員 これは当該社ではなくて、どなたかご存じの方にお聞きすればいいかと思うのですが、このガメサ社の同型基は国内にあと何基ぐらいおありになるのでしょうか。ご存じであれば、お聞かせいただければと思います。

○説明者（金森） 世界で……

○説明者（鎮西ウインドパワー株式会社） 国内ですよ。

○安田委員 世界でも国内でも、どちらでも。

○説明者（鎮西ウインドパワー株式会社） 国内だと50基ちょっとぐらいと聞いております。

○説明者（金森） 鎮西ウインドパワーが発注しました施工業者のJFEエンジニアリングで設置したのは合計2サイトの9基、その他は我々も全部把握していないのですが、50基程度ということだと思います。当然国内ですから、その50基には同様の事故がなかったのではないかと思います。

○安田委員 今のところ。

○説明者（金森） はい。

○安田委員 しかし、これだけ重大な事故を起こしながら、統計情報すら開示できないということは、メーカーの態度にも非常に大きな問題があって、御社とメーカーの民一民の契約上の問題ではなくて、これは国内の、少なくともこのワーキングの重大な問題だと思いますので、そういう背景も踏まえて、いま一度、統計データの開示を強く求めていただければと思います。少なくとも、このワーキングでもこのような強い意見があったということをお伝えいただきたいと思います。

○勝呂座長 今の件、私も、ユーチューブで有名な動画が公開されていて、海外でガメ

サの風車が燃えている写真などがネットでばんばん出ていますよね。今の調査とかその辺を、本当にリコールしなければいけないのではないかという気がするのです。感じとして。私も海外へ結構行きましたけれども、台湾でもガメサの風車は丸ごと燃えて、全く同じような状態になっているのをみましましたし、欧州でもみましたが、そここのところをもう一回考えておかないといけないのかなと思うのです。だから、難しいのかもしれないのですけれども、もうちょっとプレッシャーをかけて、きちっとフォローさせるというのをしないと、日本の風車は安全、安定した運転ができにくいのではないかということで今の説明はちょっと気になります。

○説明者（金森） 一事業者のいえることは今までも言ったつもりですし、本WGで指摘が出たので、当然ガメサ社にもこのように伝えたいと思いますが、何分、1事業者なので、そこはご協力いただきながら、我々も物申すは申していきたいと思っておりますので、ぜひご協力をお願いしたいと思います。

○勝呂座長 わかりました。よろしく申し上げます。ほかによろしいですか。どうぞ。

○石原委員 全く同じことをいおうと思っていたのですが、もう既に指摘されているのですが、これで何も解決しないので、もうちょっと深く質問させていただきたいのですが、このような事故、車の場合は、国土交通省は車メーカーにきちんと調査してもらい、責任をもってリコールするというをやっているのですが、風車について、国は、風車が重大な事故を起こした場合には、電気事業法に基づき事業者に対して事故調査を指示することができます。過去に一度あったように思います。私の記憶が間違っていなければ、2003年台風14号のとき、沖縄電力に対して電気事業法に基づき事故調査を指示したと思います。

今、事業者から指摘されたように、一事業者として、何を根拠にしてメーカーに要求しているかというところが、少し自分たちの立場が弱いのではないかと。もしそうであれば、国から指示して調査してもらいますと、何らかの形でメーカーが対応していただく可能性があるのではないかと思います。電気事業法上ではいろいろと実際措置することも可能です。こういった火災事故はこの風車は国際的にみてもすごく多いです。日本国内においてもこのメーカーの風車の火災事故は非常に多いです。このような認識の上で、この件において何らかの措置をしないと、再発防止できないのではないかと危惧しています。これは1点目です。

2点目は、それでもメーカーが対応しない場合は、再発防止として、やはりハード的な措置を考える必要があるのではないかと思います。要するに、火が発生しても延焼が拡大

しないように、建築のように自動消火設備を設置することは可能なのです。風車については実際自動消火設備の設置を要求していないのですが、要求していないということは、火災が発生しないということを前提条件にしていますが、しかし、このメーカーの風車が何回も燃えていて、いまだに改善されていないし、なおかつ協力もしないということに対して、きちんと再発防止対策を講じる必要があるのではないかというのは考えている次第です。よろしくをお願いします。

○勝呂座長　ありがとうございます。今の件は検討に値すると思うので、私も考えていきたいと思います。

それから、別件ですけれども、細かなことなのですが、さっきの報告の中に、以前の点検は2011年1月ぐらいに行いましたというのがありました。このときに点検として、例えばどういうことをやったのかというのを聞いたかったのです。というのは、原因として、例えば振動と異種金属による電位差の発生からスパークが飛んだみたいな形の報告になっています。そういうことからいうと、これは点検というのが非常に重要だったのではないかという気がするのです。その辺で、例えば2011年1月に行われたというのですけれども、この点検というのは何をしたのかなというのが1つ目の質問です。

2つ目は、対応策として例えば点検をこのようにしますとっているのですけれども、機構として緩み止めを施工するとか、例えばダブルナットにするとか、ロックナットにするとか、そういうところのきちとした管理をどのようにするか、しているのかというのを、構造としての対応はどのようにしているのかというのが2つ目です。

3つ目は、これはいろいろなところで問題になるのですけれども、トルクの管理をしておかないと、すぐ緩んでしまうとか、効果がないのではないかと出るところがあるのですが、アルミと銅と、一番外側のボルトとフランジは鉄になっているわけです。そうすると、余り締めつけてやると下のほうはつぶれてしまうだろうし、そういうところで締めつけトルクの管理はどのようにされていたのか。それから、今後どうやってするのか。

その3点について教えていただきたいのです。

○説明者（金森）　2番目と3番目は回答が少しかぶるところがあるかと思うのですけれども、もともと締めつけトルクの管理はしていて、そういった意味では今後も設置、あるいは交換等々においてはトルク管理をやっていきたいと思っております。ただ、今まではダブルナットとか使っておりませんでしたので、緩みを防止するという意味ではダブル

ナットとかも考えていく必要があると当然思っております。完全にロックしてしまうと、今度は表面の腐食進行とかは分解しないとわからない点もあるかと思しますので、その辺は振動によって緩みが起きないような形で考えたいと思います。

一番最初の質問に戻りますと、点検なのですけれども、このときは逆にいうと電蝕とかという頭がなかったので、そういった意味では壊れて、ヒューズ断で交換して、そのとき、特段今回みたいに腐食が発生していれば、先ほどいったように、下のほうですと8%ぐらしか健全な部分、平らな部分がなかったので、そこまでいくと多分点検のほうも定期的に気がついたと思うのですが、その段階では多分そこまではいってなくて、そういった電蝕云々ということは点検ではみていなかったと思います。

○勝呂座長 ボルトの締めつけトルク等はきちっと管理がされていたということですね。

○説明者（金森） はい。

○勝呂座長 それで、ばらしたというか、開放したときに、今、U、V、Wと3相ありますけれども、3相が全部健全で、比較しても、これだけがおかしいとかというのもなかったと考えていいのですか。

○説明者（金森） そのときですね。

○勝呂座長 そのとき。

○説明者（金森） はい。

○勝呂座長 そういうことですね。わかりました。あと、だから、ボルトの緩み対策とか、そういうのは、逆の言い方でいうと、さっき安田先生とか石原先生などの話もありましたけれども、同じことが出ると困るので、どうやってフィードバックするかということが非常に重要だと思うのです。例えば、ガメサにいうべきなのでしょうけれども、フィードバックをするような通報を出せとか、そういうことを全ユーザーに、海外はともかくとして国内のユーザーには出すとか、何かその辺の対応をぜひとっていただくようお願いしていただきたいという感じがします。

ほかにございますか。どうぞ。

○弘津委員 電力中央研究所の弘津です。1つ質問と、1つお願いがあります。

まず質問なのですけれども、当日なのですが、最初に風車が停止して、警報が出て、リセットして再起動したということなのですが、風車が停止した理由は今回のヒューズと関連していると考えてよろしいのでしょうか。それとも全く別の理由なのでしょうか。

○説明者（金森） まず一番最初に気がついたのは、風速計が動いていて、風が吹いて

います、発電できるレベルにありましたと。そのときに停止していたので、まず現地へ行って係がみたときに、最初はナセルとハブの部分の通信エラーが出ていて、それをリセットしました。その後リセットを何回かやったのは、この機種特有か、ガメサ社のこの機械か、油圧の低下エラーが起動時に何回か起きる、それで初めて起動できるみたいなことになっていまして、それでリセットを何回かしました。一番最初はハブとナセルの部分の通信エラーということであったというのは現地へ行って確認しています。

○弘津委員　それでは、再起動した結果、火災は起きましたけれども、今回のヒューズの関係とは無関係で停止していたということですか。

○説明者（金森）　結論的には、ナセルを地上に下していろいろ調査した結果としては関係ないだろうと思っております。

○弘津委員　報告書はまだ概要版だと思うのですがけれども、停止の理由も記載していただくと関係性がみえていいのかなと思いました。再起動したこと自体は特に問題はなかったという理解でいいかと思えます。

あと、お願いなのですが、多分こういった推奨事項に対してコストの関係ですぐ対応できないというのは御社に限らず、どこにでも、どの業界でもある話だと思いますので、今回の機会に、それに対してすぐに最適な対応をとれなくても、次善の策として管理を強めるみたいなことができているかどうかというのも業界として広く再確認していただいたらいいのかなと思いました。

以上、コメントです。

○勝呂座長　ありがとうございます。今の再確認の件もあわせてよろしく申し上げます。どうぞ。

○石原委員　最後、お願いなのですが、今回いろいろ調査して、問題点が非常に明らかになっていますので、それをわかりやすくまとめていただきたいです。例えば原因は何か、それに対してどういう対策をとるのか。今の推奨という話ですが、メーカーは2007年に推奨とあったのですが、これも風車業界特有の問題のように思います。改善しないといけないと感じているところです。

要するに、推奨というのは、今書いているように、やってもやらなくても、安全には関係なければ、例えば効率をよくするような改善であれば、それはあくまで経済性の問題です。一方、これを改善しないと事故が起こる、車の例ですとブレーキに問題があったら人が亡くなるかもしれない。従って、部品の交換は推奨ではなく、リコールです。風車だっ

て人が亡くなるかもしれない。そのような安全に係る部品の交換は推奨ではなくて、やはりリコールという形で業界の中で徹底しないと、この問題は解決しないのではないかと危惧しています。今回まとめるとき、事業者として、これは問題だと思われたところ及び再発防止の提案があってもいいかと思いますが、もし再発防止に対して提案があれば、ぜひわかりやすく表の形でまとめていただければ、今後の参考にもなると思います。よろしくお願いします。

○説明者（金森） 事業者としても、こういったことを踏まえまして、できるだけ推奨というところでも安全のところを重視してやっていきたいと思っているところでございます。

○勝呂座長 ありがとうございます。最後なのですけれども、もう少しまとめていうと、後ろのトランスのところが焼けて、例えばアルミなどが溶けて落ちて、それがどこに火がついてこのように延焼になったのか。例えば油漏れがあったとか、そういうところまでチェックされたのかなというのがちょっと気になっているのです。

○説明者（金森） 油の漏れはないと思っていまして、火災の後に、ナセルをおろす前に油を抜いたりしましたけれども、ほぼ全量回収しておりますし、そういった意味では防音材があったり、FRPに溶融したものがいけば、FRPの発火点を上回る温度のものが飛んでいますので、それについてはFRP、あるいは吸音材というところに引火したと考えております。

○勝呂座長 ありがとうございます。報告書にそのあたりをもう少し細かく書いていただいて、お願いしたいと思います。

では、ほかに。どうぞ。

○熊田委員 今の委員長の質問ともかぶるのですが、ヒューズは基本的に過電流が流れたときにぶちっと切れてくれれば、安全なわけです。溶断が原因とだけ書かれると、無事に切れてくれたら何も起きないはずなのに、どうして火災に結びつくのだろうということがこの資料からだけではわかりにくいので、ぜひもう少し細かく書いていただきますようお願いいたします。

○説明者（金森） 一般的な許容電流みたいなものもありますので、ヒューズとアルミバ一の接触面積が少なくなっていれば許容電流を超えた分が流れようとしていて、そうすると、やはりそこでアークが発生するとかとなると思いますので、だから、今いったある意味での過電流を超えない値の電流値で腐食があったりすると、実際接触している面積は少

なくて、そこにはある程度流せる許容の電流もありますので、そのあたりも一応計算とかをしていますので、報告するようにしたいと思います。

○勝呂座長　　どうぞ。

○安田委員　　一番最初の質問に戻りますけれども、メーカーは推奨だといったということですので、メーカーが推奨だといったのが妥当であるかということが問われているわけですよ。ですので、ぜひ御社からの質問というよりは、このワーキングの委員から質問があったということで、推奨が妥当である理由を開示せよとメーカーにお問い合わせいただくとありがたいかと思います。

実質的には、今さらながらですけれども、推奨というのは、しなくてもいいという解釈ではなくて、今、J I S の Z 8301 をみているのですが、このほかでもよいが、これが特に適しているという意味です。ですので、これをとらなかったら何もしなくていいではなくて、それと同等の手段をとるとということなので、今度は、そうすると、メーカーの推奨が妥当であったとするならば、御社のそのほかの同等の対策をとっていたかということが逆に問われるわけです。

皆様が質問していたので、私の質問が後になってしまったのですけれども、ここからが重要な質問になります。17ページです。運用上の要因でございますけれども、私、③が非常に気になっているのですが、このあたり、もう少し詳しくご説明いただけませんか。データを記録できない状況というのは、具体的にどういう状況があるか。しかも、その状況で運転継続を判断した理由もお聞かせください。

○説明者（金森）　　まず、発電機の軸受けだとか、作動油の温度だとかをはかっているデータをずっと保管しているのですけれども、そのデータは、記録用のPCのボードが故障していて、どうもデータ保存がされていないとがわかったということで、その後、風車の運転、電力だとか、そういったところはデータ保存できていて、そこが甘かったといえれば甘かったのですが、ふだんの点検とかしている値もそういった記録はとっているわけですし、逆にいうと、安全装置上は働くということもあって、今まで直前までの間で何か温度が急上昇しているだとか、そういうこともなかったもので、すぐ部品を手配して直していいんじゃないかという思い、そのまま運転を継続してしまったというところでございます。

○安田委員　　確認ですけれども、私が質問させていただいているのは、データが単に記録できない状態で、記録以外は全て正常だったと。要するに、遠隔監視等で作業員が数字の移り変わりやグラフをチェックできていた状態なのか、それとも、そういったものもチ

ェックできていなかったのかということなのです。

○説明者（金森） 一部データしかみられていないです。

○安田委員 ということは、記録ができないだけではなくて、確認することもできない状況だったということでしょうか。

○説明者（金森） 何が必要なデータかというところは、全部あったほうがいいに決まっているとは思いますが……

○安田委員 具体的に通常時に全てみられるものがみられていない状態だったということ……

○説明者（金森） そういう意味では通常時、全てみられるものがみられていないということですよ。

○安田委員 ということは、この書きぶりがかなり誤解を生みやすいので、単に記録できていないだけではなくて、計測が不能だったということでしょうか。

○説明者（金森） 現地において、記録の部分がだめなので、瞬時値は現地ではわかるようになっていました。

○安田委員 だんだん核心に近づいてきましたけれども、遠隔監視で例えば温度上昇とか、そういったものは常時チェックできるような体制にありましたでしょうか。

○説明者（金森） 現地で、数字は抜きにして、100%全部みられるとすると、もともと一部遠隔でみられるという想定をして、遠隔でみられるようにしておりました。

○安田委員 そこで、例えば温度上昇等のデータはもともと遠隔でみられていたものでしょうか。

○説明者（金森） みられていたものも当然あります。だから、100現地でとっているとしたら、そのうち遠隔で必要だと思うものをピックアップして、みられるようにしていたということでございます。

○安田委員 17ページの③の部分ですけども、単にデータが記録できないだけで、遠隔等では通常どおりウオッチはできていたということ……

○説明者（金森） それは現地でしかみられなかったです。

○安田委員 そこが問題ですよ。単に記録ができていないだけではなくて、遠隔での監視ができていない状況だったということではないでしょうか。このあたりを次の報告書でももう少し詳しく書いていただければと思います。

済みません、質問はさらに続きます。ですので、そうやって遠隔監視ができていない状

態で運転を継続した理由、あるいは、御社の内規なりルールなりで遠隔監視ができなかった場合に、どのようなオペレーションをとるということが決められていたのでしょうか。

○説明者（金森） 発電しているかどうかだとかは全くわからない状態ではなかったということもあって、そういうことは余り想定していなかったので、そういう意味では、こういうある一部のデータが欠落したときにどうするかというのは余り決めていなかったということでございます。

○安田委員 今後の同様の事故を防ぐために何が必要かということを考えておりますので、最終的な報告書をお書きになる場合は、やはりこうすべきだった、こうすべきではなかったという、他の事業者にも示唆になるような解決方法をぜひご提案いただければと思います。

○説明者（金森） 書き方は、一応19ページにも記録できない場合はすぐ停止するというのも、その辺ももう少し書き加えていきたいと思えます。

○勝呂座長 ありがとうございます。では、もう時間も来ましたので、今いろいろな意見が出ましたけれども、今まで出たような意見を反映して、今後の対策と、今後の運用等について報告をお願いして、これで終わりたいと思えます。どうもありがとうございました。

では、次の議題に移ります。次は肝付ウインドファームの風車損傷事故への設備復旧対策について、資料の説明を株式会社ユーラステクニカルサービスからお願いします。

○説明者（小松崎） ユーラステクニカルサービスの小松崎と申します。肝付ウインドファームの事故に関しましてご報告申し上げます。

（パワーポイント）

まずはウインドファームの概要でございます。当ウインドファームは、2メガワットの風車15基から成っております。地図に示すとおり、風車は南西から北東へ直線状に伸びる尾根に一列に配置されてございます。

事故の概要でございますが、事故は16年9月20日、台風16号がウインドファームの直上を通過したときに発生してございます。事故は、4基の風車が破損してございます。

4号機、8号機の2基が、タワーが座屈しております。また、10号機、13号機がブレードの折損ということでございました。ちなみに、事故発生時、この風車は設計どおりストームモードということで運転されておりました。また、事故時には風車の系統の電源は停電はございませんでした。

続きまして、事故発生時の風況でございます。表に示すとおり、ナセルの上で測定された風速でございますが、10分平均で最大76m/s、3秒平均で92m/sという風速でございます。

また、時系列データの例示を風車11号機の例で示します。風速に関しましては、おおよそその風車も零時30分から1時ごろが風速のピークを迎えております。また、風向に関しましては、1時から2時に関しまして180度反転してございまして、南東方向から北西方向、南東方向といえますのは、先ほど風車がレイアウトされておりました尾根に対しまして直交の方向でございます。

続きまして、事故の原因究明、対策検討のフローでございますが、こちらのフローに示すとおり、まずは外力のチェック、それから破損部品の調査、設計の確認をいたしまして、これらをもとに破損した風車の応答解析、構造解析。それから、破損を免れた風車の応答解析。これは、15基あったうち4基以外は無事だった風車もあったということでございますので、どうして無事だったのかを探ることによって、再発防止等に示唆があるのではないかと考えた次第でございます。それから、今回の台風の再現期間の確認をいたしまして、事故の原因を推定してございます。これらを受けまして対策の対応方針、それから対策の検討、各部位の健全性調査を行いまして、対策の立案ということでございます。

続きまして、まずは風速の精査でございます。今回計測されました風速は、風速計の計測レンジを超えることから、その精度を確認するために風洞試験等を行いました。その結果、計測された風速データは適切な値と判断いたしております。

また、破損部品の調査でございますが、下に示すとおり、まずヨー駆動装置でございますが、ヨーモーターに関しましては、事故機4基のヨーモーター全てが動作をせず破損しておりました。これは、ヨーが回転しまして、これに伴いモーターが過大な回転速度になったために内部破損に至ったものと推定してございます。

また、ヨーレデューサに関しましては、全数でピニオンの割れがみられております。これは、入力側の減速機の軸受けの焼きつけが確認されたということから、これも同様、過大な速度でヨーが回転して、回転速度の高い入力軸側の許容速度を超えたことが原因で焼きついたものと考えてございます。

風車の設計の確認でございます。風車の支持物に関しましては、土木学会の設計指針に従いまして設計されてございまして、建築基準法に従い、当時の大臣認定を受領しております。その際の設計条件は記載のとおり、 V_{ref} 69m/s、 V_{e50} 105m/sという数字でございます。

した。

また、風力発電機に関しましては、認証機関から設計認証を受領しております。この風車に関しましては、極値クラスはIということで、記載のとおり、 V_{ref} は50m/s、 V_{e50} は70m/sというところでございます。

続きまして、事故原因の推定でございます。図に示すとおりフロー、風応答解析により作用荷重を求めまして、それに基づきまして座屈解析をしているといった流れでございます。

風応答解析の条件でございますが、解析ソフトとしましては一般的に使われているBladedを用いております。また、アジマス角につきましては10deg間隔で36ケース設定いたしました。ウインドシードに関しましては10ケース、すなわち、1つの解析をするに当たりまして360ケースの解析をしているというところでございます。

続きまして、4号機と8号機、タワーの座屈した風車の破壊メカニズムを推定してございます。

まず4号機の風車の状況でございます。図が3段になっております。上段が風速、ローターの回転速度を示してございます。中段がピッチ角、一番下段が風向、ナセル方位、それからその偏差というグラフでございます。

①の時間帯をみてください。零時33分ぐらいになるかと思えます。この時間帯に、まず第3軸のピッチが変化してございます。90度、すなわちフェザーリングの状態から約309度までピッチが動きました。このタイミングの直後に、下のナセルをみてください。ナセル方位でございますが、ぴょんと変位をしております。その後にヨーモーターのブレーカーが遮断されているということ。その後に引き続き、②番の時間帯になりまして、2つ目の軸のピッチが変化したといった状況が整理、分析されます。

8号機に関しましても同様の整理をしてございます。

続きまして、タワーの座屈の再現でございます。風応答解析でございますが、4号機、それから8号機に関しまして、SCADAに残っているデータからはタワーの座屈が確認できませんでした。SCADAのデータは零時30分前後に通信遮断になっていたということがございまして、これ以降に事故が起こったのだろうと考えたわけでございます。そこで、座屈状況の再現のために、風速、ピッチ角につきましては、その条件を確定できないものにつきましては想定いたしまして、解析を実施してございます。

その結果、下の表6-3に示すとおり、こういった風速、こういったピッチ角のときに

タワーが座屈に至りそうな荷重を見出すことができました。

この見出した荷重を用いまして構造解析をしてございます。構造解析した結果を図に示してございます。一番上段が解析結果によるローターの回転数と風速でございます。中段がタワートップにかかる曲げモーメント、一番下段がタワートップにかかる水平方向の荷重となっております。

4号機をまずごらんください。これをみますと、ローターの回転数が上昇してございます。約27.7rpmに近づいたときに、タワー1次固有振動数と一致して共振しているというところの確認できます。このときにタワートップには、記載のとおり、モーメントとしましては48,000kNm、水平荷重は記載のとおり、こういった荷重が作用していたということがわかったわけでございます。

8号機に関しましても同様の見方になりますが、8号機もやはりローターの回転数が上昇いたしまして、タワートップに記載のような曲げモーメントと水平方向の荷重がかかっているというところの確認できたというところでございます。

この確認できた荷重を入力いたしまして、タワーの座屈解析を行いました。その結果、記載のとおり、4号機におきましては50.5m/sの位置、8号機に関しましては30.5m/sの位置で座屈、耐力超過することが確認されたということでございまして、タワーの座屈位置を現地の状況に合わせることもできたというところでございます。

続きまして、これを受けまして破損のメカニズムを推定してございます。4号機に関しましてご説明申し上げます。まずは設計風速を超える風によるピッチモーター・ブレーキにその保持力を超えるトルクが作用した。その結果、第3軸のピッチ角が変化してございます。その後、当然、作用する風荷重が増大いたしまして、ナセルが変位している。その後、ヨー駆動が頑張ってくれたおかげで、ヨーモーターが過負荷状態になる。それで34分にヨーモーターのブレーカーが遮断になっている。その後、さらに風荷重が増大しまして、35分には第1軸、次の2本目のピッチが変化したというところ。その後、通信遮断になってしまったので想定となっておりますが、解析で確認したとおり、ローターの回転数が上昇いたしまして、タワーの座屈に至ったものというメカニズムを想定してございます。

8号機に関しましてもほぼ同様なので割愛させていただきます。

続きまして、10号機、13号機、ブレードを折損した破壊のメカニズムでございます。先ほどと同様に、風車の状況に関しましては整理をした上で、風応答解析を実施いたしまし

て、座屈解析をしてございます。

その結果でございますが、この図に示すとおり、ブレードが折損し得る荷重が作用していたということが解析の上でも確認できてございます。1より下回っているところに関しましては、座屈している可能性があるというところでございます。

同様に10号機、13号機に関しましても破壊のメカニズムをまとめてございますが、ピッチが動いて、ヨーが動いてというところは、ほぼ同様でございますので、割愛させていただきます。

続きまして、破損を免れた風車の解析でございます。まずはブレードに作用する荷重を解析で求めました。結果は表6—11に示してございます。これからわかることでございますが、ピッチ角がフェザーから変化したブレード、すなわち6号機、12号機、14号機に関しましては、設計荷重を超える荷重が作用し得ることがわかったということでございます。先ほどの黄色のところでございます。

一方、ピッチ角が変化しなかった11号機でございますが、これも解析した結果、記載のとおり、ピッチがフェザー状態に保たれていたものに関しましては、ブレードが折損し得る荷重は作用しなかったということを解析で確認できたところでございます。

続きまして、(2)になりますが、ヨー駆動機構に作用する荷重の解析でございます。ヨーに関しましては、原設計のモーター容量1.5キロワット仕様の風車、それから2.2キロワット仕様の風車が混在してございました。よって、これらを合わせた4基を対象といたしまして解析をしてございます。

結果は表6—12に示すとおりでございます。これからわかることでございますが、2号機、12号機、14号機をごらんください。ピッチ角がフェザーから変化することでヨーベアリング周りのモーメントが大きくなり、ヨー機構の破損に至ることを確認してございます。ただし、12号機になりますが、ヨーモーターの容量が大きかった2.2キロワットのものに関しましては、ピッチ角がフェザーから変化してもヨーの回転速度が抑えられて、軽微な破損で済んだものと推定してございます。

また、5号機をごらんください。ピッチ角がフェザーから変化していなかったものでございますが、ヨー機構が破損し得るような荷重が作用しなかったということがわかります。

続きまして、台風シミュレーションによりまして今回の台風の再現期間を推定してございます。図6—15に示してございます。この結果によりまして、本台風のときの最大風速10分平均76.9メートルといたしますのは、再現期間でいいますと1,000年～2,000年に相当す

る極めてまれなものということになりました。これは台風の規模、945ヘクトパスカルと
いうことで、比較的大きかったこともありますけれども、それに加えて、台風がウインド
ファームの直上を通過したというルート、それからウインドファームの地形が相まって、
このようなごくまれな風速になったものと推定してございます。

続きまして、対策検討でございます。対策方針に当たりまして、まず、先ほど申し上げ
た、破損を免れた風車における解析結果からの示唆も考慮いたしまして4点定めてござい
ます。

1つが、ピッチ、ヨーのブレーキ、モーターの機能を強化することによりまして、暴風
時における風車構造安全性を確保する。

2、暴風時の新たな設計条件といたしまして、関係法令への適合性、並びに当社独自の
判断により今回の台風相当の暴風時においても風車破損が再発しないことを考慮いたしま
して、2条件を定めました。①再現期間50年の設計風速は、IECにのっとりまして所要
の安全率を考慮したいと思っております。また、②本台風時にナセル上で観測された最大
風速に関しましては、発電所供用期間中に経験することが極めてまれであると考えられる
ことから、要求性能を安全限界といたしまして、各部分安全率を1.0としたいと考えてござ
います。

3、風車各部の構造安全性は、先ほどの両設計条件におきまして強度、それから荷重評
価を行いまして確認する。

4、系統電源喪失時の制御確保のために非常用の電源を具備しまして、DLC (Design
Load Case) 6.1で設計を進めるというようなところを方針としてございます。

これに基づきまして、新たな設計条件は表7-1に示すとおりでございます。①番、風
速が記載のとおり、②番、風速が記載のとおりというところでございます。

ただいまの設計条件に基づきまして、ピッチとヨーの再設計を行っております。これに
当たりましては、新たな設計条件でピッチとヨーに作用する最大荷重を算出いたしまして、
これに対応可能な機器の仕様を選定してございます。7-2に、ピッチモーター・ブレー
キに作用の選定結果を示してございます。使用するブレーキの保持トルクは、設計時のリ
クワイヤメントからは236Nmが求められまして、今回、450Nmの機器に機能アップしようと
考えてございます。

それから、表7-3、ヨーモーター・ブレーキの件でございますが、このブレーキに関
しましては200Nmのもの、それから駆動時のモーター力に関しましては247Nmのものを採用

しようと考えてございます。

続きまして、荷重と強度の評価でございます。新たな設計条件におきまして、風車各部の構造安全性を評価するため、図のフローに従いまして評価を実施してございます。その結果、いずれの部位も構造安全性を確保することができたと判断いたしました。

続きまして、非常用電源でございます。表7-4のとおり、非常用電源はガスタービン、それから定格出力は2,500kVA、運転継続時間に関しましては、台風の滞在時間の最も大きなものをシミュレーションいたしまして22時間と設定してございます。

続きまして、各部位の健全性調査でございます。これにつきましては、表に示すような方法に従いまして実施してございます。その結果、一部機器の補修を要するものはございますが、交換することにより運転再開は可能と評価できております。

続きまして、まとめでございます。原因究明と再発防止策に関しまして一覧表にまとめてございます。

まずは原因究明でございます。設計風速に関しましては、今回の事故時の暴風では再現期間が1,000年～2,000年相当の極めてまれな風速が発生いたしまして、風車の原設計風速を大きく超えたということでございます。

それから、破損に至ったプロセスでございますが、まずピッチに関しましては、設計風速を超える風速によりましてピッチ角がフェザーから変化したというところ。ヨーに関しましては、ピッチ角の変化に伴いまして、やはりヨーが回転したということ。これによりまして、ヨーのレデューサピニオンが全数破損してございます。こうした経過を経まして、タワーに関しましては、ピッチ角がフェザーから変化したことによりましてローター回転数が上昇、そして4号機に関しましては共振、8号機に関しましては水平方向荷重の増大によりましてタワーが座屈ということ。それから、ブレードに関しましては、ピッチ角がフェザーから変化したことによりまして耐力を超えたために、破損したと考えてございます。

この原因を振り返りまして、再発防止策のまとめでございますが、風速に関しましては、先ほど申し上げたとおり、2つの条件を設定してございます。それから、ピッチに関しましては、ピッチ角をフェザーに維持できるようなピッチモーター・ブレーキ、トルクアップ品を採用するということでございます。ヨーに関しましては同様に、ヨー制御を正常に維持できるようなヨーモーター・ブレーキの機能アップ品を採用するということ。それから、タワーとブレードに関しましては、設備の変更はなしということでございます。一番

最後、電源でございますが、再発防止対策といたしまして、今後万が一、暴風時に系統電源が喪失した場合には風車の制御が確保できるように、非常用電源を設置するというものがございます。

最後になります。今後の予定でございます。本日のワーキングでご了解いただけたらという前提でございますが、直ちに2月、来月を目途に、電気事業法に基づく事故報告をさせていただきたいと思っております。その後、速やかに風車の再稼働のアクションに入っていきたいと思っております。風車の再稼働に当たりましては、風車の事故の状況の重篤度から3つのカテゴリーに分けてございます。

まず1つが、軽微な破損の風車8基でございます。これに関しましては、破損部品の交換並びに使用前の自主検査を実施いたしまして、4月末を目途に順次、暫定稼働を目指していきたいと思っております。なお、ことしの台風シーズンまでにピッチモーターの保持トルク品への交換が間に合わないことから、昨年度実施いたしました台風対策にて対応いたしまして、2018年10月目途でピッチモーター保持トルクアップへの交換を実施したいと考えてございます。

2つ目のカテゴリー、ヨー駆動機構を破損した風車3基に関しましては、破損部品の製作をいたしまして、部品の交換、使用前自主検査の後、再稼働、19年の5月を予定してございます。

それから、ブレードの折損した風車でございますが、これに関しましては13号機が19年5月、10号機に関しましては19年12月になると考えてございます。

なお、非常用発電機に関しましては、恒久対策の非常用発電機は19年5月に設置完了でございます。

以上でございます。ありがとうございました。

○勝呂座長　ありがとうございます。それでは、ただいまのご説明に関してご意見、ご質問があったらお願いします。よろしいですか。どうぞ。

○石原委員　最後のページなのですけれども、今の4号機と8号機に関しては撤去ということよろしいですか。

○説明者（小松崎）　現時点で撤去してございまして、再稼働の方向性としては難しいかと考えてございます。

○石原委員　これについては今後の予定のところには書いていないですね。

○説明者（小松崎）　まだ機関決定していないということで、書いていないということ

でございます。

○石原委員 わかりました。では、決定されていないことを書いていただいて、要するに、何も書いていないと、撤去されるということにみえたので、誤解のないように、4号機と8号機については今後、機関決定して適切な措置をとると。だから、再稼働の可能性はあると理解してよろしいですか。ないかもしれないし、あるかもしれないけれども、ここに何にも記載がなかったの、何らかの記述を入れていただければと思います。

○説明者（小松崎） 大変失礼いたしました。そのようにいたします。

○勝呂座長 ほかによろしいですか。どうぞ。

○青木委員 18ページの健全性調査の項目で、緩んでいたボルトとかありましたか？

○説明者（小松崎） 1つの号機の1つの断面で何本かございました。

○青木委員 緩むということは、多分伸びて戻らないということだから、弾性値を超えている可能性がありますよね。

○説明者（小松崎） それに関しましては全数交換いたします。

○青木委員 ボルトはね。

○説明者（小松崎） はい。

○青木委員 タワーのほうは降伏すると、塗っている塗装とか、はがれるというか、しわが出るのだけれども、そういうのはみられなかったか？

○説明者（小松崎） ございませんでした。

○勝呂座長 ありがとうございます。どうぞ。

○奥田委員 19ページのまとめのところで、ちょっと教えてほしいのですが、設計風速のところの再発防止策の②の最大風速のところ、各部分安全率は1.0ということなのですけれども、この意味を教えてほしいのですが、つまり今回の暴風と同じ風を経験すると、もうそこで限界になるのだという認識でいいか？

○説明者（小松崎） はい。

○奥田委員 全く余裕がないと。

○説明者（小松崎） 安全率としての余裕はないということになります。あと強いて申し上げると、材料の特性値としての平均値とのばらつきのところでの若干の余裕があるのかなと考えております。

○奥田委員 その部分はあると。

○説明者（小松崎） はい。

○奥田委員　　あと、この風が再現期間で1,000年～2,000年ぐらいに相当するのだというご説明だったのですけれども、聞いていると、中心気圧が840でしたか。

○説明者（小松崎）　　945でございます。

○奥田委員　　940というのは、それほどとんでもなく強いというわけでもない。確かに本州に上陸する台風で、そこまで発達しているというのは少ないと思うのですが、全くないわけではないし、昔はもっと低い中心気圧で上陸している記録などもあるわけなので、それでこの再現期間が1,000年～2,000年に相当する風だったと本当にいえるのかなという、ちょっと素朴にそこが気になりました。台風シミュレーションで検討されて、そこには地形の効果とかも全部入っているのですか。

○説明者（小松崎）　　はい、考慮してございます。

○奥田委員　　それで求められた結果だということなので、そこはそれで私も何となくわかるのですが、中心気圧、台風の勢力、今回の台風がそこまで極めてまれな事象であったと言い切れるのかなというのがちょっと疑問になったので、質問させてもらっています。

○説明者（小松崎）　　お答えになるかあれなのですが、先ほどの説明と重複するところがございまして、台風の規模もあるのですが、やはり台風の通ったルート、それから、今回ちょうど尾根の上に風車が建っているわけございまして、その尾根の両側は非常にスティーブな傾斜をもった山になってございます。そこを駆け上がる地形による増幅効果、それからハブハイト、高さの補正、そういったものを考えますと、基準等を考えても、そういった形の割り増しになると考えて、この台風自体がほかの平地で、こういった災禍を起こすものとは思ってございませぬけれども、ちょうど山の上で、こういったところを通ったということで、このような特異な風速になったものと推定してございます。

○勝呂座長　　どうぞ。

○川田委員　　大変詳細な破壊のメカニズムを究明されたことは非常に役立つことだとは思いますが、言葉の定義で、細長部材は座屈というのが主たる破壊モードにはなるのですが、基本的には圧縮荷重で起こるのを座屈というわけですね。タワーは上に重たいものが乗っているから、何となく座屈というのもあり得るのですが、ブレードに関しては圧縮荷重がほとんどかかっていないわけですね。それで座屈という破壊を表現するのは、これは多分共振における曲げだと私は思うのですが、座屈とってしまっているのかというのが1つ。それから、同様に考えると、タワーはそういうものは座屈と

いう表現は使うのかなど。業界の言葉でもあるのですけれども、機械系の言葉でいうと、座屈というのはちょっと違和感を感じるということでございます。

○説明者（株式会社ユーラステクニカルサービス） 今ご指摘いただいたとおりかと思
います。実際言葉として、破壊のモードとしては結局、曲げ座屈という形になるのですけ
れども、曲げによる座屈というか、途中で折れてしまうというか、折損です。ミクロ的に
みると、最終的にブレードにしても、タワーにしても、しわが入って、そこでぼきっとい
くところに関しましては曲げということで、法線方向の変形が大きくなってという形で、
曲げですので、圧縮も作用している部分があるという形で、ぱっと通じる言葉というのは
定義で難しいとは思うのですけれども、何か適切な表現があれば、ご教示いただければ
という感じをお願いいたしたいと思えます。

○川田委員 初めて聞いたから、ちょっとびっくりしてしまいました。

○勝呂座長 後で説明をお願いします。

あと、私から1点質問があります。4ページの支持物設計風速設定条件というところで、
これは2009年に大臣認定を受けたときに、 V_{e50} が105m/sで、 V_{ref} が69.3m/sとなっています
よね。それで、これが16ページの下の方の7.2.新たな設計風速条件とか、こういうところ
でいうと、 V_{e50} が70m/sになっていますよね。ここのつながりがちょっとよくわからないので、
逆の言い方でいうと、タワーのほうは100数メートルで設計していたのだけれども、70メー
ターのもので作られた風車を載せていたということですか。

○説明者（小松崎） ご指摘のとおりでございます。

○勝呂座長 風車とタワーの設計条件が違っていたということになるのですか。

○説明者（小松崎） 単純な言い方でいうと、ご指摘のとおりでございます。

○勝呂座長 それは建てたときの設計条件を合わせるときに、いってみれば見落とし
というか、そういう風車しかなかったということで、それを採用したということですか。

○説明者（小松崎） 正直、10年ちょっと前のお話でございまして、なかなか確認でき
ないところがあるのでございますけれども、ご指摘のとおり、支持物に関しましては、か
ような設計風速で事業者が設計した。一方、上物に関しましては、メーカーさんの仕様の
ものということで導入したと理解してございます。当時は上物と支持物で、建築基準法に
基づく審査と電気事業法に基づく審査というのが2つあったかと思えますので、それで違
った風速が設けられていたということでございます。

○勝呂座長 わかりました。時間的な経過からいうと、そのようになっていたのは承知

していますので、こうならざるを得ないのかなとは思ってはいるのですけれども、逆の言い方でいうと、事業者としても、メーカーとしてもそのところをきちっと配慮して設計しておかなかったというのはちょっと残念だなという気がします。

○説明者（小松崎） おっしゃるとおりかと思っております。

○勝呂座長 ほかによろしいですか。どうぞ。

○石原委員 今の座長のご指摘にも関連しまして、過去の審査のやり方、一本化された後には今のような問題は発生していないと私は認識していますが、今回こういった過去に審査された風車については、今回の事故調査において非常によいモデルをつくられていると思います。設計というのは50年一度の事象に対して行うだけではなくて、今回の事故のように非常に長い再現期間の事象も発生します。実際 I E C の新しいバージョンの中にロバストチェックという方法が提案されまして、それが再現期間50年に対して設計するのが基本なのですが、例えば、500年再現期間の地震についても500年、すなわち極稀の事象に対しても設計が実施されているのです。その場合の安全率は1.0を用いられています。今回の風速は1,000年相当し、安全率1.0で、その安全性を担保するという事は極めて有効的です。経済的に考えても合理的です。今回の事故調査の中で実施されたことは非常に良かったと思いますし、もし心配されるサイトがあれば、こういった考え方で安全性をチェックされることが望まれます。

○勝呂座長 ありがとうございます。さっきの建築基準法の基準と風車の本体の設計条件は今、一本化して、ずっとチェックしていると思いますけれども、さっきのフィードバックの話ではないですが、前の風車でこのような齟齬があるものをどうするかというのは、ユーラスさんは多分自分のところのものは調べられていると思うのですが、ほかのところもそういうところでいうと心配なところがまだ残っているというのは正直なところで、実際問題として遡及できないですから、ということがあって、そういうところはチェックしておかないといけないのかなという気がします。ありがとうございます。

それでは、本報告をもって、肝付ウインドファームの風車損傷事故への設備復旧対策に関する議論は終了したと考えますが……どうぞ。

○青木委員 同じ18ページで、残ったものの健全性のミクロ的なチェックはこれでいいと思うのですけれども、損傷があるかないか、建築物でも固有周期をはかって、マクロ的に大きな損傷があるかどうかというのがチェックできるので、それをぜひやっていただきたい。常時微動計をちょっと上に乗せてはかるだけなので、コストもそんなにかからない

と思うので、それだけお願いしたい。

以上です。

○勝呂座長 できたらよろしくをお願いします。

○説明者（小松崎） 固有周期に関しましては、ブレードにつきましてやっておりますので……

○青木委員 ブレードというのは、私がいっているのはタワーの固有周期のことです

○説明者（小松崎） ありがとうございます。タワーにつきましてはまだやっておりませんので、そういったことを考えたいと思います。

○石原委員 さっき健全性チェックのところ、ボルトに緩みが発生したものの全基を交換したというものをこの中に書かれていますか。

○説明者（小松崎） 本日の資料の中には書いてございません。

○石原委員 ぜひ最終報告書の中に入れていただいて、今の固有周期のチェックと、ボルトの緩みが発生した場合には全数を交換したという対策を入れていただければ、今後の参考になりますので、よろしくをお願いします。

○説明者（小松崎） 承知いたしました。

○勝呂座長 ありがとうございます。それでは、株式会社ユーラステクニカルサービスにおかれましては、今出た意見、ご質問等の回答も一緒に含めて最終報告書とさせていただいて、設備復旧対策ということで進めていただきたいと思いますので、ありがとうございました。

では、続きまして、ちょっと時間が押していますので、南大隅ウインドファームの設備復旧対策について、資料説明を株式会社ジェイウインドサービスからお願いします。

○説明者（本庄） ジェイウインドサービスの本庄ですが、南大隅ウインドファームのナセルカバーの損傷、第3報になりますが、報告させていただきます。

（パワーポイント）

この損傷は、今の肝付と同じ台風でナセルカバーが損傷したものでございます。南大隅に風車が19台ついておりまして、上のカバーが脱落したものが7台、ラジエーターのカバーが脱落したものが3台、脱落はしなかったのですが損傷したものが4台と、損傷がなかったものが5台あったということで、これの対策の報告でございます。

事故当時の風速でございますが、40～50m/sということで、設計風速以内の風速でございました。そうしたことから、風車側に何か問題があったのではないかというようなことで、

いろいろと調査をしてございます。

事故当時の状況でございますが、この風車は停電時のバックアップ用としてディーゼル発電機をつけておりまして、ディーゼル発電機を用いて系統電源が断になったときにもヨー制御の電源を確保する設計にしておりましたが、ヨーがとまっていたものが3台ありまして、そういったところについても今回の原因ではないかというようなことで調査を進めております。

2. からが事故原因の推定でございますが、図面等もなかったものですから、3D計測してCADの図面をつくりまして、部品の強度はサンプリングして強度試験をして推定したということでございます。

それから、事故当時の風車を調べたところ、フレームとナセルカバーの接着が剥離していたところがありまして、そちらを再現して構造解析をしてございます。

ヨー制御が停止した原因の調査結果を下に書いてございますが、ここにつきましては、風車の電源電圧の設定とディーゼル発電機の電圧設定が合っていないくて、それでヨー制御が動作したときに瞬時的に電圧低下するようなこと、あるいは、ディーゼル発電機の冷却温度スイッチが劣化しており、これが不要動作したというようなことで原因ではないかと推定いたしております。

ページをめくりまして、次のページが事故原因調査をしたとき解析のダイジェストでございますが、ナセルカバーに接着の剥がれがある状態で乱流を含んだ風を受けた場合に、カバーが振動して変形して、局所的に大きな力が加わって破断に至るとようなことを確認してございます。

こういう解析結果によりまして、昨年7月に台風対策として緊急的な対応をしてございまして、その結果を2ページ目の下の図に記載しております。接着の剥がれた部分にボルトを打ち込んで固定するようなことを行い、前方からの73 m/s程度の風に耐えるような対策をして、昨年の台風シーズンを乗り切るようなことにしてございます。このときには下側のカバーも多少補強していますが、そちらはまた後ほど説明いたします。

それから、資料の3ページ目からが恒久対策のご説明になります。恒久対策といたしましては、下側のカバーは台風で壊れませんでしたので、基本的には流用いたしまして、上側のカバーは今回被害を受けなかったカバーも含めて19台全て作り直すということにしてございます。

そのときに、設計風速といたしましては、待機時の暴風ということで、風速73.1 m/sで、

風向が0°、プラスマイナス15°、それから待機中の故障ということで、風速58.5 m/sで、全風向ということを設定いたしまして、これに耐えるようなナセルカバーにするということで補強の検討をいたしてございます。

補強したことを表2にまとめてございまして、上側のピンク色で書いたところが新しくつくる上カバーの補強の内容で、下のブルーのところは流用する下カバーの補強の内容ということでございます。

3ページ目の下、下カバーの補強の内容ということで、下カバーは台風でも壊れなかったものですから、大きな補強はないのですが、フレーム部分で局所的に大きな力が加わる場所があるものですから、この吹き出しの①、②、③で書かれているようなところ、応力集中した部分にプレートを当てがうような補強をしております。これが下カバーの補強でございます。

それから、上カバーの補強につきましては、4ページ目に上の図、下の図で書いてございまして、主なところだけ説明いたします。上の図の左上をごらんいただきますと、対策⑤の吹き出しで書いてございまして、真ん中のフレームを1本追加してございまして。それから、対策④の吹き出しに書いてございまして、フレームの厚さを増してございまして。それから、対策⑩の吹き出しに書いてありますように、FRPについても引っ張り強さが1.7倍になるようなものを使うことにいたしました。

それから、右の上のところをみていただきますと、今回、接着の部分が剥がれて、カバーが飛散した原因と考えられているフレームとFRPの接合部分でございまして、ここににつきましては、接着ではなく、FRPを巻き込むような構造にするとともに、ボルトを打ちまして、FRPの中で鋼材ががたつかないような対策をとるようにはいたしてございまして。ボルトの表面部分につきましては防水対策をするような対応をとることにいたしてございます。

それから、下の対策図案でいきますと、主なものといたしましては、左の上にありますように、上側のフレームと下側のフレームを固定する固定部分ですが、もともとは4カ所の金具でしか固定していなかったところを、さらに7カ所金具をふやして、強固に固定するように対策をしております。

それ以外にも、解析のトライ・アンド・エラーで少しずつ補強等を足していった結果、この4ページに書いてあるようなもので全部補強したところ、構造解析でもつよようになったということでございます。

構造解析でございますが、5 ページ目を書いてございまして、まず安全率の考え方でございますが、G L 2010に書いてある安全率の考え方を適用して強度を検討してございます。簡単にいいますと、風荷重の安全率はD L Cの6.1は1.35、7.1は1.1倍ということで、風としてはこれだけの安全率をみました。

それから、材料の安全率については、ここの表に書いてある部分安全係数という中で、鋼材フレームは1.1倍、F R Pは1.35倍の安全率を見込んでございます。さらに、F R Pにつきましては、短期荷重の検討のときに用いるように決められている経年劣化、温度劣化、ハンドレイアップ、後硬化というような安全率も適用いたしまして、G Lに書いてある安全率を考慮した中で検討したということでございます。

それから、F R Pについても3つのサンプリングで、3方向で圧縮と引っ張りの試験をやりまして、適切に強度特性値をとって、それを採用して、構造解析をいたしました。

その構造解析の結果ですが、D L Cの6.1と7.1で全てオーケーということを確認いたしてございます。専門家の皆様のところには、この附属資料ということで解析のエビデンスをつけてございますが、結果としては全部オーケーということになってございます。

こうした補強をすることで、ナセルカバーはもとより60kgほど重くなるのですが、鉛直荷重が0.04%程度ふえるものの、構造上問題ないということを確認いたしております。

それから、ヨーバックアップの信頼性向上対策ということで、電圧の設定につきましては360Vを400Vに修正するということと、ヨーモーター、ヨーブレーキの点検強化をいたします。それから、水温スイッチは過去の故障の履歴も踏まえまして3年ごとに点検、交換するということ。非常用発電機につきましても、台風の前等、点検を強化するようなことを考えてございます。

こうした対策をとりまして策定した復旧計画を、6 ページ目に記載してございます。本日の構造強度ワーキングで承認いただけましたら、上カバーの製作の発注をいたしまして、2つずつつくって、運んで載せるというようなことを繰り返していくことを考えてございまして、ことしの末ごろには19台の発電機の運転再開を見込んでございますが、被害を受けなかった発電機のカバーも全部交換するということで、全部の対策が終わるのは2019年の後半というようなことになります。

それから、2つだけ、カバーの製作の型どり用に入手したF R Pの上カバーがございまして、これを、今カバーが飛んでいる風車に載せて、緊急対策相当の対策をした上で、今雨ざらしになっております発電機等の修理をして、新カバー上架までの間、発電機の暫定

運転もしたいと考えてございます。

以上でございます。

○勝呂座長 ありがとうございます。それでは、今の報告についてご意見、ご質問等ありましたら、お願いします。どうぞ。

○川田委員 随分積極的に設計変更されたということによろしいかと思うのですが、100%大丈夫だというのは構造物ではいけないので、どうやってこういうものと今後おつき合いしていくかということになると思うのですが、定期的な検査といたしますか、FRPに関しては接合部も含めてどのような検査をお考えなのでしょう。

○説明者（本庄） FRPにつきましては、やはり製作時の品質管理をやることが非常に大切と思っております、製作中の材料の管理や製作時の温度管理等については工場に行って確認したいと思っております。

あとは、今回そもそもこういうカバーが飛んだというのは、カバーのすき間を放置していた保守上の問題がございまして、カバーのすき間があいているというのは認識していたのですが、ベルトを巻いたりして対策していて、それで問題なかったと思っていた保守上の間違いもございまして、すき間やボルトの緩み等を定期点検で確認して、問題があればすぐ修繕するという対応になるのではないかと考えております。

○勝呂座長 ほかにないですか。——よろしいですか。そうしたら、私からひとつ聞かせてください。

1つは、前のとき、やはりディーゼル発電機が動かなかったという件がすごく気になっていて、今回のものでいうと、台風が来そうだとしたら、チェックに行くのだと書いてあるわけですが、そういうことを想定してもちょっと遅くなるようなことが発生するのではないかというのが心配で、もう少し定期点検的に、例えば3ヵ月に1回は回せとか、半年に1回は回せとか、何かそういうことをしなくていいのかなというのが1つ目の質問。

2つ目は、この風車で図面がないからといって、今、全部自分でされていますよね。型を測るとか。このメーカーは何にもしてくれないというのはどういうことなのかなというのをお聞きしたいのです。さっきのガメサの話でもありましたけれども、倒産してしまったというなら、それはそれでしょうがないのかもしれないが——しようがないという言い方はちょっとあれなので、電気事業法として考えると、ちょっとおかしいのではないのかな、余りにひど過ぎるのではないかという気がするのが2つ目です。それから、その辺は

もうしようがないと諦めざるを得ないのかなというのが2つ目です。

3つ目は、今すぐ全部適用できるわけではないので、暫定対策をするといっているのですけれども、これ、正直2回目ですよ。1回目、ベルトを巻いたようなものをやりましたよね。そうすると、さっき話ではさらっと流れたのだけれども、ことしの台風対策は大丈夫なのかなというのがちょっと心配なのです。

その3つを教えてください。

○説明者（本庄）　　まず1点目のディーゼルの発電機のことですが、これは台風が来る前に保守員が行ってディーゼルを起動しますので、そのときには一応、起動を確認した上で台風を迎えるという形になりますが、それでも、社内の事故調でも、それがとまったりしたときにもつのかという議論もございました。DL C6.2という状況で、ディーゼルがとまって暴風相当の風を横から受けたときにもつのか、もたないのかという検討もしてございまして、先ほどのユースさんのケースと同じような考え方で、安全率を1.0で検討した場合には、実力的にはカバーがもつのではないかという検討はしているところでございます。そういう意味では停止対策については保守員が事前に行き回すという状態にしておりますし、それが万が一とまった場合であっても、相当強固なカバーをつくりましたので、実力的には横から風を受けるような形になってももつのではないかと考えているところでございます。

2点目のメーカーの対応でございますが、メーカーに相談すればいろいろとやってくれる可能性もなきにしもあらずだったのですが、やはり時間もかかるだろうし、それであれば自分たちでできることをやっていったほうが対策の実施が早いのではないかということで、今回我々のほうで進めてございます。そういう意味では実際にこの風車を輸入して販売したメーカーさんに相談もしていませんし、相談して、やらないといわれたわけでもありませんが、我々の判断として、自分たちでやったほうが結果としては早く対策が構築できるのではないかということで検討させていただきました。

それから、台風対策のところにつきましては、緊急対策の検討でやったように、ボルトでカバーをフレームに固定するとか、ラジエーターカバーの養生をするという形で、前方からの73m/sの風に耐えるという計算はしておりますので、これが5年、10年ずっとというのは心配なところがありますが、もう一回、台風シーズンということであれば耐えられると考えております。

○勝呂座長　　ありがとうございます。台風対策、ことしも来るかわからないですけど

も、十分に管理、チェックしていただきたいと思います。ほかによろしいですか。どうぞ。

○青木委員　　すごく強固なので飛びそうもないとは思いますが、想定外のものが外部から来たときに、どんな壊れ方をするかというのも大事で、それでも飛んでいってしまうのだったら、何か落ちないように、最後の手段でぶら下がって終わるとか、何かそういう緊急的な対応のときにはフェイルセーフをつけるというのも1つの有効な手段なので、考えていただきたいというお願いです。

○説明者（本庄）　　カバーの飛ぶ飛ばないところのフェイルセーフはなかなか難しいところもあるかと思いますが、まずは直した状態で、健全な状態を維持するというのが大事かなと思っておりまして、そういう意味では保守で頑張っていきたいと思っております。

○勝呂座長　　どうぞ。

○石原委員　　今回、昨年ある意味で暫定対策を実施しまして、原因は既に解明されていると思います。きょうの報告の中で、まさしく1ページのところに書かれているように、今回のカバーについてです。恒久対策では暫定対策に比べかなり強固につくるようにしたと思われま。そういう意味では、最後のまとめとして、今回の報告内容そのものというよりは、今回、恒久対策、実際実施に当たって、こういった原因に対してこういう対策を実施するというのを、もう一度まとめていただくとありがたいと思っています。第2報のところでも既にできていることはよろしいですが、特に今回行った上カバーの設計では、単に荷重、それと耐力を実施しただけではなくて、製造面において接着ではなくFRPで巻き込むとか、ボルトを入れるとか、要するに巻き込み方式の単純な強度確保だけではなくて、ボルトを通してやるということがかなり強化対策になる。いろいろな考え方があるのですが、やはり今回の提案は最も安全であって、専門家からでも推奨された手法であると私は理解していますので、まとめていただければと思います。今回報告された恒久対策と昨年まとめられた暫定対策の違い、また、最終的に実施した対策がわかるようにまとめて頂きたいと思います。お願いします。

2番目は、やはり発電機がとまるということが前回調査が不十分だったところがあったのですが、今回は原因を解明しまして、対策もきちんと捉えられたので、ここについても最終的に、恒久対策として発電機についても対策したというところをわかりやすく、さっきユーラスエナジーの発表の中で示されたような表の形にまとめて、原因と対策という形でまとめていただき、ほかの事業者から参考しやすい形になればと期待しております。よろしくお願いします。

○勝呂座長 ありがとうございます。では、もう時間も過ぎていきますので、一応、本報告をもって南大隅ウインドファームの風車損傷事故への設備復旧対策に関する議論はおおむね終了したと思えますけれども、事業者におかれましては、今出たようないろいろな議論とか意見を反映しまして、回答をお願いして、それでこの件については終了したいと思います。よろしくお願ひします。

次に、議題に進みますけれども、洋上風力発電設備に関する技術基準の統一的解説について事務局から資料の説明をお願いします。

○榎本電力安全課長補佐 事務局から説明させていただきます。お手元の資料5でございますが、ただいまこちらにあります国土交通省さんと我々経済産業省合同で委員会を立ち上げまして、洋上風力発電、これから港湾内で一緒に展開していきますけれども、それにつきまして、技術審査をするときの審査基準の統一化を考えております。

2ページが一番下、右下のほうに書いてあるページですけれども、電気事業法と港湾法それぞれにおいて、港湾内で洋上風力をされるときには必要になりますが、それぞれの技術基準がずれておりますと、大変皆さんにご迷惑をおかけするというので、今それを統一しようという動きをしております。スケジュールと書かれている下のところ、黄色く書いてあるところが洋上風力発電施設の構造審査基準ということで、これの統一化を図っております。それとは別に29年度、国交省さん主体で工事実施方法の審査指針、来年度につきましては維持管理方法の審査基準をつくって、港湾内での洋上風力が進むようにということを進めているところでございます。ここに書いてあるような委員会をつくりまして、今、運営を進めているところでございます。

この審査基準、今申し上げたものをあわせたもの、このページが一番下のほうに書いてありますけれども、統一的な考え方を解説する「洋上風力発電設備に関する技術基準の統一的解説」という読み物を現在作成しております。これをもちまして両法がカバーできるようにという考えです。

ここの5ページ目のところにありますけれども、まず今回のスキーム、そもそも赤いところ、洋上風力発電事業者とありますが、その下にある水域占用予定者の選定。これは国交省さんのほうで、港湾内で洋上風力発電をしたい人を港湾法で募集できるようにする。募集してプロポーザルを得て、あなたのプロポーザルを選定しますということになりましたら、環境アセスだとか海域調査、詳細設計へ進み、その下のところ、黄色と水色になっておりますけれども、電気事業法においては工事計画届、港湾法においては公募専用計画

を出していただいて、それぞれ審査及び確認をさせていただくというスキームになっております。このときに先ほど申し上げた統一的解説を活用して審査を実施するという一方で、双方の技術基準を一体化させるということを検討しております。港湾法につきましては、今年度中に、この審査においてこの解説を使えという告示を出されると聞いております。私ども電気事業法では、実際に風技、風力発電設備の技術基準の解釈に来年度取り込むように実施してまいりますけれども、今年度中、とりあえず、我々の工事計画届を受けている産業保安監督部の部長宛に電力安全課長からこの解説を使って審査するよという通達を出す予定でございます。

中身につきましては、細かくなってしまうので、資料を割愛させていただきますが、港湾ということで、一般的には防波堤をイメージされて、防波堤の内側ということで考えてしまいがちなのですが、港湾区域といわれているものは防波堤の外側にも広がっているということで、恐らく風車を建てる時には防波堤の外側に建っていると捉えていただければと思います。

そして、この絵に書かれているのは、例えば大規模地震とかが起きたときに緊急物資の輸送ルートとなるような耐震強化岸壁が港湾法の中にあるということですが、こういうものを有する港湾の場合には、まかり間違えても風車が倒壊して、この航路を塞いでしまって災害復旧に支障が出るということがあってはならないということで、非常に厳しい耐震基準を航路の近くには、適用させていただくということになります。

一方で、いろいろな外力もあるというところを全て書いて、読み物を1つ読んでいただければ、両方の法律でどういうところが規制がかかってきて、どういう計算をしなければいけないのかというのがわかるよという配慮をしております。電気事業法では風車の構造、雷への対策、取扱者以外の人が入らないよな立入禁止措置、それから、油が漏れて海を汚さないよというところ。港湾法では、風車の後ろ側、風が乱れて乱流が出てまいりますけれども、それによって船に障害を起こさないよに、あるいは、もう既に港湾内に敷設されている既存のものを邪魔しないよに、あるいは、海からみたときに標識という形で、船からみて、あそこに風車があるとわかるよなもの、航空障害灯をつけたり、というような規制があります。それから、例えば作業するときにも船を留めていい場所を港湾内で決めるルールがあるよということでございまして、建設中、あるいは運用中にも泊地をきちっと決めていただくという形になっております。

こういう形でとりまとめました統一的解説を本来であれば先生方にこの場でご覧いただ

きたかったのですが、ちょっと修正作業が遅れております。ですので、こちらのほうは修正が終わり次第、先生方にお送りさせていただいて、意見をいただいて、こちらの統一的解説を詰めている事務局につなぎたいと思いますので、後ほど資料を送らせていただきますので、ご確認をいただければと思います。本日は前回、11月の委員会の際にお示したものを暫定的にお手元に用意しております。よろしくお願いいたします。

○勝呂座長　ありがとうございます。それでは、ただいまの報告に関してご意見、ご質問等あったら、お願いします。――それでは、今、途中ということもあるので、気づいたところがあれば、後でもよろしいのですけれども、あと、今、事務局から説明がありましたが、洋上風力発電設備に関する技術基準の統一的見解を作成しているということがありますので、それを今後どうやって扱うかというところで、予定があればお願いします。

○榎本電力安全課長補佐　後ほど先生方からお送りいただいたご意見を事務局で集約いたしまして、勝呂座長にご確認いただいて、こちらの統一的解説を作成している事務局に伝えたいと考えております。そこで意見を集約したものに関しましては、勝呂座長にご一任いただければと考えております。

○勝呂座長　ありがとうございます。今、事務局から提案がありましたけれども、意見の集約に関して座長一任ということで異議はないでしょうか。よろしいですね。

（「異議なし」の声あり）

それでは、事務局と私のほうで責任をもって意見をとりまとめたいと思いますので、よろしくお願いいたします。

本日の議論と最新の資料を読んでいただいて、集約した意見を踏まえて事務局としっかり対応をお願いします。

○白神電力安全課長　今後座長とご相談の上、国交省と共同でやっている検討委員会で作業を進めて、統一的解説を作成していきたいと思います。先ほども申し上げましたが、今年度はこの解説を担当職員に周知いたしまして、洋上風力発電の審査の円滑化に努めてまいりたいと思います。

○勝呂座長　ありがとうございました。

では、最後の報告になりますけれども、風力発電設備の安全管理検査制度施行に係る取り組みということで、一般社団法人日本風力発電協会の海津技術部長から資料の説明をお願いします。

○説明者（海津）　それでは、報告させていただきます。昨年4月から定期安全管理

検査制度が施行になりまして、日本風力発電協会では、民間の規格になりますけれども、3年前から定期点検指針の策定に取り組んできました。昨年の4月1日に発刊されております。

次の次のページをご覧くださいまして、3ページですけれども、この制度は風力発電設備のメンテナンスに新たに導入されることから、定期安全管理検査が的確かつ円滑に実施されるように、電力安全課の方と日本風力発電協会で説明会を4月から5月にかけて全国5ヵ所で開催しました。第1部で制度の説明、第2部で民間の規格と審査受審の手引き、検査に係るQ Aを説明してまいりました。

参加者は下の表にありますように、第1部で372名、第2部で270名の方に参加いただいております。

次のページをご覧くださいまして、講習会に使用しました説明資料ですけれども、受審の手引きとQ & Aについては、講習会での質疑応答の内容を反映して改訂しまして、電力安全課の方にも内容を確認いただきまして、J W P Aのホームページに公開しております。当方にも何件か問い合わせをいただいておりますけれども、このQ & Aを使って説明しているという状況です。

最後のページになりますけれども、定期安全管理審査受審の進捗状況ということで、まずは審査の進め方のところを説明させていただきます。この箱書きのところの4項目めをご覧くださいなのですが、2017年から2019年度までは経過措置の期間になります。申請の基数によって審査の時期が設定されております。2018年3月末までに申請された発電所は2017年度の受審になるという位置づけになります。

一番下の表をご覧くださいますと、10基以上の風車を申請する場合は2017年度から、3基から9基の場合は2018年度から、3基未満の場合は2019年度からという期間が設定されておりますけれども、前倒しは可能ということでもあります。

箱書きの一番上からいきますと、定期安全管理審査は昨年の10月から開始されておまして、12月末の段階で10の発電所で審査の申請書が登録安全審査機関に提出されておまして、6つの発電所で実地審査が終了しております。下の表、3基から9基のところと10基以上のところの足し算をしていただくと、そのような数字になります。

3月末の見込みですけれども、69の発電所が審査申請書の提出の見込み、42の発電所が実地審査終了の見込みとなりますので、この真ん中の表の一番下の10基以上のところをご覧くださいますと、対象発電所数が80ぐらいと見込んでおりますので、約半数が実地審査

が終了、約8割が申請の見込みということで、初年度としましては順調に進んでいるのではないかと考えております。

報告は以上であります。

○勝呂座長　ありがとうございます。それでは、今のご報告に対してご意見、ご質問等がありましたら、お願いします。よろしいでしょうか。——それでは、質問が無いようなので、時間もオーバーしていますので、何か意見等があったら電力安全課にお願いするということとあわせて、これで議事の終了としたいと思います。

あと、事務局から連絡等があったらお願いします。

○白神電力安全課長　次回の日程は後日、事務局からご連絡させていただきます。また、本日の議事録につきましては、後日、経済産業省のホームページに掲載いたします。

以上でございます。

○勝呂座長　それでは、本日は皆様の活発なご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——